

# NVBL

Nagoya University  
Venture Business Laboratory

高次機能ナノプロセス技術に関する研究

## 平成23年度 活動成果報告書

FRONTIER PLAZA

平成24年3月

名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー

名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー

## 平成23年度 活動成果報告書

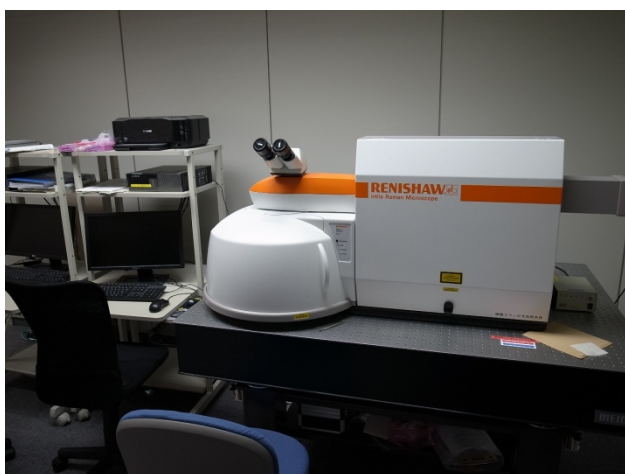
高次機能ナノプロセス技術に関する研究

平成24年3月

VBLの実験設備・実験風景



新しく導入された顕微ラマン装置とX線回折装置



VBLシンポジウムにてご講演を行った菊池准教授（左）と杉山准教授（右）



# 巻頭言 (Preface)

名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー長

八島 栄次

名古屋大学 VBL では平成 7 年の設立当初から「高次機能ナノプロセス技術に関する研究」を中心課題に掲げ、新産業技術の創出と創造性豊かな若手研究者の育成を目的として、全学の関係する研究科等との共同運営によって、研究と教育の両面にわたり成果を挙げてきました。ここ数年、ナノプロセス技術の重要性が世界的に認識され活発に研究開発が行われていますが、本学 VBL ではその重要性をいち早く認識し、ナノプロセス技術に関する学術基盤の構築を推進することにより、成果を積み上げて来ました。これらを具体的に社会へ還元することが今後の重要な責務のひとつと考えております。

大学の社会貢献を求める最近の社会情勢や「ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー」の言葉から、若手研究者の育成のみならず社会に還元できる研究成果を求める声はますます高まるものと思われまます。名古屋大学 VBL では、長期的視野に立った基盤研究を推進しつつ、実用化できるものは積極的にそれを推し進め、幅の広い時間軸を持ってこの要請に応えていきたいと考えております。本学 VBL は 2 年前より、愛知県内 4 機関が連携して実施する文部科学省の先端研究施設共用イノベーション創出事業(ナノテクノロジー・ネットワーク)中部地区ナノテク総合支援の施設の 1 つとして加わることになりました。また、大学で生まれた技術の産業界への移転を担う中部 TL0 が平成 17 年度末から VBL 建物内に事務所を構えており、産業界・社会との繋がりをより密接にする環境は整ってきております。名古屋大学 VBL では、今まで以上に企業をはじめ内外の研究機関と広く積極的な交流を行い、社会の発展に貢献し得る研究成果の創出、ならびに起業家精神に富んだ若手研究者の育成を進めていく所存であります。関係各位の一層のご理解とご支援を宜しくお願い申し上げます。



## 2. VBLの教育・広報活動

(VBL Educational Events and Publicity Works)

## 2.1 VBL シンポジウム (VBL Symposium)

ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー (VBL) では、11月7日(月)、8日(火)の両日、VBL フロントiapラザにおいて、第15回VBL シンポジウムを開催しました。

初日は、ナノコラム、ナノワイヤ、ナノチューブを中心とした半導体一次元構造をテーマに、招待講演として上智大学の菊池昭彦先生による「窒化物半導体ナノ結晶の作製とデバイス応用」、宮崎大学の福山敦彦先生による「Si 基板上無触媒GaAs ナノワイヤの光学的特性評価」と題した講演が行われました。菊池先生は、世界に先駆けて窒化物のナノコラム構造の作製に成功された方で、その結晶構造の評価ならびにLED などの光デバイスへの応用について最新の成果もまじえて御講演頂きました。また、福山先生は、光学測定を基礎から分かり易く説明され、光学測定によってGaAs ナノワイヤ結晶の評価を行った内容について講演されました。

2日目は、主に化合物半導体の超格子・量子構造をテーマの中心に据え、招待講演として東京大学の杉山正和先生による「高効率太陽電池を目指した半導体超格子の応用」、原子力機構の高橋正光氏「放射光を利用した半導体ナノ構造成長の観察」と題した講演が行われました。杉山先生はエネルギー問題解決のキーとなる太陽電池開発の現状全般に関する話題から始まり、御自身が尽力しておられる半導体量子構造を利用した最高のエネルギー変換効率を持つ太陽電池の開発に至るまで、分かりやすく御講演頂きました。高橋氏は、世界最高性能の放射光源であるSPring-8 を用いて、半導体量子構造形成過程をその場で観察した結果を講演されました。その内容の多くは、量子スケールの微細構造の形成時に起こる現象を可視化した類の無い興味深い内容でした。

上記招待講演者による講演の他、学内のVBL 関連の研究者6名による最新の研究成果も報告され、当シンポジウムをVBL が担当する最先端理工学特論の一環として聴講した学生も含めた多数の参加者らによる活発な質疑応答が行われました。

### プログラム

#### 平成 23 年 11 月 7 日(月) 13:00~17:25 「ナノコラム、ナノワイヤ、ナノチューブ」

「窒化物半導体ナノ結晶の作製とデバイス応用」 菊池昭彦 (上智大)

「MBE 法による Si 基板上化合物半導体ナノワイヤ成長と評価」

山口雅史, 白 知鉦, 田畑拓也, 本田善央, 天野 浩 (名大)

「Si 基板上無触媒 GaAs ナノワイヤの光学的特性評価」 福山敦彦, 山口雅史\* (宮崎大, \*名大)

「カーボンナノチューブフィールドエミッタの特性とデバイス開発」 齋藤弥八 (名大)

「カーボンナノチューブの超高速励起子エネルギー移動」 中村新男 (名大)

「カーボンナノチューブ薄膜トランジスタの作製と集積回路応用」

水谷 孝, 沖川侑揮, 小野雄貴, 岸本 茂, 大野雄高 (名大)

#### 2. 平成 23 年 11 月 8 日(火) 9:00~12:30 「超格子、量子構造」

「高効率太陽電池を目指した半導体超格子の応用」 杉山正和 (東大)

「半導体超格子による高効率高機能電子源の作製と SPLEEM への応用」 金秀光, 竹田美和 (名大)

「X 線回折・反射率を利用した半導体超薄膜量子構造の評価」 田淵雅夫 (名大)

「放射光を利用した半導体ナノ構造成長の観察」 高橋正光 (原子力機構)

## 2.2 VBLセミナー (VBL Seminars)

VBL セミナーは、最新の研究の動向について専門外の方にもわかりやすく紹介するためのもので、非常勤研究員や招聘研究員の方々を講師に招いて開催された。本節にはその記録として、セミナー開催時の広報文を示す。なお、各セミナーの出席名簿記入者数は下記の通りであった。

| 第1回 | 第2回 | 第3回 |
|-----|-----|-----|
| 14  | 50  | 11  |

### 平成 23 年度第 1 回 VBL セミナー

(1st VBL seminar, 2011)

日時：平成 23 年 8 月 29 日(月) 13:30~15:00

場所：名古屋大学工学部工学研究科応用物理会議室 (274号室)

題目：Manipulation of acoustic waves by artificial structures: From phononic crystals to acoustic metamaterials

劉 曉峻南京大學教授 (VBL 招聘研究員)

要旨：

As a hot topic in research on acoustic propagation, the realization and application of artificial structures have attracted wide attentions. Acoustic artificial structures such as phononic crystals and acoustic metamaterials are composites or structured materials that exhibit extraordinary propagation properties not found in naturally occurring materials or compounds. The acoustic propagation properties mainly depend on the modulation effect of special microstructured units in subwavelength or wavelength scale, which further leads to the rich physical phenomenon such as acoustic band gap, negative refraction, reverse Doppler shift, etc. These novel properties greatly advance the conventional principles of acoustic propagation theory. Therefore, we can freely control the propagation of sound wave and design novel acoustic functional devices with the assistant of revolutionary design concepts, such as subwavelength imaging, acoustic cloaking, sound beaming, etc. In my talk, the propagation properties of acoustic waves in artificial structures are discussed with theoretical and numerical methods systematically. We focus on the characters of surface acoustic wave filters made by phononic crystals and locally-resonant acoustic metamaterials, acoustic cloaking realized by layered effective medium, sound beaming and direction control in radiation system made of surface acoustic metamaterials.

開催報告：

劉 曉峻教授 (南京大學) のセミナーが平成 23 年 8 月 29 日 (月) 13 時 30 分から 15 時まで工学研究科応用物理会議室で開催された。劉 曉峻教授は VBL 招聘外国人研究員として 7 月 5 日

から9月1日までの約2ヶ月間滞在し、超音波照射下の化学反応によって作製した半導体、酸化物のナノ結晶のラマン散乱・ルミネセンス、高圧力下におけるラマン散乱の研究および学生に対する研究上の指導と議論を行った。

本セミナーでは、「Manipulation of acoustic waves by artificial structures: From phononic crystals to acoustic metamaterials」というタイトルで、人工的な構造における超音波の伝搬特性や屈折率の制御とその応用に関する講演が行われた。結晶の周期性によって電子のバンドやバンドギャップが現れる場合と同様に、周期的構造によって光のバンド構造がつけられることは、フォトリック結晶の性質として知られているが、“phononic crystal”では、音波の分散がバンド構造を示す。バンドギャップ、負の屈折率、逆ドップラー効果などの現象について説明があり、劉先生の研究室で行われている理論と数値計算の結果が紹介された。“phononic crystal”構造を利用した表面弾性波フィルター、層状有効媒質によって予想される音波の“隠れ蓑”、音波ビームの方向制御などの計算結果が示された。後者の現象は、負の屈折率に関係していることからメタマテリアルで現れる現象と言われることもあり、光の場合と同様に非常に注目を集めている最新の研究成果を学ぶことができた。教員、学生、非常勤研究員の約15名が参加し、活発な議論が行われた。

中村 新男 (工学研究科 マテリア理工学専攻応用物理学分野)

## 平成23年度第2回VBLセミナー

(2nd VBL seminar, 2011)

日時：平成23年11月16日(水) 13:30~15:00

場所：名古屋大学工学部1号館10階大学院講義室(1101号講義室)

題目：Probing Molecular and Supramolecular Chirality by Experimental & Theoretical Chiroptical Methods

Prof. Nina Berova (VBL招聘研究者、名古屋大学客員教授)

Columbia University, USA

**VBL Lecture, Nagoya University**  
**Organic Chemistry Seminar**  
**“Probing Molecular and Supramolecular Chirality by Experimental & Theoretical Chiroptical Methods”**

**Prof. Nina Berova**  
Department of Chemistry  
Columbia University

**13:30-15:00, November 16 (Wed) 2011**

1101 Room, No.1 Building, Graduate School of Engineering  
(工学研究科1号館 10階1101講義室)

Host: Eiji Yashima (4495)



開催報告：

表記セミナーがVBL 海外招へい研究者（名古屋大学客員教授）で、Columbia 大学（米国）教授のNina Berova 先生をお招きして、11 月16 日（水）午後1 時半から3 時まで、工学研究科1 号館1101 講義室にて開催されました。昨年に引き続いての開催です。Berova 教授は、有機分子や生体分子の構造やキラリティーを迅速に分析し、解析するための独創的な手法を次々と開発し、有機化学や超分子化学、生化学などの多岐にわたる研究領域に多大の貢献をされてきました。特に、Berova 教授らによって開発されたポルフィリン二量体からなる” 分子はさみ “ を用いた円二色性（CD）スペクトルによる励起子カイラリティー法は、複雑な分子や広範な生理活性物質の立体構造や絶対配置を簡便に調べることができる一般性の高い分析手法として、多方面で極めて頻繁に利用されており、世界的にも著名です。本セミナーでは、“Probing Molecular and Supramolecular Chirality by Experimental & Theoretical Chiroptical Methods” と題した講演をされ、これまでの研究に加え、最近の成果である、CD を用いた新しいキラリティー検出法およびその理論計算について紹介されました。外国人数名を含む、50 名以上もの参加者があり、講演後は学生を含む参加者から多くの質問と熱のこもった活発な質疑応答が繰り広げられました。

八島栄次（VBL長・工学研究科 物質制御工学専攻）

## 平成 23 年度第 3 回 VBL セミナー

(3rd VBL seminar, 2011)

日時： 平成23年11月21日（水） 16：30～18：00

場所： 名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリー4階 セミナー室（VBL 4F Seminar Room）

題目： Recent progress in studies of cobalt - epitaxial fluoride nanoheterostructures

**Prof. N. Sokolov** (VBL招聘研究員) Head of Research Group/Professor, A. F. Ioffe Physical-Technical Institute, RAS

題目： In search of the third dimension: new approach to electron and x-ray diffraction

**Dr. S. Suturin** (VBL招聘研究員) A. F. Ioffe Physical-Technical Institute, RAS

題目： New Insights on the Interaction between Thiophene Derivatives and Au Surfaces

**Prof. L. Pasquali** (VBL招聘研究員) University of Modena and Reggio Emilia, Italy

開催報告：

平成23年11月21日(月)16時00分からVBL 4階のセミナー室にて、平成23年度にVBLの外国人招へい研究員として招へいされた外国人の内3名の方々による、2011年度第4回VBLセミナーが開催されました。講演者並びに講演タイトルは下記に示しますが、ナノ構造の形成やその評価に関する講演でした。また、セミナーの場では、下記の3件の講演以外に、招へい担当者だった田渕の研究室の大学院学生2名から各自の研究紹介をする講演もあり、国際交流や大学院学生の教育の側面も兼ね備えた有意義な会となりました。

田渕 雅夫 (シンクロトロン光研究センター)

## 2.3 VBL 講義 (VBL Lectures and Experiments)

### ベンチャービジネス特論

我が国の産業の基礎を、あるいは最先端を担うべきベンチャー企業の層が薄いことは頻繁に指摘されます。このことの原因の一部は、海外との制度の違いによるものですが、欧米の研究者や大学生との意識の差に起因する所も少なくなくありません。この様な状況に対して、名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリーでは、1)「大学の研究」を事業化/起業する際に研究者として必要な知識と達成すべき目標を明確にする、2)大学の研究成果を基にした企業での技術開発・事業化、企業内起業やベンチャー起業の実例を示す、3)これによって大学の研究をベースにしたベンチャー起業を考える際の筋道を明らかにする、などのことを目的とした大学院の科目を平成16年度より開講しました。

2011年度も下記のような内容で、担当の講義としてベンチャービジネス特論が開講されました。ベンチャービジネス特論Ⅰは、例年非常に多数の学生に受講して頂いている講義ですが、本年度も450名以上の受講者を数え、例年同様の賑わいのある講義となりました。授業中の様子を見ても、少なからぬ数の学生が真剣な興味をもって講義内容に集中し、熱心に質問する姿が見られました。特に近年、講義後の質問者の数が増える傾向にあり、世間的にはベンチャービジネスが一頃ほどは派手に取り上げられなくなり、社会的には景気が良くない状況が続く中でも、受講生には一定割合でベンチャー企業に興味を持つ人が一定割合でいて、それが増加気味であることは、日本の将来のことを考えても頼もしい気がします。本講義が、この様にベンチャー起業に興味を持った学生に少しでも有益な授業となり、将来、本当に起業を目指す人を増やすことに少しでも寄与できていれば幸いです。

ベンチャービジネス特論Ⅰでは、下記の表に示す内容で1日に2～3コマの授業を行い、通常の講義よりも短期に集中した形をとりました。受講学生数は非常に多く、本年度も定常的に400名を超える受講生のいる非常に活気のある授業となりました。講義をお願いした先生方からは、非常に熱のこもったお話を頂き、教育的な効果のある授業になったものと考えています。

### 平成23年度 ベンチャービジネス特論Ⅰ

|         |   |                       |             |
|---------|---|-----------------------|-------------|
| 4/14(木) | イントロダクション                                   | 名古屋大学 准教授             | 田淵雅夫        |
| 4/21(木) | 事業化と起業の知識と準備<br>大学の研究から事業化起業へ(1)            | アセット・ウィッツ<br>代表取締役    | 南部修太郎       |
| 5/12(木) | 大学の研究から事業化起業へ(2)<br>事業化の推進                  | アセット・ウィッツ<br>代表取締役    | 南部修太郎       |
| 5/19(木) | 光学異性体分離のためのキラル充填剤の開発と応用                     | 名古屋大学 客員教授            | 岡本佳男        |
| 5/26(木) | メタルジェットプリンターの開発と応用ビジネス<br>ファイバー砥石の開発と応用ビジネス | メジェップ代表取締役            | 山口勝美        |
| 6/9(木)  | 青色LEDの開発・事業化                                | 豊田合成 常務取締役            | 太田光一        |
| 6/16(木) | 研究成果を特許化するための知識と準備<br>まとめ                   | 名古屋大学 助教<br>名古屋大学 准教授 | 淵真悟<br>田淵雅夫 |

## 最先端理工学特論および実験

VBLでは、教育プログラムの一環として、工学研究科および理学研究科の大学院生を対象に、「最先端理工学特論」および「最先端理工学実験」を実施しています。その目標は、最先端の理学・工学の研究動向を学び、また、その研究を行うために必要な高度な実験に関する知識と技術を習得することです。最先端理工学実験は、VBLの最先端の実験設備を利用して実験を行う大学院生向けの講義で、ナノプロセス分野およびCAD分野の実験実習を行っています。本実験は、受講生に最先端の実験設備に触れる機会を与え、自由に利用できることを前提に、何を測定できるか？どのような実験が可能か？を学生自身で考え、研究テーマを提案することで、自主的に研究計画を組み立てる能力を養うことを狙いとしています。これらの研究成果は、平成23年11月30日にVBLベンチャーホールにて行われた成果発表会にて、報告されました。

## 最先端理工学実験 CAD 分野

VBLでは、工学における最先端研究の動向を学び、また、その研究を行うために必要な高度なCADシミュレーションに関する技術を習得することを目的として、大学院の学生を対象とした最先端理工学実験(CAD分野)を実施しています。実験にはアクセルリスのDiscoveryStudioとMaterialStudioのシステムを使用し、バイオサイエンス系とマテリアルサイエンス系それぞれのテーマで計算機シミュレーションが可能となっています。今年度は、マテリアルサイエンス系6名、バイオサイエンス系5名の受講者で、約一ヶ月の間隔で導入と応用の2度の講習を実施し、各自の研究に直結したテーマで計算機シミュレーションを行ないました。

## 最先端理工学実験ナノプロセス分野

本年度ナノプロセス分野には3名の学生から応募があり、テーマ内容や実験内容等を相談した結果3名の学生が共同して一つのテーマに取り組むことになりました。実施した実験テーマは「MBEを使用した半導体量子構造の作製」および「マイクロラマン分光を用いた層状物質の評価と制御」で、それぞれの学生が自分にできる技術や知識を駆使して、日頃扱ったことのないような材料や実験手法についての勉強を行いつつ、実験および研究を進めました。この実験の中で身に付けた新しい考え方や手法を自分たちが行っている修論作成の為に研究にフィードバックすることも念頭に、約2週間の期間で集中的に実験を行い、一定の成果を得ることができたと考えています。

以下、発表が行われた研究テーマと受講者です。

平成 23 年度 最先端理工学実験 成果発表会

日時：平成 23 年 11 月 30 日(水) 13：30～

場所：ベンチャービジネスラボラトリー、3F ベンチャーホール

- 1) 福原 慶 D2 物質制御工学「光機能変換型高分子ブロック共重合体の設計とメソ構造体形成に関する研究」
- 2) 佐野 誠実 M2 物質制御工学「ポリチオフェンの主鎖間距離と電子密度の分子間相互作用」
- 3) 小林 朋希 M1 化学・生物工学「Hind III (D93A) の活性部位への 2 価金属イオンの結合の検証」
- 4) 小林 由樹 M1 化学・生物工学「2 つのセルロソーム構成モジュール“cohesin”と“dockerin”の接触面の観察～種特異的な結合の解明に向けて～」
- 5) 中島 雅晶 M1 化学・生物工学「宿主防御因子 APOBEC3 ファミリーのホモロジーモデリング」
- 6) 渡邊 万希子 M1 化学・生物工学「付着性蛋白質AtaA のホモロジーモデリングと付着性の評価」
- 7) 栗田 大輝 M2 マテリアル理工学「ラマン分光を用いたSiC におけるRIE の影響評価」
- 8) 坪田光治、二木浩之 M1 マテリアル理工学「NEA フォトカソード用AlGaAs のMBE 法による作製と評価」

講評、閉会 永野 修作 准教授(VBL 専任)

## 2.4 講習会 (Training Courses)

### VBL 安全講習会

6月2日午後1時からベンチャーホールにて開催され、100名の参加があった。参加内訳は職員8名、研究員8名、大学院後期課程8名、大学院前期課程37人、学部生39名であった。内容は、石井研究員から高圧ガスの取扱いとVBLの高圧ガス管理システムについて、三輪研究員から薬品の安全管理と名古屋大学薬品管理システムMaCS IIについて説明があった。引続きクリーンルームの安全講習会が行われ岸本助教から、VBLクリーンルームで決めている入退出方法や緊急時の連絡体制及び装置の停止方法と、複数の研究室が利用することから特にクリーンドラフトの使用法や薬品の管理、廃液の管理と処理などの説明があった。終了後、クリーンルーム前室に設置されている空気呼吸器の装着練習を行った。



### VBL 高解像度 SEM 利用講習会

VBL1階にある高解像度SEM（日立：S-5200、走査型透過電子顕微鏡機能およびエネルギー分散型蛍光X線分析(EDX)装置付）の利用講習会が2011年5月20日（対象者12名）に開催された。この高解像度SEMは極めて高性能なために、利用希望者は同1階にある汎用SEM（日立：S-4300FE、EBIC機能付）の利用経験者に限り、この講習会を受講しなければ高解像度SEMを使用することが出来ない取り決めになっている。高解像度SEMは年々利用希望者・利用時間が増えており、多くの学生や研究員の方が講習会に参加していた。また、ナノプロセス・ナノデバイスの研究の増加に伴い、多くの分野でこの装置が重要視されてきている。講習会では、利用希望者が手順等の説明に熱心に耳を傾けていた。また、昨年から導入されたEDX装置に関わる注意事項についても説明が行われた。なお、この講習会は不定期で毎年度1～2回程度行われているもので、年度の初めと多数の利用希望者があった場合に開催している。



### レーザーリソグラフィ利用者講習会

クリーンルームに設置した本装置の利用者講習会を5月31日ハイデルベルグの袋井氏を講師に参加者5名で実施した。レーザーヘッドの脱着からデータ変換、アライメント描画など朝10時から約5時間の講習であった。本装置の仕様を次に示す。レーザーは405nm半導体レーザー、ヘッドは最小描画サイズ1 $\mu$ m（描画スピード10 mm<sup>2</sup>/min）と0.6 $\mu$ m（描画スピード3.0 mm<sup>2</sup>/min）の2つ、デフォルトは1 $\mu$ m用。基板サイズ15mmx15mmから200mmx200mmまで。光学若しくはエアのオートフォーカス機能。描画データ入力フォーマット（DXF, CIF, GDS II, Gerber, BMP, Asic, STL）は多様であるがバージョンによって変換できないものもある。利用に関しては講習会の受講を原則義務づけているので、利用希望者が

あった時は随時行う予定である。

#### 平成 23 年度 V B L 顕微ラマン講習会（第 3 回）

励起光レーザー（785nm）が追加されたことを受け、講習会を実施した。

装置名：高速ラマンイメージングシステム（レニショー製，InVia Reflex）

日時：2011 年 4 月 12 日（火） 午前 10 時から午後 4 時

場所：V B L 2 階

受講者：8 名

#### 平成 23 年度 超高真空 STM/SEM 講習会（第 1 回）

装置名：超高真空 STM/SEM（Omicron Nanoprobe/ UHV-Gemini）

日時：2011 年 4 月 6 日（水），7 日（木），12 日（火）の 3 日間

場所：V B L 2 階

講師：中原 仁（助教，齋藤研），補助：胡 海龍（VBL 非常勤研究員）

受講者：3 名

## 2.5 刊行物（VBL Publications）

VBLでは、広報活動の一環として、年に2回のVBLニュースの発行と、2年に一度のVBLパンフレットの更新を行っている。本年度は、VBL ニュース 31, 32 号の発行と、VBL パンフレットの更新を行った。



### 3. VBLの研究活動 (VBL Research Activity)

### 3.1 研究成果の概要

(Extended Abstracts of Research Products)

# 液中プラズマ CVD を用いたナノグラフェンの合成

<sup>1</sup> 工学研究科電子情報システム専攻、<sup>2</sup> 工学研究科附属プラズマナノ工学研究センター

萩野達也(M2)<sup>1</sup>、石川健治(特任教授)<sup>2</sup>、竹田圭吾(助教)<sup>1</sup>、近藤博基(准教授)<sup>2</sup>、  
関根誠(特任教授)<sup>2</sup>、堀勝(教授)<sup>1,2</sup>

近年、カーボンナノチューブやグラフェンシートなどのカーボンナノ材料が、新しいナノデバイス材料として期待されている。従来、これらのカーボンナノ材料は、化学気相成長 (CVD) 法やアーク放電法など、真空ポンプを有する大型装置を用いた手法によって合成されてきた。しかし、これらの手法では、装置コストやプロセスコストが膨大な上、合成速度も低いという課題があった。そこで我々は、従来よりも高速かつ安価に高品質なナノグラフェンを合成する技術を確認することを目的とし、これまでに大気圧下でアルコールを媒体とした液中プラズマを用いることで、ナノグラフェンが高速に合成されることを見出した。

今回の研究においては、アルコールを媒体としたプラズマプロセスによってナノグラフェンが合成されるメカニズムを明らかにするため、3 種類のアルコール(エタノール、1-プロパノール、1-ブタノール)を用いたナノグラフェン合成を行い、合成されたナノグラフェンの結晶構造、合成速度のアルコール依存性について評価を行った。また、プラズマ放電後の溶液内に含まれるカーボン材料を濾過後の液体の分析を行うことで、どのようなメカニズムによりナノグラフェンが溶液中で合成されているのか考察した。濾過後の液体の分析手法としては、ガスクロマトグラフ飛行時間型質量分析装置(GC-TOFMS)を用いた。

各種アルコールに対するプラズマ照射により、当初透明であったアルコールが徐々に黒色に変色する。本実験ではプラズマ照射後、この黒色液体を濾過装置により濾過することで、溶液内に含まれる黒色固体物質を捕集し、各種分析を行った。まず、各アルコールにおいて合成されたナノグラフェンのラマンスペクトルを評価した結果、 $1582\text{cm}^{-1}$ にグラフェンの六員環構造に起因する G バンドピーク、 $1343\text{cm}^{-1}$ および  $1621\text{cm}^{-1}$ に結晶欠陥などの構造ゆらぎに由来する D バンドおよび D' バンドピーク、そして  $2700\text{cm}^{-1}$ にグラフェンの層数を示唆する 2D バンドピークがいずれのアルコール溶液の場合においても観測された。そこで、グラフェンの結晶性を確認する上での指標となる G バンドの半値幅を調査したところ、エタノールにおいては、 $53 [\text{cm}^{-1}]$ 、1-プロパノールにおいては、 $55 [\text{cm}^{-1}]$ 、1-ブタノールにおいては、 $85 [\text{cm}^{-1}]$ であった。エタノールを合成原料として用いた時が最も小さい値を示す結果となり、このことからエタノールを用いて合成されたナノグラフェンが最も良い結晶性を示すことが解った。また、各アルコールで合成されるナノグラフェンの質量の時間依存性を調査したところ、それぞれのアルコールでの合成速度は、エタノールでは、 $0.27 \text{ mg/min}$ 、1-プロパノールでは、 $0.67 \text{ mg/min}$ 、1-ブタノールでは、 $1.09 \text{ mg/min}$ であった。この結果は、1-プロパノールはエタノールの約 2.5 倍、1-ブタノールはエタノールの約 4 倍の合成速度であり、高分子のアルコールほど高速にナノグラフェンを合成できることが明らかになった。これは、高分子のアルコールほど多くの炭素原子を有しており、ナノグラフェンを合成する過程において有利であるためと考えられる。

次に濾過後の液体を GC-TOFMS で分析した。その結果、エタノール溶液では、2,3-ブタンジオール ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ )、フェニルエチレン ( $\text{C}_8\text{H}_6$ )、インデン ( $\text{C}_9\text{H}_8$ )、ナフタレン ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ )、アセナフチレン ( $\text{C}_{12}\text{H}_8$ )、ビフェニレン ( $\text{C}_{12}\text{H}_8$ )、1-プロパノール溶液では、プロピオン酸プロピル ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ )、インデン ( $\text{C}_9\text{H}_8$ )、ナフタレン ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ )、アセナフチレン ( $\text{C}_{12}\text{H}_8$ )、フタル酸ビス(6-メチルヘプチル) ( $\text{C}_{24}\text{H}_{38}\text{O}_4$ )、1-ブタノール溶液では、酪酸ブチル ( $\text{C}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$ )、ナフタレン ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ )、アセナフチレン ( $\text{C}_{12}\text{H}_8$ )などがそれぞれ含まれており、その多くがベンゼン環を有する芳香族系の化合物であることが解った。この結果から合成メカニズムを考察する上で、まず、それぞれのアルコールから水素が引き抜かれたラジカルが重合した分子である 2,3-ブタンジオール、プロピキン酸プロピルそして酪酸ブチルに着目した。エタノールにおいて、分子内の水素が一つ引き抜かれることで生成される 2,3-ブタンジオールは、脱水反応により炭素の二重結合をもつ化合物を形成され、その過程を経ることで六員環構造を有する物質を形成されると考えられる。その一方で、1-プロパノールや 1-ブタノールでは、同様の水素引抜により生成されるプロピキン酸プロピル及び酪酸ブチルは、2,3-ブタンジオールと異なり、脱水反応が比較的起こりにくいと考えられ、そのため炭素の二重結合をもつ化合物の形成を疎外するものと考えられる。

以上の結果から、アルコールを媒体として用いた液中プラズマ CVD によるナノグラフェン合成においては、プラズマ照射により生成される 2,3-ブタンジオールはナノグラフェンが合成される反応過程において、環状炭化水素形成に寄与し、結晶性の高いナノグラフェンが形成されるが、プロピキン酸プロピルおよび酪酸ブチルでは、ナノグラフェンの結晶性に乱れを生じさせることが示唆された。今後は更なる高速・高品質合成を目指し、液中プラズマ装置の最適化や液中反応パスの制御の可能性を調査し、上記目的を達成するための研究を継続する。

# 6H-SiC 上への 3C-SiC ヘテロ成長における多形変換過程

工学研究科 マテリアル理工学専攻 材料工学分野

関和明(博士後期課程2年) 宇治原徹(教授) 原田俊太(助教)

**【緒言】** 3C-SiC は MOSFET において高いチャネル移動度を示すことが報告されているが、高品質結晶を得ることが非常に困難である。これまでに我々は、高品質結晶成長可能な溶液成長を用いて 6H-SiC {0001} 上に比較的平坦な 3C-SiC を成長させてきた。さらに、TEM 観察によって、3C-SiC 成長層が高品質であることを確認してきた。しかしながら、3C-SiC がどのように 6H-SiC 上に成長していくのか、その詳細な成長プロセスはわかっていない。本研究では、まず 3C-SiC と 6H-SiC の成長モードを調べ、さらに 3C-SiC 成長プロセスを調べた。また、各多形のステップ構造と過飽和度に着目し、3C-SiC 成長メカニズムを考察した。

**【実験】** 成長はディップ法によって行った。Si-23at%Sc 溶媒を用いて、10 mm×10 mm の 6H-SiC(0001) on-axis Si 面上に 1300 °C で成長を行った。成長後、表面モフォロジーを原子間力顕微鏡(Atomic force microscope: AFM)およびノマルスキー微分干渉顕微鏡によって観察した。また、成長多形をラマン散乱測定によって同定した。

**【結果および考察】** Fig. 1 に、1 時間成長後の結晶と、さらにその上に 1 時間、合計 2 時間成長した後の結晶の、同一箇所の表面ノマルスキー像を示す。まず、1 時間成長後の表面には平坦なテラス構造の 3C-SiC と、多数の 6H-SiC のスパイラルで構成されたヒロック構造が見られた(Fig. 1(a))。成長初期ではこのような 6H-SiC のスパイラル成長が大部分を占めていた。また、6H-SiC ヒロック構造を挟んで両側は、双晶となっている 3C-SiC が成長していた(3C(I), 3C(II) と表記)。さらに 1 時間成長を行ったところ、表面の大部分は 3C-SiC の平坦なテラス構造で覆われており、Fig. 1(c)に模式的に示すように、6H-SiC のスパイラル構造を覆うように、3C-SiC が優先成長していることがわかった。また、図中に点線で示す部分に、双晶境界が形成されていた。この双晶境界は、一時間成長後の表面のヒロックの各頂点付近を結ぶように形成していた。さらに、Fig. 1(a)で 6H-SiC のスパイラルが見られ、その後、その上に 3C-SiC が成長した部分の表面を AFM 観察したところ、成長表面にスパイラルは見られず、3C-SiC によって 6H-SiC のスパイラルが完全に覆われていることがわかった。

3C-SiC の優先成長は、成長速度の速いドメインが他を駆逐していく「geometrical selection」によって生じていると考えられる。一般的に二次元核形成による成長はスパイラル成長に比べて成長速度が低いことが知られているが、本研究では 3C-SiC が 6H-SiC よりも成長速度が高いという結果であった。Fig. 2 に、本研究における各多形の過飽和度に対する成長速度の相関を模式的に示す。3C-SiC の二次元核形成モードと 6H-SiC のスパイラル成長モードを比べると、図中に示す範囲において 3C-SiC が優先成長すると考えられる。

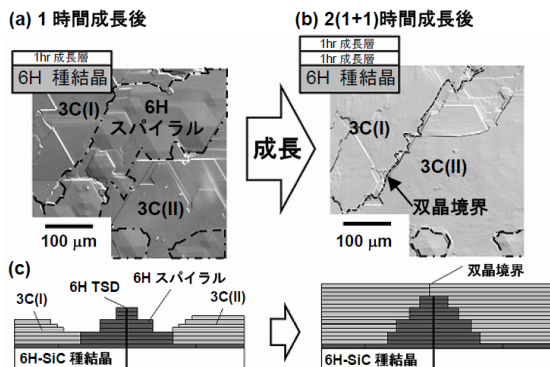


Fig. 1 (a) 1 時間成長後、(b)2 時間(1+1 時間)成長後の結晶の表面ノマルスキー像。(c)3C-SiC 成長プロセスモデル。

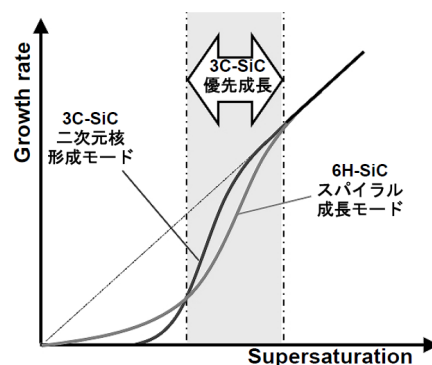


Fig. 2 過飽和度に対する各多形の成長速度。

# 量子ナノ構造デバイスの創製

## Study on Quantum Nano-Structure Devices

工学研究科 量子工学専攻

水谷孝(教授), 大野雄高(准教授), 岸本茂(助教), 孫東明(博士研究員), 石井聡(博士研究員),  
沖川佑輝(D3), 宮崎英志(D1), 鈴木耕佑(M2), 戸神淳二(M2), 二宗護(M2), 山田博之(M2),  
今枝英樹(M1), 玉置聖人(M1), 野田翔司(M1), 柞山公佑(M1)

### 1. GaN トランジスタ

昨年度までに、高耐圧・高出力の特徴を有する AlGaIn/GaN HEMT において重要な課題であるノーマリオフ化に関して p-InGaIn cap 層の有効性を実証したが、ゲートリーク電流が大きいという課題があった。今年度は、その原因が AlGaIn 上 InGaIn cap の V 字型表面欠陥に起因することを明らかにし、その対策として p-InGaIn と AlGaIn との間に 1nm という薄層 GaN を挿入する方法を考案し、本構造における TEM 観察により表面欠陥の抑制を確認するとともに、ゲートリーク電流の低減を実現した。

また、大きなゲート電圧を印加可能な AlGaIn/GaN MOSHFET において、昨年度は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ゲート絶縁膜形成前の処理として(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S 処理が、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlGaIn 界面準位密度の低減、ドレイン電流—ゲート電圧特性におけるドレイン電流の所謂上詰まり・ヒステリシスの低減等に有効であることを実証したが、特性は不十分であった。この原因について考察を加え、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ゲート絶縁膜形成前のプロセスであるオーミック合金処理時の残留酸素による AlGaIn 表面酸化、あるいは窒素空孔生成が有力であるとの結論に至った。その対策として Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ゲート絶縁膜形成をオーミック合金処理前に行う gate first プロセスを考案し、素子作製により、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlGaIn 界面準位密度の低減と、MOSHFET のドレイン電流—ゲート電圧特性におけるドレイン電流の上詰まりを改善した。

### 2. カーボンナノチューブデバイス

昨年度までに、カーボンナノチューブ FET において、高誘電率ゲート絶縁膜を堆積した時に生ずる界面電荷を利用することにより、伝導型(p/n)制御が可能であることを示すとともに、高性能 CMOS を実現してきた。これに関し、今年度は各種界面における界面電荷の分布を計測するとともに、界面電荷分布がナノチューブ FET の動作・特性に及ぼす影響を調べた。具体的には、高誘電率膜である HfO<sub>2</sub> を Au 電極および SiO<sub>2</sub> 基板にそれぞれ堆積し、Au/HfO<sub>2</sub> 界面および SiO<sub>2</sub>/HfO<sub>2</sub> 界面を形成するとともに、HfO<sub>2</sub> 表面の電位をケルビンプローブフォース顕微鏡により計測した。その結果、両サンプルにおいて、正の電荷が界面付近に偏在することを見出した。SiO<sub>2</sub>/HfO<sub>2</sub> 界面においては、分極による内臓電位の存在を明らかにした。界面電荷密度は Au/HfO<sub>2</sub> 界面においては  $4.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ 、Au/HfO<sub>2</sub> 界面においては  $1.8 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$  と見積もられた。デバイスシミュレーションを用いて、これらの界面電荷が CNFET の特性に及ぼす影響について調べ、主にコンタクト電極との界面付近に存在する電荷が CNFET の伝導型極性を n 型に変化させる可能性を明らかにした。また、SiO<sub>2</sub> 基板付近に導入される電荷によるしきい値制御の可能性を明らかにした。

カーボンナノチューブを用いると柔軟なプラスチック基板上に簡便な方法により高性能な TFT を実現できる。昨年度は、浮遊触媒 CVD 法に基づく簡便な転写法により高性能カーボンナノチューブ TFT を実現するとともに、プラスチック上に論理集積回路を実現しその動作実証を行った。今年度は素子作製プロセスに高速な印刷技術を導入することを検討し、電極材料、絶縁膜材料などの材料選定、および最適印刷条件を見出した。さらに、より集積回路の柔軟性をより向上するため、電極・配線材料についてもカーボンナノチューブ薄膜を導入し、TFT および論理回路の動作を実証した。この集積回路はすべての部材が有機材料またはカーボン材料で構成されており、元素戦略上、極めて重要な成果である。

# 化合物半導体ナノメートル立体構造の物性制御 Fabrication and Properties of Nanometer-Structures Based on III-V Compound Semiconductors

工学研究科 電子情報システム専攻  
天野 浩 (教授), 山口雅史 (准教授), 本田善央 (助教)

## MBE-VLS 法による GaAs/InGaAs ヘテロナノワイヤ構造の作製と評価

近年、化合物半導体ナノワイヤの研究が盛んに行われており、光・電子デバイスへの応用が期待されている。そこで我々は、触媒を用いずに MBE 法により、(111)Si 基板上への GaAs 系ナノワイヤの成長を行っている。本研究では、次元を下げることで熱電性能が向上されるという理論予測に基づいて、GaAs ナノワイヤの熱電性能の評価を行った。

(111)Si 基板を 580 °C に加熱し、MBE 法により Si をドーピングして GaAs を 90 分間成長させた。Si ドープ GaAs ナノワイヤの長さは約 35  $\mu\text{m}$ 、直径は根元部分で約 200 nm、先端部分で約 60 nm であった。このナノワイヤを基板から分離させ、 $\text{SiO}_2$  膜を堆積させた Si 基板上に分散させ、電子線露光技術を用いて 1 本のナノワイヤに電極を幾つか取り付けた。また、熱電性能を測定するためにナノワイヤ周辺に熱源用の電極も設けた。図 1 に測定した試料の SEM 像を示す。右側の電極線が熱源であり、それ以外の端子は温度センサーや試料の熱起電力、導電率測定用である。

熱電性能を示す 1 つのパラメータであるゼーベック係数を求めるには、熱起電力とその際の温度差を調べる必要があるが、試料が非常に小さく、温度差の測定が困難である。そこで、ナノワイヤ両端付近に温度センサーとして電極をそれぞれ準備し、試料全体の温度を変化させたときの電極の抵抗値を調べ、この抵抗値をもとにして熱源に電流を流した時の、両方の温度センサーの抵抗値の差を調べることで、ナノワイヤ両端の温度差を決定した。また、熱電性能を示す指標として熱電性力率や無次元性能指数 (ZT) を求めるために、試料の導電率も測定した。

図 2 に測定して得られたゼーベック係数の温度依存性を示す。測定した温度範囲 (100K-300K) では、特筆すべき性能変化は見られずに、ゼーベック係数は温度に比例して上昇した。通常の Si をドーピングした GaAs バルクの 300K におけるゼーベック係数はドーピング量にも依存するが 200-400  $\mu\text{V/K}$  であり [6]、特に大きく異なっていない。このゼーベック係数から熱電性力率 (出力因子) と無次元性能指数 (ZT) を求めたところ、それぞれ 271  $\mu\text{W/m}\cdot\text{K}^2$ 、 $1.5\times 10^{-3}$  となった。しかしながら、導電率に関係しているこれらの値に関しては、理論予測よりも性能として 1 桁程度悪いものになっている。これは、Si ドープナノワイヤの導電率が  $1.5\times 10^1 \text{ S/cm}$  とドーピングしたバルク GaAs の導電率よりも 1 桁から 2 桁低くなっているためであり、この原因としてはナノワイヤ結晶内に存在している双晶欠陥が考えられる。

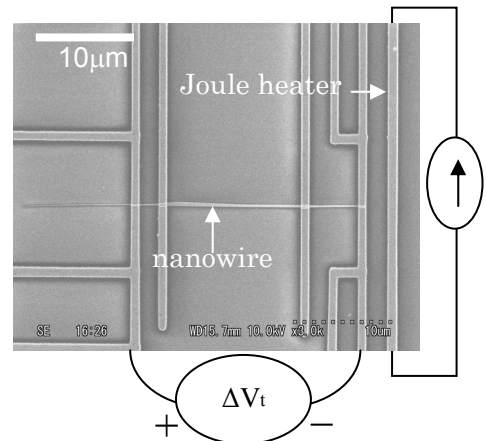


図 1 電極を施した Si ドープ GaAs ナノワイヤの SEM 像

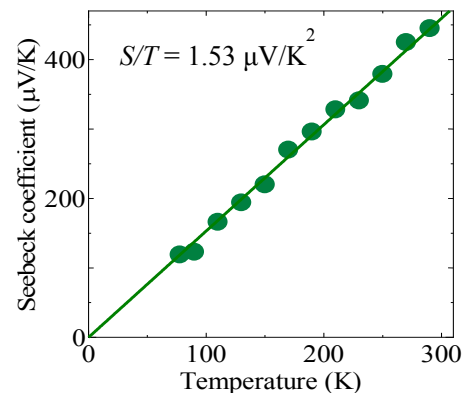


図 2 ゼーベック係数の温度依存性

# PS-PMMA ブロック共重合体マスクによる GaAs ナノパターン基板上への InAs 量子ドット構造の作製

## Fabrication of InAs quantum-dot structures on GaAs nano-patterned substrates formed by utilizing PS-PMMA block-co-polymer masks

シンクロtron光研究センター 田淵雅夫(特任教授)

結晶材料工学専攻 森岡晃太郎(M2)、竹田美和(教授)

### 1. はじめに

化合物半導体の量子ドット構造は、温度変化による波長の変動が小さく、閾値電流の小さい量子ドットレーザー等への応用が期待されており、ドットのサイズの揃った量子ドットを高密度に作製する方法が求められている。そこで本研究では、ポリスチレン(PS)ポリメチルメタクリレート(PMMA)のブロック共重合体(PS-b-PMMA)を利用した、量子ドット作製プロセスを提案した。

本研究では、まず初めに、PMMA がシリンダー状となる相分離構造をテンプレートとして使い、テンプレートの配列パターンを GaAs 基板表面に転写することで量子ドット作製のベースとなる GaAs ナノパターン基板を作製した。その後 GaAs ナノパターン基板上に InAs 量子ドット構造を作製し、パターン基板上での InAs ドットの形成過程、および、InAs ドットの発光特性を調査した。

### 2. 実験方法

まず GaAs (001) 基板上に、サイズの揃った穴が高密度に配列した PS-b-PMMA のテンプレートを作製した。次に、テンプレートの配列パターンを、穴内部に露出した GaAs をエッチングすることで転写し、さらに UV/オゾン処理によってテンプレートを除去した。以上のプロセスで、高密度の穴の配列パターンを持つ GaAs ナノパターン基板を作製した。その後、分子線エピタキシー(MBE)装置内にて基板温度 400° C で原子状水素を 3 分間照射し、パターン基板上の酸化膜を除去した。酸化膜除去後、基板温度を 500° C で InAs を 2ML、3ML、4ML 分供給した。それぞれ試料の表面モフォロジーを AFM で観察し、発光特性を PL 測定で評価した。

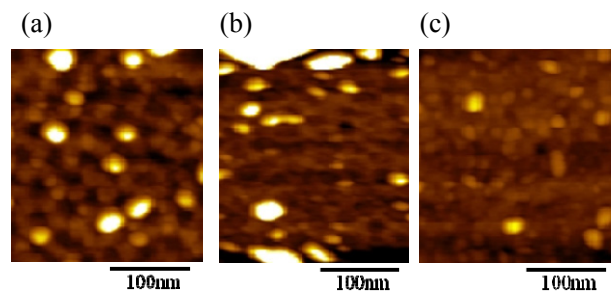


図 1. パターン基板上に InAs を(a)2ML、(b)3ML、(c)4ML 分供給した試料の AFM 観察結果

### 3. 結果および考察

図 1 (a)、(b)、(c)に、InAs を 2ML、3ML、4ML 分供給した試料の AFM 像を示す。図 1 (a)をみると、InAs を 2ML 分供給した試料では、パターン基板の穴の周囲に InAs ドットが形成されている。図 1 (b)と図 1 (c)をみると、パターン基板の穴が InAs で埋まっている様子が見られる。これらのことから、InAs ドットの形成は穴の側面から始まり、InAs を 3ML 分以上供給すると、パターン基板の穴の位置、深さ、直径に対応した、サイズの揃った InAs 量子構造が形成できることがわかった。

図 2 に各試料の PL 測定結果を示す。全ての試料においても、約 1200nm にピークを持つ発光が確認され、InAs を 3ML 分供給した試料で発光強度は最も大きい。また、InAs の供給量を変化させても発光波長のピーク位置がほとんど変化していないため、パターン基板を用いることで発光波長の制御ができる可能性が高いとわかった。

### 4. まとめ

本研究では PS-b-PMMA の相分離構造を利用して作製した GaAs ナノパターン基板を用いて、パターン基板の穴の対応した、サイズの揃った InAs の量子構造を高密度に形成することができた。

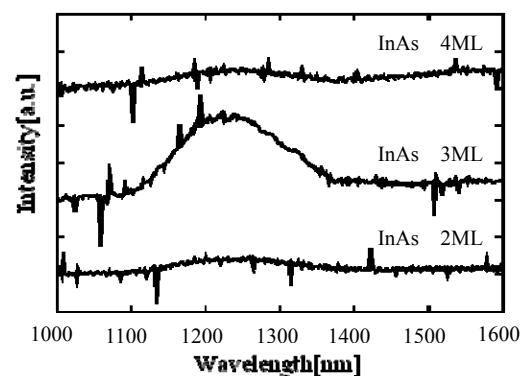


図 2. 各試料の 77K での PL 測定結果

# ナノ構造半導体・カーボンナノチューブのナノ光学物性の研究

## Optical properties of nanostructured semiconductors and carbon nanotubes

工学研究科 マテリアル理工学専攻 応用物理学分野  
中村新男(教授)、岸田英夫(准教授)、鶴沼毅也(助教)、小山剛史(助教)  
丹羽貴志(M2)、志水 聖(M2)、吉満翔平(M2)、吉川宗樹(M1)

### (1)カーボンナノチューブの光学特性の研究

#### 1) ポンプ・プローブ分光による高励起状態の励起子緩和ダイナミクスの研究

半導体ナノチューブの励起子には、第1バンド、第2バンドおよび第3バンドに基づく $E_{11}$ 、 $E_{22}$ 、 $E_{33}$ 励起子状態が存在する。高密度励起の場合には、 $E_{11}$ 励起子同士の衝突によるオージェ過程によって $E_{22}$ 準位に励起子が励起される。このような高密度励起下における高いエネルギー準位に励起された励起子の緩和ダイナミクスの研究を行った。フェムト秒ポンプ・プローブ分光によって $E_{11}$ 励起子遷移を励起した場合、 $E_{22}$ 、 $E_{33}$ 励起子吸収における吸収変化が観測され、その減衰挙動が100ps以降の時間領域まで持続することがわかった。差分吸収スペクトルの解析から、励起子の状態占有によるスペクトルのブリーチング成分は約2psで減衰するのに対し、励起子-励起子散乱によるブロードニング成分は、 $\sim 1$ ps、 $\sim 30$ ps、 $> 2$ nsの3成分で減衰することがわかった。第1成分はオージェ過程による励起子の無輻射緩和とそれに伴って放出される光学フォノンが音響フォノンに崩壊する過程を反映している。さらに、第2成分はナノチューブ内においてフォノン系が熱平衡化する過程、第3成分はチューブから試料の溶媒へ熱拡散する過程に対応することがわかった。

#### 2)半導体ナノチューブにおける荷電励起子の生成と緩和ダイナミクスの研究

高密度にドーパされた半導体ナノチューブにおいて、励起子が安定に存在するとともに、電子または正孔と励起子が結合した荷電励起子が生成されることが最近になって報告された。このような荷電励起子は半導体量子ドットなどで観測されているが、一次元励起子系におけるその生成過程と安定性に関する研究はこれまで行われていない。そこで、塩酸を用いて正孔をドーパした高純度半導体ナノチューブを対象にして、発光ダイナミクスを明らかにする研究を行った。

図1は、正孔濃度0.97hole/nmの半導体ナノチューブ試料における励起子(a)と荷電励起子(b)の発光減衰曲線を示す。励起子発光の減衰挙動は、速い成分(80fs)と遅い成分(600fs)の2成分の指数関数によって再現される。一方、荷電励起子の場合、減衰曲線に立ち上がり成分が観測され、減衰時定数380fsと指数関数と80fsの立ち上がり成分を考慮することによって実験値を再現できる。励起子発光の減衰時定数と立ち上がり時間が一致することから、光励起された励起子から荷電励起子が生成されることがわかった。また、減衰挙動の正孔濃度依存性から、荷電励起子は正孔とのオージェ過程によって消滅することがわかった。

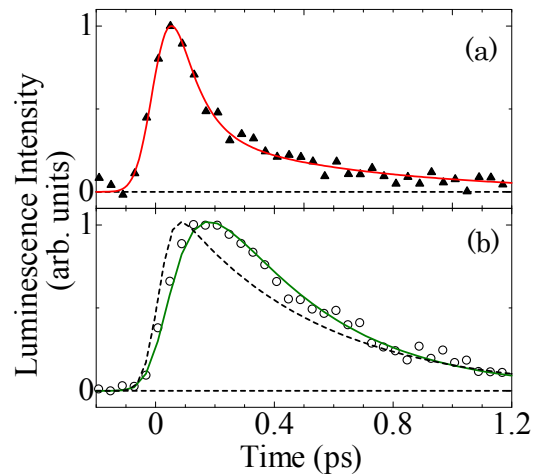


図1:(a)励起子と(b)荷電励起子の発光減衰曲線。実線はフィッティング解析の結果を示す。

### (2)Si 微細加工基板上カーボンナノチューブの成長と走査プローブ顕微鏡観察の研究

電子線描画装置と反応性イオンエッチング装置を用いて、Si 基板上に幅 200-300nm、深さ 40-80nm 野溝パターンを作製し、その基板上に架橋したカーボンナノチューブを成長させた。Si 基板上の  $\text{SiO}_2$  薄膜の厚さが 15nm から 63nm まで増加すると、厚さに比例してナノチューブ密度が増加した。還元性のあるアルコール CVD 法を用いたナノチューブ成長には  $\text{SiO}_2$  膜の厚さが重要であることがわかった。走査トンネル顕微鏡観察によってナノチューブの六員環構造を観察し、そのカイラリティについて考察した。



# ナノ結晶 3C-SiC/結晶 Si ヘテロ接合の作製

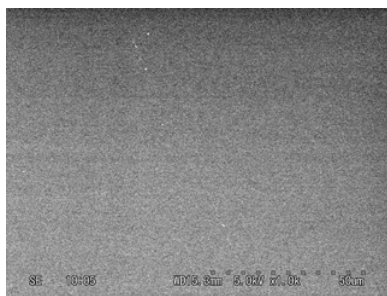
工学研究科 電子情報システム専攻

田畑彰守(准教授)、佐藤慎一郎(M2)

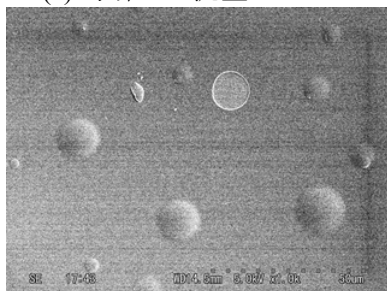
我々の研究グループでは、 $\text{SiH}_4/\text{CH}_4$ を原料ガス、 $\text{H}_2$ を希釈ガスおよび $\text{N}_2$ をドーピングガスとしてn型のナノ結晶  $\text{SiC:H}$ (nc-3C-SiC:H) 薄膜の低温( $400^\circ\text{C}$ 以下)成長に成功している。その研究において、水素ガス流量を多くするに伴い、結晶性が向上し、その結果ドーピング効率が上がり、高い電気伝導度のn型薄膜が作製できることを明らかにしてきた。そこで、nc-3C-SiC:Hのシリコン太陽電池への応用を目指して、p型結晶 Si(c-Si)上に堆積してヘテロ接合素子を作製し、その構造および特性を調べた。

図1に、水素ガス流量 100sccm(a)および 1000sccm(b)で作製した nc-3C-SiC:H/c-Si ヘテロ接合素子の表面 SEM 像を示す。水素ガス流量 100sccm にて nc-3C-SiC:H を堆積した場合(図 1(a))には、何ら構造は観測されなかった。しかし、水素ガス流量 1000sccm で作製した場合(図 1(b))には、blister および crater (B&C)が観測された。ここでは2種類に素子の SEM 像しか示していないが、水素ガス流量が多くなると B&C ができやすくなることが分かった。B&C の形成を抑えるため、水素ガス流量 100sccm にて堆積した後に 1000sccm にて堆積した二層構造の nc-3C-SiC:H 薄膜を用いてヘテロ接合素子を作製した。その結果、水素ガス流量 1000sccm にて nc-3C-SiC:H 薄膜を堆積しても blister および crater は形成されなかった。

図2に、水素ガス流量 100sccm、1000sccm および 100/1000sccm にて作製したヘテロ接合素子の電流電圧(J-V)特性を示す。水素ガス流量を 100 から 1000sccm に増加させると nc-3C-SiC:H 薄膜の結晶性や電気的特性は良くなるにもかかわらず、素子の J-V 特性は悪くなった。これは B&C の形成が一因となっていると考えられる。水素ガス流量 100/1000sccm の二層構造の素子では J-V 特性が改善され、この中では最も良い特性を示した。これは、B&C の形成が抑制され、1000sccm で作製される nc-3C-SiC:H の優れた特性が反映されたためと考えられる。



(a) 水素ガス流量 100sccm



(b) 水素ガス流量 1000sccm

図1 素子の表面 SEM 像

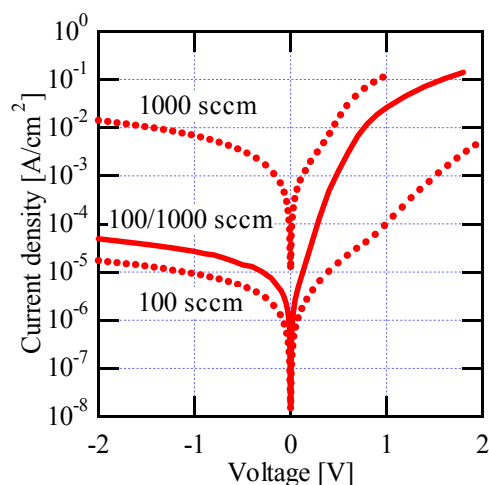


図2 nc-3C-SiC:H/c-Si ヘテロ接合素子の J-V 特性

# 高密度プラズマによるポリイミドフィルム/Cu 界面の密着性向上

## Adhesion Improvement of Cu/Polyimide Film Interface by High Density Plasma

工学研究科 プラズマナノ工学研究センター, 電子情報システム専攻  
石島達夫(助教), 伊藤 裕紀(M2), 中坊 将人(M1)

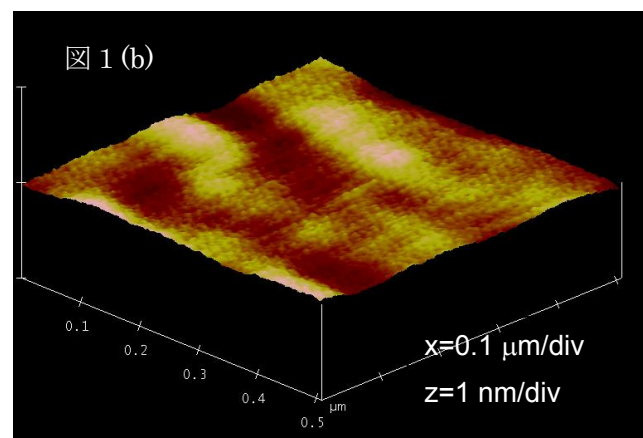
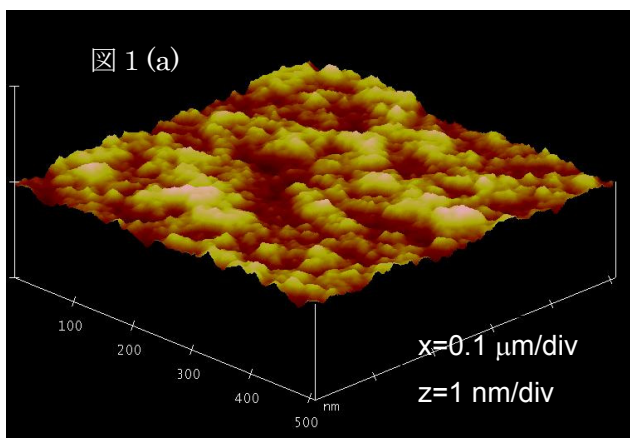
### 【背景】

機械強度特性や耐環境特性など様々な優れた特性を有する高分子フィルムは、電子機器などの電子デバイスや生体医療などの素材として多岐の分野への利用が進んでいる。特に、高分子フィルムの柔軟性・薄さ・軽量を生かせるフレキシブルディスプレイや薄膜太陽電池などの開発に注目が集まっている。これらの電子機器の耐久性を向上させるには、電子デバイスを動作させる上で不可欠な金属薄膜を、高分子フィルム上へ密着性よく形成する技術開発が重要である。現行では、フィルム表面に RF プラズマ処理を施すことで密着力の向上が図られているが、RF プラズマの密度が低いために処理効果が不十分、処理に時間を要するといった問題が挙げられている。本研究では、ポリイミドフィルム(PI)と Cu 薄膜の密着性を向上させるため、高密度表面波プラズマ (SWP) に窒素( $N_2$ )を添加して表面改質を行い、処理後の PI フィルム表面粗さ及び密着力測定により検討した。

### 【実験方法、および実験結果】

2.45 GHzのマイクロ波を用い、Arガスを導入してSWPを生成した。PIフィルムを基板ホルダーに固定し、扁平に生成される表面波プラズマに対向して設置した。フィルム処理時の放電電力1.0 kW、圧力 500 mTorr、基板位置10 cm、および処理時間5秒とした。PIフィルムのプラズマ照射による改質効果の影響を検討するため、プラズマ処理後のPI表面の凹凸形状をAFM (原子間力顕微鏡) にて観察した。

Ar、および、Ar/ $N_2$ プラズマ処理後の PI フィルム表面の AFM 画像を図 1(a), (b)にそれぞれ示す。Ar 処理 PI フィルムの表面ラフネス(RMS)が 0.41 nm であるのに対し、Ar/ $N_2$ プラズマ処理後は 0.22 nm とラフネスは減少した。Ar、および Ar/ $N_2$ プラズマ処理した PI フィルムに Cu 薄膜を堆積させたのち電気メッキにより膜厚を 10  $\mu\text{m}$  としたのち、直ちに 180°引き剥がし試験を行った。Ar 処理後の密着力は 4 N/cm であったが、Ar/ $N_2$ 処理の場合は 10 N/cm と高い密着性が観測された。これより Cu-PI 密着力には表面凹凸に起因するアンカー効果ではなく、Cu-PI 界面の窒素由来の化学結合が影響することが推察される。



# 光照射により解裂する官能基を有するブロック共重合体の合成とその相分離構造

工学研究科 化学・生物工学専攻

柴田大輔、Siti Sarah、川口大輔、松下裕秀

[緒言] 互いに非相溶な異種成分が共有結合で結ばれたブロック共重合体は、バルク状態でマイクロ相分離構造と呼ばれるナノメートルスケールの規則的な相分離構造を呈する。ブロック共重合体が呈するマイクロ相分離構造の界面は強偏析下で規則性が高く、異種成分間の結合点が存在するため形成されている。この結合点に光照射により分解する *o*-nitrobenzyl 基(ONB)基を導入できれば、マイクロ相分離状態を維持したまま、結合点を切断することができる。これにガラス転移温度以上の熱処理を施せば、マイクロ相分離構造からマクロ相分離構造へのダイナミクスを評価する上でのモデルポリマーとなるだけでなく、選択溶媒を用いたナノポーラス材料の作製が可能となり、学術的な研究対象としてだけでなく、材料構築にも有用と考えられる。本研究では、ONB 基を結合部位に持つポリスチレンとポリメタクリル酸メチルからなるジブロック共重合体(PS-ONB-PMMA)の調製方法と、バルクおよび薄膜における相分離構造について検討した。

[実験] 末端に ONB 基に加えてアルキン基を有する PS および末端アジド基を有する PMMA を合成した。次に、アルキン-アジドのクリック反応を行い、PS-ONB-PMMA を合成した(Scheme 1)。得られた PS-ONB-PMMA ( $\phi_s=0.45$ )の数平均分子量および分子量分布はそれぞれ 70.2k および 1.10 であった。そのバルク膜および薄膜は、溶媒キャスト法およびスピンコーティング法により調製し、それぞれ真空中、150°C で 24 時間熱処理を施した後、365 nm の紫外光を照射した。バルク膜は、成分のガラス転移温度以上の温度で熱処理を行い、その凝集構造の変化を時分割小角 X 線散乱(SAXS)測定により評価した。また、調製した薄膜は、PMMA の選択溶媒である酢酸を用いて処理した後、表面構造を原子間力顕微鏡(AFM)観察により評価した。

[結果と考察] Figure 1(A)は 160°C における時分割 SAXS プロファイルである。測定開始時には、ラメラ構造由来の一次および二次の整数次ピークが観測されたが、次第に低  $q$  側へシフトするとともにブロード化し、1740 秒後には完全に消失した。これは、熱処理により分子の再配置が起こり、結合点が解裂した分子鎖がドメインの中心に偏析することによりドメイン間隔が広がり、やがてマイクロ相分離構造からマクロ相分離構造へ転移したことを示唆している。また、Figure 1(B)(C)は酢酸処理前後における AFM 高さ像である。図中、明るい部分は高さの高い部分に対応する。酢酸処理をする前の膜表面(Figure 1(B))は平滑であったが、酢酸処理後では高さ 10 nm 程度、周期が 50 nm 程度の凹凸が観察された(Figure 1(C))。この結果は、マイクロ相分離構造が基板に対して垂直に配向した PS-PMMA 薄膜から UV 照射と酢酸処理により PMMA 成分が除去され、PS 成分からなるナノポーラス薄膜が形成されたことを示している。

Scheme 1. Synthesis of PS-ONB-PMMA

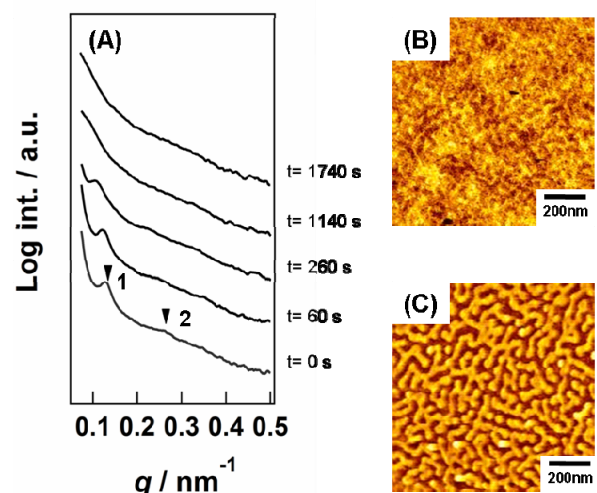
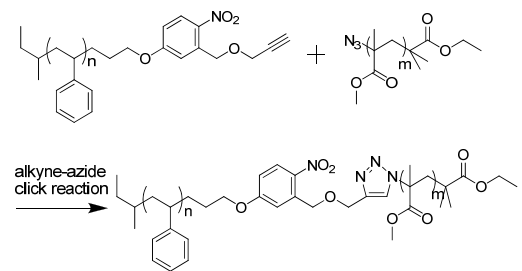


Figure 1. Time-resolved SAXS profile of PS-ONB-PMMA bulk sample at 160°C (A) and AFM images ( $1 \times 1 \mu\text{m}^2$ ) of PS-ONB-PMMA films before (B) and after (C) UV irradiation followed by acetic acid rinsing.

# 酸化還元電位検出法を用いたバイオ CMOS 集積回路

工学研究科 電子情報システム専攻

中里和郎(教授)、馬 強(研究員)、奥村 育也(M2)、山渡 翔太(M2)、

情家 智也(M2)、阿南裕穂(M1)、瀬戸川 雅裕(M1)、西尾 祐輝(M1)

CMOS 集積回路によるバイオセンサの研究が活発化している。特に昨年、Ion Torrent 社が 1 千万センサを集積した 1.75cm 角の CMOS 集積回路を用いてヒトの全遺伝情報 30 億塩基の解読に成功 (Nature 2011 年 7 月) したことから、この分野を評価する動きが進んでいる。

これまで MOSFET を用いた生体分子の検出法は、生体分子の電荷を MOSFET のゲートにより直接検出する方法が用いられてきた。しかしながらこの方法には次に述べる問題がある。(1) 生体分子は溶液中にあり、溶媒のイオンにより電荷が遮蔽される。この遮蔽距離は溶媒の濃度が 10mM で 1nm 程度、1mM で 3nm 程度である。電荷の遮蔽を抑えようとすると低濃度の溶媒を用いる必要があり、生体分子の置かれる環境はハイインピーダンスとなり、電位は不安定となる。(2) 生体分子はその形態により形を変えやすく、電位のゆらぎが大きい。(3) MOSFET のゲートはフローティングとなり、初期電荷により閾値が大きくなる。

これに対し、今回開発した酸化還元電位検出方式は、ゲート電極が溶液と接し、電子のやりとりを行うことにより化学平衡電位に定まる(図1)。32x32 センサアレイを作製し、酸化物・還元物の濃度比に対し 6 桁の範囲で理論通りの検出電位が得られることを確かめた(図2)。電位の安定性は、直接電荷検出法の 30mV/時間に対し 0.5mV/時間と 2 桁以上の向上が得られた。また、同一条件下の 32x32 センサ出力に対し 92%が中央値から 1mV 以内に収まった。残りの 8%は顕微鏡観察により電極剥がれの外観不良が見られた。

生体分子の検出には酵素反応を用いる。図3はグルコースの検出に応用した例で非常に精度の高い検出結果を得た。DNA の検出に応用した例を図4に示す。これにより高精度な小型可搬型・遺伝子ベース検査診断システムの実現の見通しが得られた。

1. H. Anan, M. Kamahori, Y. Ishige, and K. Nakazato, "Redox Potential Sensor Array by Extended-Gate FET with Ferrocenyl-Alkanethiol modified Gold Electrode," *The 14<sup>th</sup> International Meeting on Chemical Sensors*, May 20-23, 2012, Nuremberg, Germany.
2. K. Nakazato, "BioCMOS LSIs for portable gene-based diagnostic inspection system," *2012 IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, May 20-23, 2012, Seoul, Korea.

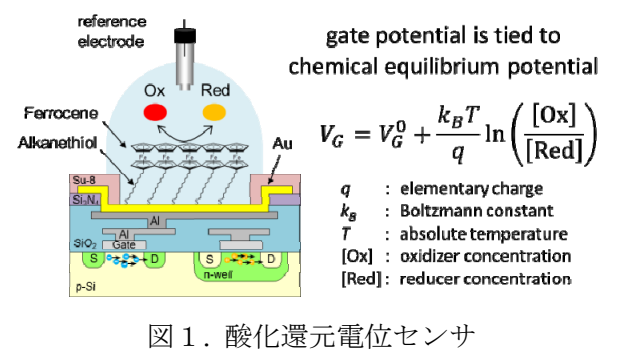


図 1. 酸化還元電位センサ

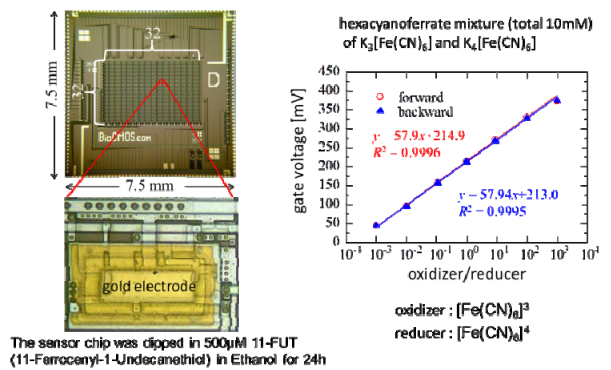


図 2. 32x32 酸化還元電位センサアレイ集積回路

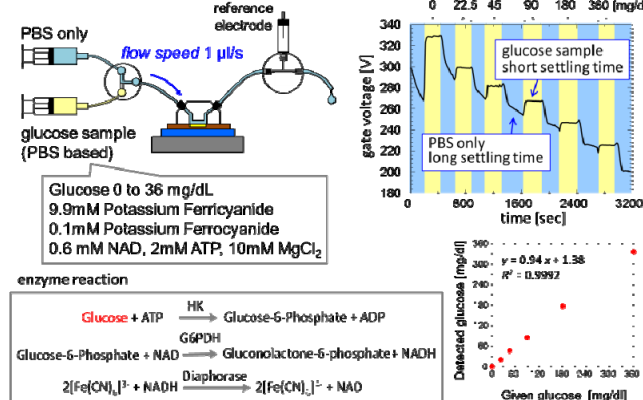


図 3. グルコースの検出結果

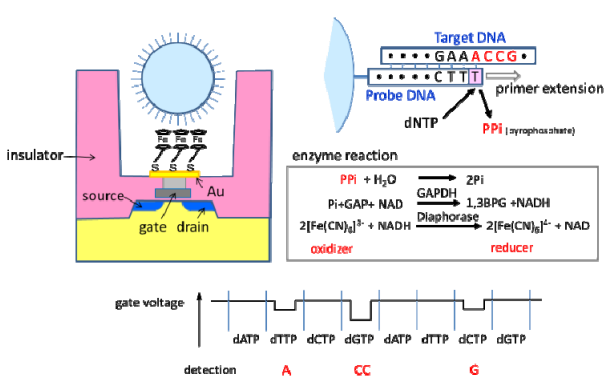


図 4. DNA 検出への応用

# 多層グラフェンからの電界放出とそのエッジ構造

工学研究科 量子工学専攻  
中久保 一也(大学院 M2), 齋藤 弥八(教授)

グラフェンは、高いキャリア移動度、機械的強靱性としなやかさ、高い熱伝導率、化学的安定性、シャープなエッジを有することから、電界放出型電子源への応用が期待され、実験および理論の両面から幾つかの研究がなされている。グラフェンのエッジ構造は電界放出 (FE) に影響を与えることが予想できるが、単一のグラフェンの構造が FE に与える影響は多くが未解明であり、FE がエッジ構造に与える影響は研究がなされていない。そこで本研究では、多層グラフェンの先端構造と FE との関係を透過電子顕微鏡法 (TEM) 及び電界放出顕微鏡法 (FEM) により調べた。

FE 用の多層グラフェン試料は次の方法で作製した。初めにタングステン (W) ワイヤを電解研磨し、先端を先鋭化した W 針を作製した。その後、走査電子顕微鏡内でマイクロマニピュレータを用いて、W 針先端をグラファイト表面に当て、通電することによって接着した。最後に、W 針をグラファイト表面から引き離すことで多層グラフェンを剥離し、W 針先端に付着させた。

TEM 内で多層グラフェンからの電界放出を行いながら、その先端の構造変化を同時に観察した。先端構造の高分解能観察を行う場合は、一旦、電界放出を止めて (印加電圧を零にして)、グラフェンエミッタの振動を防ぐために、エミッタを対向電極に接触させた。図 1 (a) 及び (b) に TEM 内で FE 実験を行う前及び最大放出電流 60 $\mu$ A で行った後の多層グラフェン先端の TEM 像をそれぞれ示す。FE によって先端のエッジがオープンからクローズに変化したことが分かる。複数のグラフェンエミッタに対して、この構造変化が生じる放出電流を測定したところ、エミッタ先端において電流密度で 10<sup>7</sup>A/cm<sup>2</sup> オーダーに達するとエッジがクローズすることが分かった。このような変化はグラフェンリボンに 1800K 以上に加熱したときにも生じることが報告されている。これまでのカーボンナノチューブ (CNT) 電界エミッタの研究においても、電界放出中の CNT がジュール加熱により 1800K 以上になる事が知られているので、今回のグラフェンエミッタにおけるエッジ構造の変化は FE 電流によるジュール加熱に起因するものと考えられる。

FEM 観察は別の超高真空装置により行い、同一エミッタに対して TEM 観察も行った。多層グラフェンからの FEM 像を図 2 (a) に示す。初期の FEM 像は図 2 (a) に示されるように紡錘形の輝点 (図中矢印) が縞状に並んだパターンが得られた。縞状パターンと似た FEM 像は先端の開いた CNT においても報告されていることから、縞状パターンはオープンエッジの多層グラフェンから出現していると考えられる。その後 FE を続けていくと、図 2 (b) に示される斑状のパターンに変化した。また、予め先端をクローズエッジにした多層グラフェン (これは TEM 内での通電加熱により行った) からの FEM 像を観察すると、初期から斑状のパターンが出現した。このような斑状パターンは先端の細い CNT においても報告されていることから、今回観察された FEM 像の縞状から斑状への変化は多層グラフェン先端のエッジ構造がオープンからクローズへ変化したことを示している。

今回、FEM と in-situ TEM を併用することにより、多層グラフェンのエッジ構造がジュール加熱によりオープンからクローズ構造に変化し、この変化に対応して FEM 像が縞状から斑状に変化する事を明らかにできた。

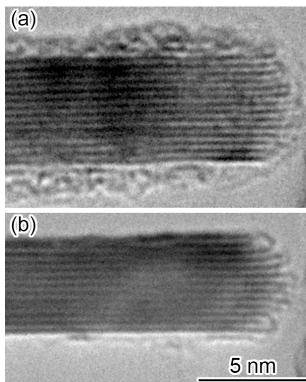


図 1 多層グラフェン先端の TEM 像。  
(a)FE 前、(b)FE 後。

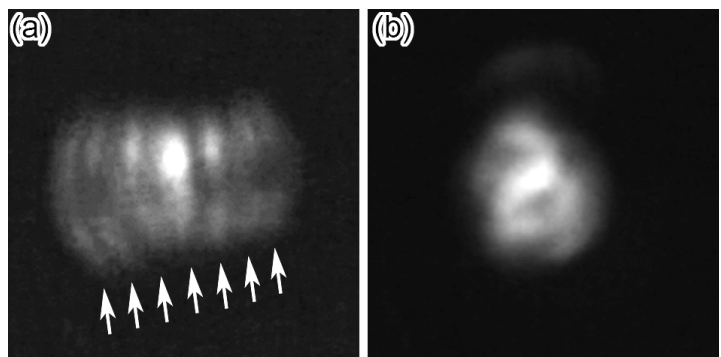


図 2 グラフェンエミッタから得られた FEM 像。  
(a)縞状パターン。(b)斑状パターン

# ナノ粒子を充填した傾斜機能誘電体による高性能電気絶縁技術に関する研究

## Application of Nano-FGM for Solid Insulator in Electric Power Apparatus

工学研究科 電子情報システム専攻<sup>1</sup>, エコピア科学研究所<sup>2</sup>

下村 淳揮<sup>1</sup>(M2), 中野 龍之<sup>1</sup>(M1), 早川 直樹<sup>2</sup>(教授), 花井 正広<sup>2</sup>(教授), 大久保 仁<sup>1</sup>(教授)

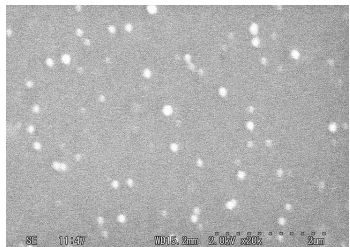
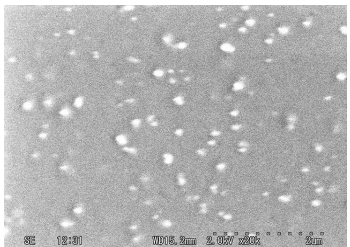
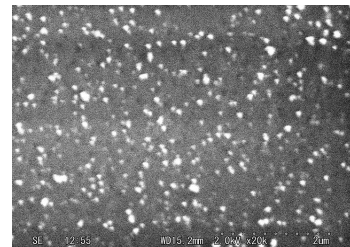
本研究では、次世代の環境調和型電力機器における内部電界を均一化する一つの技術として、傾斜機能材料(FGM: Functionally Graded Material)に着目している。FGMは、誘電体内部の誘電率を空間的に傾斜させることによって機器内部の電界分布をコントロール可能とするものであり、ポリマー中で無機粒子の充填量を傾斜させることで実現可能である。電力機器にはエポキシ樹脂が使用されているため、これまでに熱硬化性であるエポキシ樹脂をベースとした FGM の作製技術、特性評価および電界低減性能について検討してきた。一方、近年、ナノサイズの無機粒子(ナノ粒子)をポリマーに充填することにより、優れた絶縁耐力を付与できることが知られるようになってきた。以上の観点から、本研究では、ナノ粒子を充填した傾斜機能誘電体(Nano-FGM)を開発し、それによる高性能電気絶縁技術を創製することを目的としている。

これまでに、ナノ粒子としてアルミナ( $Al_2O_3$ )を用いて、エポキシ/アルミナナノコンポジット (NC) の分散性制御と誘電特性に関する基礎的研究を実施した。本年度は、ナノ粒子として表 1 に示すシリカ( $SiO_2$ )およびチタニア( $TiO_2$ )を追加し、エポキシとのナノコンポジットを作製した。各種ナノ粒子を充填した NC の内部断面 SEM 画像を表 2 に示す。白色部分はナノ粒子、黒色部分はエポキシ樹脂を示している。同図より、作製した NC には分散したナノ粒子が多く存在していることがわかる。今後、このような分散性の高い各種 NC の誘電率が母材のエポキシ樹脂よりも低減することを実験的に明らかにし、ナノ粒子とエポキシ樹脂との界面現象を考察・検証することにより、高分散 NC における低誘電率化メカニズムの解明と拡張限界を推定する。さらに、その

表 1 各種ナノ粒子の諸元

|      | 平均粒子径 (nm) | 粒子形状 | 結晶系      | 比表面積 ( $m^2/g$ ) | 真密度 ( $g/cm^3$ ) | 誘電率 |
|------|------------|------|----------|------------------|------------------|-----|
| アルミナ | 31         | 球状   | 立方晶/斜方晶  | 48.4             | 3.95             | 9.3 |
| シリカ  | 25         | 球状   | 非晶質      | 94.8             | 2.20             | 3.8 |
| チタニア | 36         | 球状   | アナターゼ80% | 41.6             | 3.70             | 48  |

表 2 各種ナノ粒子を充填したエポキシ試料の SEM 画像

| ナノ粒子  | アルミナ  | シリカ  | チタニア  |
|-------|---|--|---|
| 最終充填率 | 0.19 vol%   | 0.79 vol%  | 1.41 vol%   |
| SEM画像 |  |  |  |

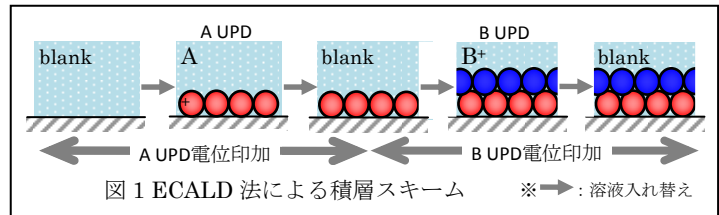
誘電率分布を任意に制御する技術を開発することにより, Nano-FGM の技術的可能性について検討する.

# 電気化学的原子層エピタキシーによる半導体積層電極の作製 Fabrication of Semiconductor thin film on Silver Nanocubes via Electrochemical Atomic Layer Deposition Technique

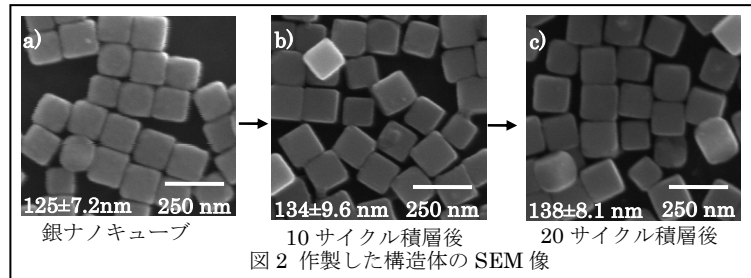
工学研究科 結晶材料工学専攻

岡崎 健一(助教)、中野 愛(M1)、鳥本 司(教授)

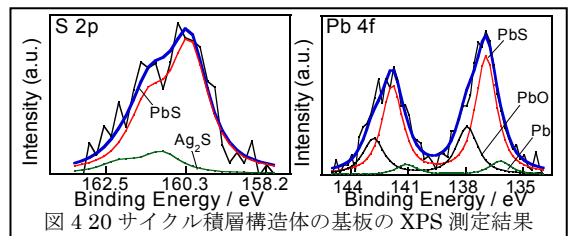
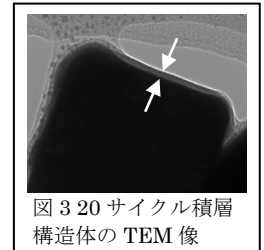
**【背景】** ナノ粒子は、その形状やサイズに依存してバルクとは異なる光学特性を示すため、太陽電池や光触媒において、高効率・高活性化が期待され、盛んに研究されている。ナノスケールで構造を制御する方法の一つとして、電気化学的原子積層法(Electrochemical Atomic Layer Deposition; ECALD 法)がある。この方法は、印加電位の制御による元素の単原子層析出(Underpotential Deposition; UPD)を利用し、二種以上の元素を逐次的に積層させる方法である(図 1)。この手法では単原子層ずつ析出させるため、積層数などを変化させるだけで容易に構造を制御することが可能である。しかしこの手法には表面が一様な基板が必要であるため、現在までに二次元的な薄膜作製は行われているが、より高度な三次元的な構造をもつ構造体は作製されていない。そこで本研究では、一様な結晶表面を持つ立方体銀ナノ粒子をテンプレートに用い、硫黄(S)および鉛(Pb)を単原子層で交互に積層することで、硫化鉛の三次元構造体の作製を試みた。



**【実験】** テンプレートに用いる銀ナノキューブは、既法<sup>1</sup>に基づいて作製した。作製した銀キューブは SEM 像(図 2a)より、平均粒径 125 nm であることがわかった。この銀ナノキューブを透明導電性電極(ITO 電極)上に担持することで ECALD 法に用いる基板とした。得られた基板を作用極に用い、サイクリックボルタモグラム(CV)を測定することで、PbS 薄膜作製の最適条件を検討した。図 1 に示すように、S、Pb のいずれの場合も、それぞれある電位を印加した状態で S 源、Pb 源の添加および除去を行うことで、S および Pb の積層を行った。図 1 に示す一連の操作を 1 サイクルとし、10、あるいは 20 サイクル行うことで PbS 積層銀ナノキューブ複合構造体を作製した。



**【結果・考察】** S および Pb を 10 サイクル、あるいは 20 サイクル積層することで作製した構造体の SEM 像を図 2 (b, c)に示す。10 サイクル、および 20 サイクル積層後の構造体の平均粒径はそれぞれ 134 nm, 138 nm であり、テンプレートである銀ナノキューブの形状を維持したまま、粒径が増大した。さらに、20 サイクル積層基板の TEM 像(図 3)では、粒子の内部と表面でコントラストに差が見られた。このことから、ECALD 法を用いることで、S および Pb を銀ナノキューブ上へ均一に積層できることがわかった。この銀ナノキューブ上の薄膜が PbS であるか検討するために X 線光電子分光法(XPS)測定を行った(図 4)。XPS 測定において、S および Pb に由来するピークが観測され、またピーク分離によりそれらが PbS を形成していることが示唆された。以上の結果より、銀ナノキューブをテンプレートとした ECALD 法により、三次元的な構造を持った PbS 積層銀ナノキューブの作製、および積層数による膜厚の制御に成功したことがわかった。



今後は、作製した PbS 積層銀ナノキューブ構造体の光吸収特性、光応答性の評価、太陽電池への応用、および膜厚などの最適条件の検討を行う。また、この ECALD 法を、PbS に比べより低毒性で太陽電池の光吸収材料として期待される三元系半導体化合物 CuInS<sub>2</sub> などへ応用する。

参考文献 (1) Y. Xia et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2005, **44**, 2154–2157.



# Micropost-Array Chips for Non-Adhesive Cell Culture

Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering

T. Naito (D2), N. Kaji (Associate Prof.), Y. Okamoto (Senior Lecturer), M. Tokeshi (Prof.), Y. Baba (Prof.)

Cell culture technique is essential for biological and medical research to investigate biological systems, diseases, and so on [1]. Changing medium to stimulate gene expression and long-term stressless culture are required for cell culture microdevices in molecular biology research. Although various cell culture chips for adhesive cells have been reported so far, there are few reports about chips for culturing non-adhesive cells requiring cell trapping. Previously reported cell trapping techniques for culturing non-adhesive cells in a microfluidic device have a risk of cell damage from various stresses, e.g., photon radiation pressure, electrical field, joule heating, or acoustic force [2]. We propose a stressless cell culture device for non-adhesive cells. The device uses only hydrodynamic force and hence it provides cell culture environments very similar to conventional cell culture environments.

The device is comprised of two components: a micropost array and a loop channel. The tilted micropost array divides the total fluid flux into several similar flow streams that render cells migrate to the loop channel and has a potential to separate small molecules such as DNA, RNA and proteins [3]. Cells return to the initial position through the loop channel and flow again to the micropost array region. At the same time stale medium is exchanged to fresh medium. The device is not only useful for on-chip cell culture but for extraction of biological sample such as DNA, RNA and proteins.

The tilted micropost array was fabricated on a silicon substrate. In order to migrate yeast cells to the loop channel, microposts (12  $\mu\text{m}$  diameter, 20  $\mu\text{m}$  height, 10  $\mu\text{m}$  spacing) were arrayed with 3.9°-tilt to the channel wall. Yeast cells were spread out at the upstream region, and then they were focused on the upper side of the downstream region in the channel. About 87.4% of the introduced yeast cells were migrated to the upper half of the channel.

Two types of loop channels were designed. Both of the channels have an inlet, an outlet, two loop ends, and two electric pumps. One of the electric pumps was connected to the inlet while the other was linked to the two loop ends. The flow was visualized using fluorescence beads. In the case of the Type 1 channel, fluorescence beads, filled into the channel prior to water introduction, kept flowing in a loop channel during water introduction. Introduced water and the fluorescence beads formed a two-phase laminar flow. In Type 2 channel, although introduced fluorescence beads and water formed a two-phase laminar flow in the initial stage, the water was pushed out by introduced fluorescence beads later.

- [1] H. Kitano, "Systems Biology: A Brief Overview," *Science*, **295**, 1662 (2002).
- [2] M. Evander, L. Johansson, T. Lilliehorn, J. Piskur, M. Lindvall, S. Johansson, M. Almqvist, T. Laurell, J. Nilsson, "Noninvasive Acoustic Cell Trapping in a Microfluidic Perfusion System for Online Bioassays," *Anal. Chem.*, **79**, 2984 (2007).
- [3] L. R. Huang, E. C. Cos, R. H. Austin, J. C. Sturm, "Continuous Particle Separation Through Deterministic Lateral Displacement," *Science*, **304**, 987 (2004).

# 高品位鉄砒素超伝導薄膜の MBE 成長 (MBE growth of high quality thin films of iron arsenic superconductors)

工学研究科結晶材料工学専攻

生田博志(教授)、川口昂彦(D2)、大野俊也(M2)、坂上彰啓(M1)

2008 年に発見された鉄系超伝導体は、新規の高温超伝導体として高い注目を集めている。良質な薄膜の成長は、基礎研究を進める上でも、また応用上も非常に重要である。我々はこれまで主に、鉄系超伝導体の現時点で最高の超伝導転移温度( $T_c$ )を有する  $LnFeAs(O,F)$  ( $Ln$ =ランタノイド)の薄膜成長に取り組み、超伝導薄膜のその場(*in-situ*)成長に初めて成功した。一方、 $AFe_2As_2$  ( $AE$ =Ba, Sr) 系は  $LnFeAs(O,F)$  に比べて  $T_c$  が低いものの成長がより容易であり、特に Co 置換により超伝導を発現した  $AE(Fe,Co)_2As_2$  系では多くの薄膜成長の報告例がある。しかし、P 置換系  $AFe_2(As,P)_2$  は  $T_c$  が比較的高く、Co 置換系を上回るにも関わらず、薄膜作製の報告がなかった。この系はバルク単結晶の研究で結晶性が非常に高いと報告されており、接合作製に適した良質な薄膜が得られることが期待できる。そこで、本研究では  $BaFe_2(As,P)_2$  の MBE 成長に取り組んだ。

まず、母相の  $BaFe_2As_2$  については先行研究があるので、これを参考に、単相薄膜が得られる条件を決定した。次に、 $BaFe_2(As,P)_2$  薄膜の成長に取り組んだ。P の供給源としては、GaP を原料に、Ga と P の蒸気圧差を利用して Ga のみトラップして  $P_2$  分子線を得る手法を使用した。図 1 に、P 置換量を変えて  $LaAlO_3$  基板上に成長した一連の薄膜の抵抗率の温度依存性を示す。系統的に抵抗率の値が変化し、最高でオンセットが 29 K の、Co 置換系に比べて高い  $T_c$  の薄膜が得られた。 $T_c$  や格子定数と P 置換量の関係はバルク単結晶での報告とほぼ一致し、系統的に P 置換量が増加した薄膜が得られたことが分かる。一方、 $MgO$  基板上に成膜したところ、 $T_c$  の P 組成依存性が異なる振る舞いを示し、図 2 からわかるように、 $T_c$  最大の組成は低 P 組成側にシフトした。また、格子定数の P 組成依存性も、バルク単結晶での報告からシフトした。これは、 $MgO$  が  $BaFe_2(As,P)_2$  に比べて格子が大きいために、薄膜に伸長歪が加わっていることを意味している。鉄系超伝導体は、結晶格子の局所構造によって敏感に  $T_c$  が変化することが報告されており、Pn-Fe-Pn (Pn=As または P) のボンド角や、Fe-Pn 面からの Pn 原子の高さなどの重要性が指摘されている。 $MgO$  上の薄膜の  $T_c$  の P 組成依存性の変化は、伸長歪に伴うこれらのパラメータの変化で期待される振る舞いと定性的に一致しており、基板からのエピタキシャル歪により超伝導特性が変化したと理解できる。

さらに、傾角が  $24^\circ$  の  $MgO$  バイクリスタル基板上に  $BaFe_2(As_{1-x}P_x)_2$  の粒界接合を作製し、その特性を評価した。図 3 に、 $x=0.24$  の試料の、幅  $30 \mu m$  の粒界接合の様々な温度での電流( $I$ )-電圧( $V$ )特性を示す。 $I$ - $V$  特性はジョセフソン接合で期待される RSJ モデルと、磁束フローモデルの和でよく記述できる。また、接合抵抗は小さく、報告例のある  $Ba(Fe,Co)_2As_2$  同様、結晶粒界が金属的であることを示している。一方、 $I$ - $V$  特性から決定した臨界電流密度( $J_c$ )は、4.2 K で  $1.1 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$  に達した。 $Ba(Fe,Co)_2As_2$  の  $J_c$  は銅酸化物高温超伝導体の  $YBa_2Cu_3O_y$  より傾角依存性が弱く、大傾角粒界では  $YBa_2Cu_3O_y$  を上回ると報告されている。 $BaFe_2(As,P)_2$  の  $J_c$  は、Co 置換系の同一傾角での値の 3 倍以上であり、P 置換系が優れた粒界特性を有することを示している。

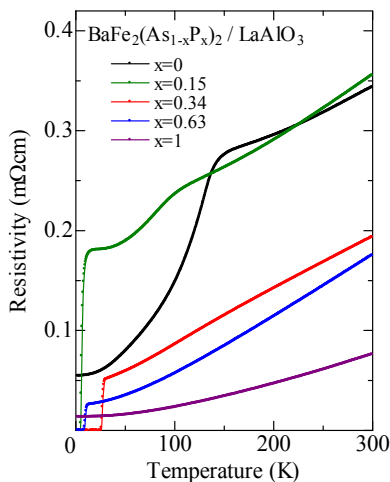


図 1:  $LaAlO_3$  基板上に成膜した  $BaFe_2(As,P)_2$  薄膜の抵抗率の温度依存性。

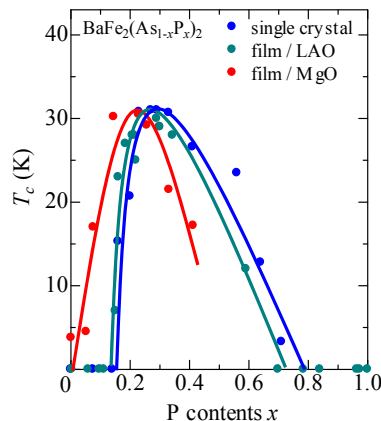


図 2: 単結晶および  $LaAlO_3$  または  $MgO$  基板上の  $BaFe_2(As,P)_2$  薄膜の  $T_c$  の P 組成依存性。

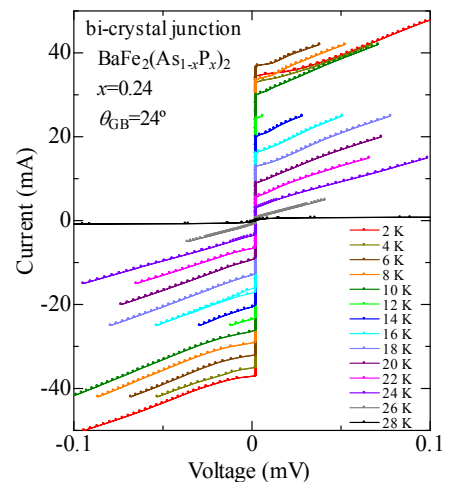


図 3:  $MgO$  バイクリスタル上に作製した粒界接合の様々な温度での  $I$ - $V$  特性。

# 有機分子ナノプロセス -イオン液体の電極界面吸脱着の電場ヒステリシス- Adsorption and desorption hysteresis of ionic liquids on Pt surface

理学研究科 物質理学専攻

大内幸雄(准教授)、酒井康成 (D3)、J. Montague(D1)

## 【はじめに】

イオン液体は常温で液体相をとる塩であり、広範な分野からの注目を集めている。特に電気化学や化学工学では、環境汚染に直結する有害溶媒への代替材料として日々研究が進められている。本研究では典型的なイオン液体である 1-butyl-3-methyl imidazolium trifluoromethane-sulfonate([bmim]OTf)を対象に、Pt 電極界面構造の電位依存性を赤外-可視和周波発生分光法(IV-SFG)を用いて in-situ 評価した。電位窓内での掃引にも拘わらず、OTf アニオンの Pt 電極への吸着に強いヒステリシス現象が観測された。

## 【研究成果】

Fig.1 に[bmim]OTf の(i)CV と各電位((1)+1400mV (a,e), (2) -1000mV(b,d) および(3) -2500mV (c))における電極界面における SFG スペクトル(ssp)を示す。尚、-1000mV の SFG スペクトルは電位を正から負へ掃引する過程 (b)及び負から正へ掃引する過程 (d)の二例を示した。まず、(1)+1400mV の SFG スペクトルでは  $\sim 1050\text{cm}^{-1}$ ( $\text{SO}_3(2)$ )と  $\sim 1100\text{cm}^{-1}$ ( $\text{SO}_3(3)$ )に二本のピークが認められた。 $\sim 1100\text{cm}^{-1}$ の  $\text{SO}_3\text{-ss}$  ピーク( $\text{SO}_3(3)$ )は正に帯電した電極界面に強く吸着している OTf アニオン由来であると同等される。また、 $\sim 1050\text{cm}^{-1}$ の  $\text{SO}_3\text{-ss}$  ピーク( $\text{SO}_3(2)$ )もカチオンと相互作用していない状態の OTf アニオンのピーク位置( $\sim 1032\text{cm}^{-1}$ )に比べ高波数シフトしているが、シフト幅が狭く、こちらは電極界面に弱く吸着している OTf アニオン由来であると考えられる。

(3) -2500mV では電気化学的には OTf アニオンは電極表面から脱離していることが予想されるが、SFG スペクトルに小さいながら  $\text{SO}_3\text{-ss}$  ピーク( $\text{SO}_3(1)$ )が残った。加えてピーク位置がバルクピーク  $1034\text{cm}^{-1}$  に近接していることから、 $\text{SO}_3\text{-ss}$  ピーク( $\text{SO}_3(1)$ )は電極表面ではなく二層目以降に存在する OTf アニオン由来であると推定される。

興味深いことに(2) -1000mV の SFG スペクトルに電位掃引の方向によってスペクトル形状が大きく異なる現象:ヒステリシスが観測された。まず、正から負へ電位を掃引する過程 (b)では弱吸着アニオン種由来のピーク( $\text{SO}_3(2)$ )が顕著に認められたが、負から正へ掃引する過程 (d)では二層目由来の  $\text{SO}_3(1)$ が弱く観測されるのみで弱吸着アニオン種由来のピーク( $\text{SO}_3(2)$ )は消失したままであった。実験は平衡状態を確認しながら進めている。この結果はアニオンの吸着状態に、ある種の障壁が伴っていることを意味している。電位掃引 in-situ IV-SFG の詳細な解析から、このヒステリシス幅がおおよそ 1.5V 程度であることが分かった。

ヒステリシスのメカニズムについては不明な点が多く、今後の検討課題である。このような系での理論計算は、それらがカチオンとアニオンを含む多体問題であることなどから極めて難しい状況にある。我々は、試みに OTf アニオン単体の Pt(111)面への吸着構造を第一原理計算により評価したところ、正の高電位側では  $\text{SO}_3$  基の 3 つの O による吸着構造が、正の低電位側では  $\text{SO}_3$  基の 2 つの O による吸着構造がそれぞれ安定であることを得ている。

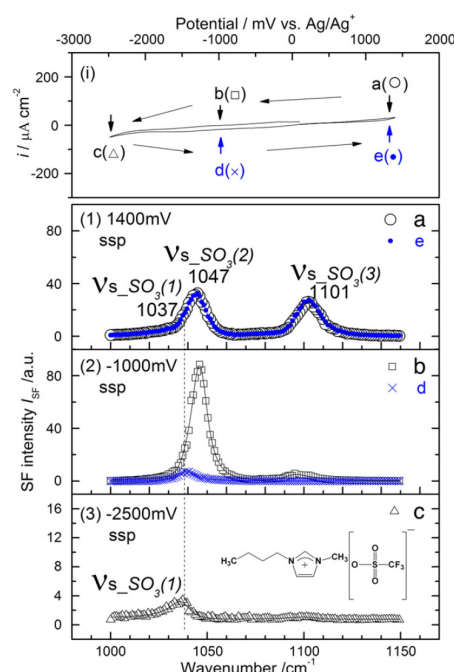


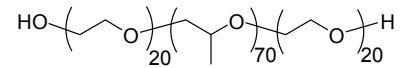
Fig. 1 [bmim]OTf/Pt 界面における CV および +1400mV から-2500mV を経て再び+1400mV に戻る電位掃引を行った際の、対応する電位における IV-SFG スペクトル (ssp)。

# 高分子界面活性剤/シリカメソ構造体膜中にて相転移により誘起される ヘキサゴナル相の垂直配向

## Vertical alignment of mesostructured silica film induced by LC phase transition of polymer surface active agent

ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー  
永野 修作(准教授)

**【緒言】** リオトロピック液晶(LLC)の自己集合構造を鋳型としてゾルゲル法によって合成される LLC/シリカハイブリッド膜やメソポーラスシリカ膜のメソ構造を配向制御する試みが、近年、注目を集めている。特に、このメソ構造を基板に対して垂直方向に配向させてから鋳型の除去にて得られる垂直配向メソポーラスシリカ膜は、分子ふるい、太陽電池・蓄電池の分離膜や電極など、産業的に広い応用が期待できる。しかし、メソ構造の垂直配向は一般には困難であり、垂直配向の達成は、これまでにわずか数例である[例えば 1,2]。本研究では、非イオン性ブロック共重合体 Pluronic P123



Pluronic P123

を LLC 分子として用い、シリカハイブリッド薄膜中の液晶相転移によって垂直配向シリカメソ構造体が誘起されることを見いだしたので報告する。  
**【実験】** テトラエトキシシランとエタノール、水、塩酸を 70 °C で加熱攪拌することで、シリカ前駆体溶液とした。P123 をこのシリカ前駆体溶液と任意の割合で混合し、スピコート法にて P123 とシリカからなる複合膜を Si 基板上に調製した。得られた複合膜におけるメソ構造の有無およびその配向は、斜入射小角 X 線散乱 (GI-SAXS) 測定にて評価した。

**【結果・考察】** 調製されたままの状態 (as-prepared) の P123/シリカ複合膜の GI-SAXS 測定の結果、基板面に対して面外方向に特徴的な複数の回折が観察され (図 1a)、P123 ミセル構造由来のスフィア構造を有していることが分かった。この複合膜を真空乾燥後、GI-SAXS 測定を行った結果を図 1b に示す。真空乾燥前に存在した面外方向の回折が消失し、面内方向  $2\theta = 0.8^\circ$  ( $d = 11.1 \text{ nm}$ ) の位置に回折が観察され、垂直配向シリンドラー構造と帰属されることがわかった。また、AFM 観察からも垂直配向シリンドラー構造が確認できた。これらの結果は、薄膜中、真空乾燥により非平衡なスフィア構造から安定なシリンドラー構造へと相転移する際に、シリンドラーの垂直配向が誘起されることを示す。Yamamoto らは、ブロック共重合体薄膜の溶媒アニールにより、スフィア-シリンドラー相転移を起こし、垂直配向シリンドラーが誘起されることを報告している [3]。よって、同様な現象が薄膜中の真空乾燥処理によってもたらされたと考えられる。

以上の結果は、液晶相転移により垂直配向シリンドラーの誘起が可能であることを示し、シリカメソ構造体の新たな垂直配向制御手法として有用であることがわかった。

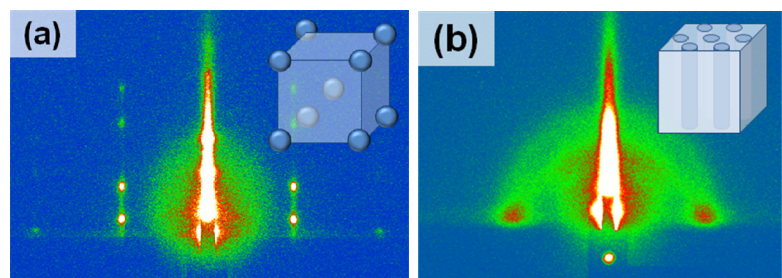


Figure 1. GI-SAXS patterns of the P123/silica hybrid film before (a) and after (b) vacuum drying process.

### 【参考文献】

1. E. M. Freer et al., *Nano Lett.*, **2005**, *5*, 2014.
2. E. K. Richman et al., *Nature Mater.*, **2008**, *7*, 712.
3. K. Yamamoto et al., *Journal of Physics: Conference Series*, **2011**, *272*, 012015.

# 高分子のらせん構造制御と機能発現に関する研究

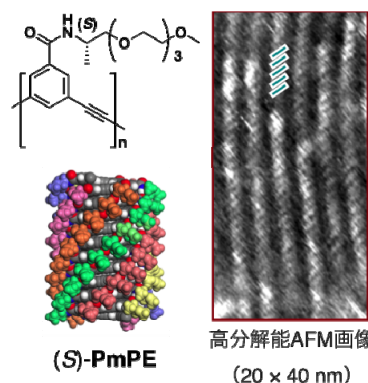
## Studies on helicity control of macromolecules and their functions

工学研究科 物質制御工学専攻  
八島栄次（教授）、飯田拡基（講師）、田浦大輔（助教）

構造制御されたらせん高分子・超分子の合成手法の開発と、それに基づく機能の発現と応用を目指して、以下のテーマを中心に研究を進めている。

### （１）原子間力顕微鏡によるらせん高分子の直接観察

らせん構造を形成する光学活性高分子はキラル識別材料をはじめとする幅広い分野での応用が期待されるため、その合成と構造、機能に関する研究が世界中で活発に行われている。らせん高分子の構造に関する知見は重合機構や機能発現の分子レベルでの理解を深める上で極めて重要であり、従来、円二色性(CD)や NMR、X 線、計算化学等の手法により検討されてきた。しかし、らせん高分子の最も基本的な特性であるらせんの巻き方向を決定可能な一般的な手法はこれまでになかった。一方、最近、側鎖に長鎖アルキル基を導入した光学活性ポリフェニルアセチレンやポリフェニルイソシアニド誘導体が有機溶媒の飽和雰囲気下、固体基板上でらせん構造を保持したまま二次元結晶化することが見出され、原子間力顕微鏡(AFM)による直接観察により、らせん構造、すなわち、らせんの巻き方向や片寄り、ピッチ等の決定が可能となった。これを踏まえ、側鎖にアラニン残基を有するポリメタフェニレンエチンレン誘導体を合成し、固体基板上に二次元結晶化させることで、AFM によるらせん構造の直接観察を試みた。側鎖に L-または D-アラニン由来のキラリティーを有する (*S*)-または (*R*)-PmPE は有機溶媒中で主鎖の吸収領域に鏡像関係の CD スペクトルを示し、互いに逆巻きのらせん構造を形成していることが示唆された。また、このポリマーがグラファイト基板上でらせん構造を保持したまま二次元結晶化することを見出し、AFM による直接観察から (*S*)-PmPE は右巻き、(*R*)-PmPE は左巻きのらせん構造を有する可能性の高いことが明となった。さらに、これらのポリマーの配向フィルムの X 線回折測定から求めた分子鎖間距離と AFM で観察された分子鎖間距離は良い一致を示した。すなわち、フォルダマーに分類される動的ならせん高分子のらせん構造を AFM および X 線構造解析を併用することにより、初めて可視化し、その向きを決定することに成功した。



### （２）相補的二重らせん形成を介した不斉選択的イミン結合形成反応

種々のリンカー部位を有するキラルなアミジンの二量体をテンプレートに用いることで、片方の末端にアルデヒド基を有するカルボン酸モノマーとラセミのシクロヘキサンジアミンとの二段階のイミン結合形成反応が不斉選択的に進行するかどうかを調べた。キラルなリンカーを有するアミジン二量体をテンプレートに用いた場合、反応初期において 57% ee の不斉選択性で (*R,R*)-体が反応し、最終的に 30% ee の不斉選択性で (*R,R*)-体がカルボン酸二量体のリンカーとして取り込まれ、一方向巻きに片寄った二重らせんを形成することが明らかになった。すなわち、相補的な二重らせん分子の一方の鎖をテンプレートに用いることで、テンプレートの絶対配置に関する情報を、相補鎖へ転写することに成功した。

# DNA 二重鎖のコンフォメーション解析 (Conformation analysis of the DNA duplex)

工学研究科物質制御工学専攻

浅沼浩之(教授)、櫻田啓(講師)、伊藤浩(博士3年)、藤井大雅(博士3年)

これまでに我々は外部刺激として光に着目し、アゾベンゼンを光スイッチとして用いる事で DNA 二重鎖の形成と解離の高効率な光制御に成功した<sup>1)</sup>。しかしこれまでの光制御はアゾベンゼンの光異性化に紫外光を用いていたため、遺伝子発現の制御など生体系への応用を試みる際に系に損傷を与えるなどの問題があった。アゾベンゼンの光異性化を可視光のみで行なうには電子供与性置換基の導入が有効であるが、そのような化学修飾は *cis*-体の熱安定性を低下させるため効率的な光制御が困難となる。一方我々は、オルト位をメチル基で修飾したアゾベンゼンが極めて高い *cis*-体の熱安定性と高い光制御能を併せ持つことも明らかにした<sup>2)</sup>。本研究ではこれらの成果もとに、*cis*-体の不安定性を伴わずに可視光のみで DNA 二重鎖の形成と解離を高効率に光制御できる新規可視光応答型アゾベンゼンの開発を目指した。

## 1) 可視光応答型アゾベンゼンの設計

本研究で新たに合成したアゾベンゼン誘導体 **Thio-DM-Azo** の構造と光制御能評価に用いた DNA 配列を Fig. 1 に示す。**Thio-DM-Azo** を Da 配列に導入しその吸収スペクトルを測定したところ、期待通り極大吸収波長が長波長シフトした。照射波長ごとの異性化を検討したところ、*trans*-体から *cis*-体へは 400 nm、一方 *cis*-体から *trans*-体へは 450 nm の可視光領域の光照射のみで異性化することが明らかとなった。**Thio-DM-Azo** を *trans*-体に異性化させた場合、融解温度  $T_m$  は 48.3 °C となり **DM-Azo** を導入した場合 ( $T_m = 50.9$  °C) に比べ二重鎖の安定性が若干低下したものの、**Azo** を導入した二重鎖 ( $T_m = 48.9$  °C) と同程度の安定性を示した。これはオルト位に導入したメチル基による安定効果と、パラ位に導入したメチルチオ基が相補鎖と立体障害を起こすことによる不安定化が相殺されたためと考えられる。これに対して **Thio-DM-Azo** を *cis*-体に異性化させた場合には  $T_m$  は 34.9 °C と、**DM-Azo** を導入した場合と同様に二重鎖が大きく不安定化した。これは、*cis*-体においては **DM-Azo** と同様にオルト位に導入したメチル基が隣接する塩基対との間で効率的な立体障害を生じたためと考えられる。この結果、可視光のみで異性化する **Thio-DM-Azo** では光制御能の指標である  $\Delta T_m$  が 13.4 °C となり、**DM-Azo** ( $\Delta T_m = 14.6$  °C) と同様に優れた光制御能を持つことが分かった<sup>3)</sup>。

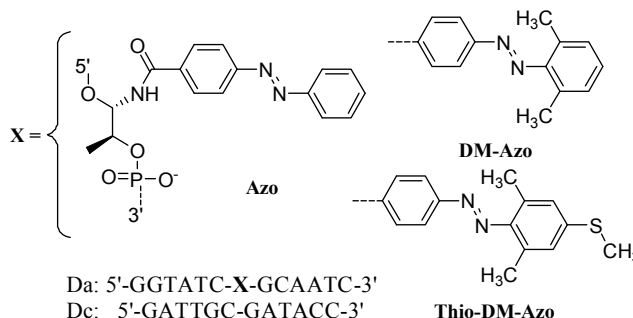


Fig. 1. Structures of Azobenzene derivatives and DNA sequences used in this study.

## 2) アゾベンゼン誘導体の熱安定性の評価

アゾベンゼン誘導体は *trans*-体が *cis*-体よりも安定であることから光照射を伴わずに *cis*-体から *trans*-体へと熱異性化する事が知られている。このような熱異性化は、いわば意図しないスイッチングの入れ替わりを引き起こす可能性があるため、効率的な光制御のためには熱異性化が抑制されることが望ましい。しかし一般にアゾベンゼンへの電子供与性置換基の導入は、極大吸収波長の長波長化だけでなく *cis*-体の熱的安定性を低下させる。これに対して、我々はこれまでにアゾベンゼンの DNA 主鎖骨格から遠い側のベンゼン環のオルト位をメチル基で修飾した **DM-Azo** では、熱異性化が著しく抑制されることを見出している。したがって **Thio-DM-Azo** ではパラ位に導入したメチルチオ基の効果により極大吸収波長が長波長シフトするにも関わらず、オルト位に導入したメチル基による *cis*-体の熱安定性の保持が期待できる。事実、37 °C における **Thio-DM-Azo** の *cis*-体半減期は、36.5 h と、**Azo** (40.5 h) と同程度の熱安定性を *cis*-体が有していることが分かった。

文献

- 1) H. Asanuma and X.G. Liang et al. *Nat. Protoc.*, **2007**, 2, 203-212.
- 2) H. Nishioka, X. G. Liang, and H. Asanuma, *Chem. Eur. J.*, **2010**, 16, 2054-2062.
- 3) H. Nishioka, X. G. Liang, T. Kato, and H. Asanuma, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2012**, 51, 1165-1168.

# 高分子の構造制御と機能発現に関する研究

## Studies on structure control and functions of macromolecules

工学研究科 化学・生物工学専攻  
上垣外正己（教授）、佐藤浩太郎（准教授）、永井寛嗣（助教）

本研究では、構造が制御された高分子の合成手法の開発と、制御された高分子の構造に基づく機能の発現と応用をめざして、以下のテーマを中心に研究を進めている。

### （１）金属触媒による新しいラジカル重付加反応の確立と配列制御高分子の合成への展開

高分子の一次構造の精密制御は、制御構造に基づく高分子の機能発現に非常に重要である。最近、ラジカル重合においても、分子量や立体構造の制御を可能とする種々の重合系が見出され広く利用されるようになってきた。しかし、モノマーの配列を制御することは付加重合においては原理的に困難であり、未開拓の重要な課題である。本研究室では、最近、逐次重合機構で進行する金属触媒によるラジカル重付加反応を見出し、この重合系をモノマーの設計と共に発展させることで、配列制御高分子の合成をめざした研究を行っている。本年度は、非共役炭素—炭素二重結合に対する反応性の高いラジカル種として、アクリロニトリルユニットを組み込んだモノマーを設計、合成し、金属触媒を用いたラジカル重付加を行うことで、反応が速くより効率的に定序配列高分子が得られることを明らかとした。炭素—炭素二重結合と炭素—ハロゲン結合を分子内に有する **ab** 型のモノマーを設計することで、アクリロニトリルユニットを含有する **ABCD** 型の定序配列ビニルポリマーや、炭素—炭素二重結合 2 個と炭素—ハロゲン結合 2 個を有する **aa** 型と **bb** 型のモノマーを用いることで、11 ビニルモノマーユニットの繰り返し単位からなる、これまでにない配列制御ビニルポリマーの合成に成功した。

### （２）植物由来モノマーの精密重合と機能性高分子の合成

近年、再生可能資源であり天然に豊富に存在する植物由来のモノマーを有効利用することがカーボンニュートラルの観点から重要視されてきている。本研究室では、これまでに、松脂に多く含まれる  $\beta$ -ピネンなどのテルペン類のカチオン重合や、植物油に含まれるフェニルプロパノイド類の中で  $\beta$ -メチルスチレン骨格を有するアネトールやイソオイゲノールのカチオン共重合を行うことで、構造の制御された高分子を合成し新規高分子材料への展開を行ってきた。本年度は、フェニルプロパノイドの一種である桂皮酸誘導体が、スチレン型およびアクリル型の生長炭素ラジカルを生成しうることに着目し、種々のビニルモノマーとのラジカル共重合を行ったところ、主に、スチレン型のラジカルを生成して重合反応が進行することを明らかとした。さらに、遷移金属錯体や可逆的付加開裂型連鎖移動剤を用いることで、分子量の制御された共重合体を与えることが可能となった。また、アクリル酸誘導体と類似の高分子設計が可能と期待される植物由来ビニルモノマーとして、イタコン酸誘導体のリビングラジカル重合が可能系を見出し、さらにハードとソフトセグメントからなるトリブロック共重合体の合成を行い、バイオベース熱可塑性エラストマーとしての展開を検討した。

### （３）剛直主鎖型ビニル高分子の合成

ビニルモノマーは、主鎖に芳香環などを有する縮合系の高分子とは異なり、一般に柔らかい主鎖からなる高分子を生成する。しかし、剛直な主鎖からなるビニルポリマーの構築が可能となれば、新規な物性やさまざまな高分子設計が可能となると期待される。そこで、剛直な主鎖骨格を与えると考えられるビニルモノマーとして 1,2-二置換環状ビニル骨格を選び、とくにアセナフチレン誘導体を用いてラジカル重合を検討し、生成ポリマーの性質を明らかにするとともに、リビングラジカル重合系を構築することで、新規なポリマー設計を行った。とくに、3,8 位に 2 つのメチル基を有するアセナフチレン誘導体をマレイミド誘導体とラジカル共重合することで、耐熱性が高く、濃厚溶液中で液晶性を示す剛直ビニルポリマーの合成が可能となった。さらに、アセナフチレンがスチレンと類似の生長ラジカルを与えることから、ルテニウム錯体を用いることでリビングラジカル重合を達成し、側鎖に長鎖アルキル基を有するメタクリル酸ドデシルとブロック共重合することで、サーモトロピック型の液晶を構築可能なことが明らかとなった。

# 抗 HIV 宿主因子 APOBEC3C/F の HIV-1 Vif 結合領域の構造機能解析

工学研究科 化学・生物工学専攻 北村紳悟(D1), 鈴木淳巨(准教授), 渡邊信久(教授)

名古屋医療センター 臨床研究センター 感染・免疫研究部 岩谷靖雅(室長), 杉浦互(部長)

**背景:** ヒトの APOBEC3 (A3) ファミリー (A3A, B, C, DE, F, G, 及び H) は、HIV-1 などレトロウイルスの増殖を抑制するシチジンデアミナーゼである。しかし、HIV-1 の場合、ウイルス遺伝子産物 Vif を発現し、ユビキチン・プロテアソーム系を介して A3 を特異的に分解除去し、その防御機構から逃げてしまう (Fig. 1)。そのため、A3-Vif の相互作用阻害は新規抗 HIV 薬剤開発の標的として注目されている。ヒトの 7 種の A3 のうち、A3C、A3DE と A3F の C 末端ドメイン (CTD)、A3G の N 末端ドメイン (NTD)、A3H が HIV-1 Vif に結合し分解促進される。

我々は、A3C の結晶構造を決定し、その構造を基とした変異解析により、A3C 上の Vif 結合インターフェイスに含まれるアミノ酸残基を同定した。本研究では、抗 HIV-1 活性の高い A3F のホモロジーモデルを作製し、同様に Vif 結合インターフェイスの解析を行った。

**実験:** 配列アラインメントを基に、A3C 上で Vif 結合に重要であったアミノ酸に相当する A3F のアミノ酸残基を同定し変異を導入した。A3F 変異体を Vif とともに 293T 細胞で共発現させ、細胞内 A3F 量を Western Blot により解析した。また、A3F CTD のホモロジーモデリングを A3C の結晶構造を鋳型に、Discovery studio 3.0 (Accelrys 社) を用いて作製し、今回同定した A3F 上の Vif 結合部位と A3C のものを比較、解析した。また、Vif 抵抗性 A3F 変異体の HIV-1 抑制能を Vif 存在下/非存在下において評価した。

**結果:** 変異体解析の結果、A3C の Vif 結合領域に相当する A3F 上の領域のアミノ酸残基も Vif との相互作用に重要であることが明らかになった。また、モデル構造上において、これらのアミノ酸残基は A3C と同様に、お互いに近接し、特異的な構造を形成することが分かった (Fig. 2)。さらに、Vif 抵抗性 A3F 変異体は、野生型と異なり、Vif 存在下においても Vif 非存在下と同様に HIV-1 の増殖を抑制した (Fig. 3)。

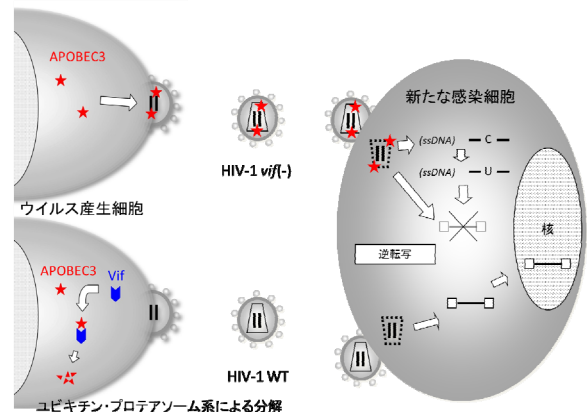


Fig.1 APOBEC3 と Vif の分子メカニズム

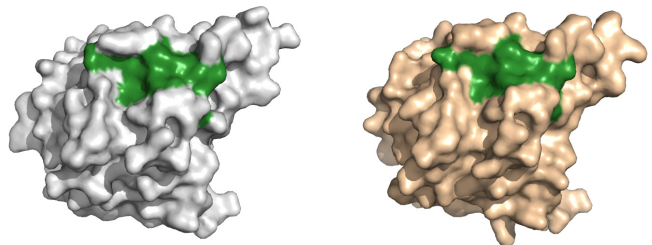


Fig. 2 A3C 結晶構造 (左: 白) と A3F CTD モデル構造 (右: 茶) での Vif 結合インターフェイス (緑) の比較

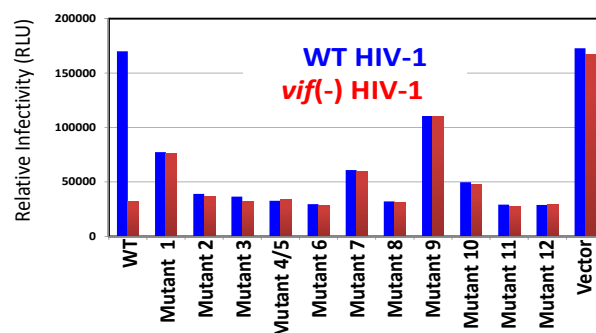


Fig. 3 A3F 変異体の抗 HIV-1 活性



# ポリオウィルスの分子動力学シミュレーション (Molecular dynamics simulation of poliovirus)

工学研究科 化学・生物工学専攻

助教 山田篤志、D3 藤本和士、M1 二村佑樹、M1 藤井秀幸、教授 岡崎 進

ウイルスの克服は、感染や免疫、そして増殖機構の理解があって初めて可能なものであり、このためウイルス殻やウイルスが持つタンパク質の構造や機能を分子・原子レベルで明らかにすることが強く求められている。本課題においては、ポリオウイルスおよびウイルスレセプターの分子動力学シミュレーションを行い感染のメカニズムを明らかにすることを目指すにあたって最初の重要な作業である初期配置の作成を行った。タンパク質の計算においては X 線結晶構造解析により得られた原子レベルの分解能をもつ分子構造が出発点である。しかしながら、実験で得られる分子座標は完全な状態ではない。実験の分解能の問題以外にも、水素原子などの見えない原子や結晶化状態の不完全からくる見えない残基があること等があげられる。そのため単に結晶構造解析から得られたデータだけではシミュレーションを行うことができない。そのため、当ベンチャー・ビジネス・ラボラトリーの設備であるソフトウェア DiscoveryStudio を利用し、タンパク質を可視化して構造の特徴を把握することにより効率的に初期配置作成を進めることができた。図 1 にポリオウイルスのユニットセル(ウイルスは 60 個のユニットセルで形成されている)、図 2 に水中でのウイルスレセプターの構造を示す。

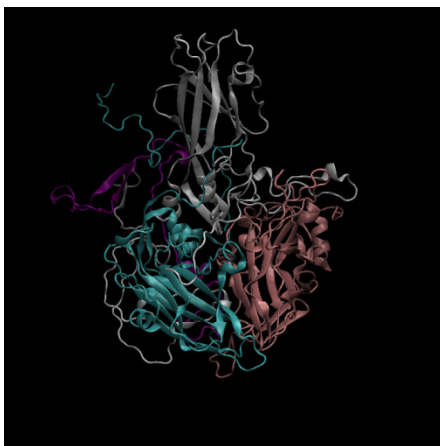


図1 ポリオウイルスのユニットセル

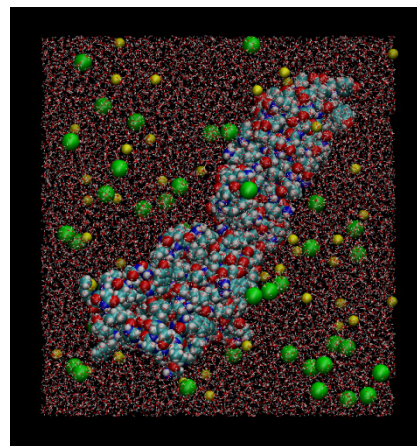


図2 水中でのウイルスレセプター

## 3.2 非常勤研究員の活動

(Activities of VBL Postdoctoral Research Associates)

# Relaxing the preferentially oriented graphene layers on SiC(000 $\bar{1}$ )

Hailong Hu<sup>1,2</sup>, Akkawat Ruammaitree<sup>2</sup>, Hitoshi Nakahara<sup>2</sup>, Koji Asaka<sup>2</sup>, Yahachi Saito<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Venture Business Laboratory, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan*

<sup>2</sup>*Department of Quantum Engineering, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan*

Two-dimensional (2D) graphene shows tremendous potential for high-frequency device technologies. Epitaxial graphene (EG) on highly resistive silicon carbide (SiC) is a promising avenue for high-quality graphene-based nanoelectronics because of its advantages such as wafer size scales and direct growth on semi-insulating substrate.<sup>1</sup> While the Si-terminated SiC(0001) surface of  $\alpha$ -SiC has been regarded as a perfect candidate as thin graphene layers are easily realized on this face, the electronic properties of EG, especially in view of carrier mobility, are far inferior to expected.<sup>2</sup> In contrast, extremely high carrier mobility of EG exceeding 250,000 cm<sup>2</sup>/(V·s) is experimentally demonstrated on SiC(000-1) surface.<sup>3</sup> The outstanding carrier mobility should be attributed to its distinct structure.

Although the graphitization of SiC via high temperature annealing was found as early as the 1960's,<sup>4</sup> only the structure of Si-face EG reaches a consensus recently, whereas on the C-face the complex configuration is by far not completely understood. It is recognized that the Si-face EG layers, in AB stacking, grow over a so-called  $6\sqrt{3}\times 6\sqrt{3}R30^\circ$  buffer layer, uniformly rotated 30° to the SiC lattice.<sup>5-7</sup> The presence of an interface buffer layer for C-face EG is still a matter of debate. The theoretical calculations predicts a C-rich buffer layer existed at the graphene/SiC interface,<sup>8,9</sup> but the angle-resolved photoelectron spectroscopy (ARPES) and scanning tunneling microscopy (STM) measurements instead support that C-face EG grows directly on the reconstructed top surface of SiC.<sup>6,10</sup> A distinctive feature of C-face EG is the complex rotational symmetry compared with other architectures including Si-face EG, chemical vapor deposition (CVD) graphene and graphite.<sup>11-13</sup> The rotational disorders other than the Bernal stacking result in linearly dispersing band in the case of multi-layers, i.e. behaving as isolated sheets.<sup>14</sup> However, the rotation modalities reported are in a wide variety, even in contradiction. In some studies, low energy electron diffraction (LEED) of graphene gives circular stripe patterns, implying that graphene planes can be oriented in various directions on SiC.<sup>12</sup> More investigations reveal that the rotation flexibility is not random but azimuth-sensitive.<sup>6,11,14</sup> Even so, the C-face EG obtained in ultrahigh vacuum, the nearly same conditions, shows dissimilar rotation preferences. Many possibilities for graphene orienting raise doubt as to whether the EG structure remains stable when applied in special circumstances, for example, at elevated temperature.

Ripples are difficult to be avoided in elastic 2D materials. On the topography of C-face EG, ridges are always observed. It is assigned to be the unique negative thermal expansion coefficient of graphene.<sup>15,16</sup> Namely, the graphene expands while the SiC contracts upon cooling to room temperature. Ripples are expected to strongly influence electronic properties of graphene by introducing spatially varying potentials or effective magnetic fields.<sup>17,18</sup> On the reverse side,

however, the Si-face EG seldom shows the ripples even though annealed under the same conditions. Bao et al. observed a disappearance of ripples when heated to 700 K and subsequent reformulation after cooling down in suspended graphene layers.<sup>19</sup> As coupled with SiC substrate, wrinkling or stretching EG during heat treatment should be in a different way.

In this letter, we focus on the structure readjustments of preferentially oriented few-layer C-face EG arisen from post-heating in vacuum. High-quality EG consisting of large-sized domains is investigated so as to lower the effects of domain boundaries on the graphene orientation. We find that post-heat treatment irreversibly disarranges the orientation and relaxes the graphene layers by constructing larger interlayer rotation angle, and each ridge splits into two small, parallel puckers.

Few-layer C-face EG was prepared on commercial n-type 6H(000-1) ( $\rho = 0.076 \Omega \text{ cm}$ ) purchased from Sicrystal AG. To remove the surface oxides, 2 monolayers (ML) of Si were deposited on the SiC surface, followed by annealing at 1000 °C for 10 min in ultrahigh vacuum (UHV). EG was grown by resistively heating the SiC up to 1750 °C with a heating rate of 30 °C/s in 0.5 bar Ar. The post-heat treatment was carried out in UHV at 700 °C. All the STM measurements were performed in the constant current mode at room temperature.

The as-prepared EG was in situ characterized by reflection high energy electron diffraction (RHEED) [Fig. 1(a, c)]. The diffraction spots originated from graphene lattices, denoted with G and G\*, can be observed only when the directions of incident electron beam close to the SiC[1-100] and [11-20] azimuths. In addition, in each azimuth one graphene diffraction (G or G\*) is observed exclusively. This suggests the graphene layers are preferentially aligned on the SiC with a small relative rotation angle between graphene and SiC lattices. In fact, C-face graphene has three preferred orientations: rotated 30° (R30),  $\pm 2.204^\circ$  (R2 $\pm$ ) with respect to the SiC bulk [10-10] direction.<sup>14</sup> The R30 contribution can not be seen in the RHEED of as-synthesized EG.

The RHEED patterns of post-heated EG are shown in Fig. 1(b) and 1(d). Two diffraction streaks of graphene coexist in each azimuth. This is a typical feature of turbostratic graphite and also usually observed in C-face EG comprising small domains.<sup>20</sup> The RHEED patterns indicate that rotated graphene domains or stacking of rotated layers exist after the heat treatment. Fig. 1(f) schematizes the reciprocal lattices of SiC and continuously rotated graphene.

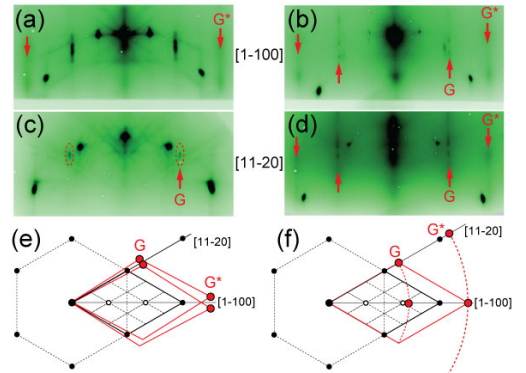


Fig. 1. RHEED patterns of (a, c) as-prepared and (b, d) post-annealed EG. (e, f) Corresponding reciprocal lattices of SiC and graphene.

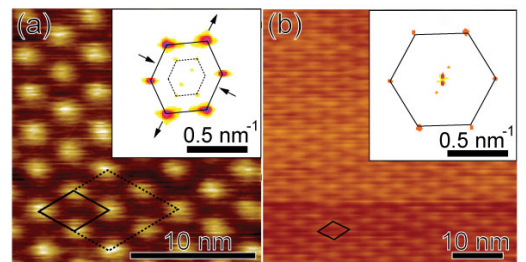


Fig. 2. STM images of (a) as-prepared and (b) post-heated EG. Inset: Fourier transform of STM image.

The as-prepared sample was transferred via exposure to air to the UHV scanning tunneling microscopy (STM) and investigated at room temperature without any heating treatment. Fig. 2(a) shows the STM image. The periodicity of unit cell (solid diamond) has a length  $D \approx 3.2\text{nm}$ , which is much larger than the atomic lattice spacing. This means that the STM image gives the moiré patterns caused by neighboring rotated graphene layers. At a large sample bias ( $V_s > 0.5\text{ V}$ ), the STM just depicts the moiré pattern generated by the top first/second layer.<sup>21</sup> It is found that the periodicity of moiré pattern is almost unaltered throughout the EG surface studied. In the inset of Fig. 2(a), the Fourier transform (FT) of the STM image presents a set of spots in reciprocal space. The strong spots outlined by solid hexagon show that the unit cell of moiré pattern has an average length of  $3.15 \pm 0.19\text{ nm}$ . The weak spots correspond to the larger periodicities, e.g.  $2 \times 2$  denoted by the dotted hexagon. Each spot on hexagon vertices in the FT pattern has a broad distribution, indicating that not only the periodicity but also the orientation of moiré unit cell varies in a certain range. In addition, the hexagons are apparently distorted as indicated by arrows, implying the presence of anisotropic strains in the graphene layers.<sup>21</sup>

The periodicity  $D$  in moiré pattern resulted from two rotated graphene layers with a relative rotation angle  $\theta$  is expressed by  $D = a/[2\sin(\theta/2)]$ , where  $a = 0.24589\text{ nm}$  and  $0 < \theta < 30^\circ$ .<sup>21</sup> The observed average length  $D = 3.15\text{ nm}$  in Fig. 2(a) gives  $\theta = 4.474^\circ$ , which is close to the relative angle of  $4.408^\circ$  between  $R2^+$  and  $R2^-$  planes (corresponding  $D = 3.2\text{ nm}$ ). Note that the RHEED demonstrates the graphene lattices rotate a small angle relative to SiC. We infer that the  $R2^\pm$  pair planes are the predominant contributors to the stacking of as-prepared EG [Fig. 1(e)]. The smaller periodicity length (about 1.6%) compared to the calculated value may be related to the compressive strains in graphene layers.

After rearranging by post-heat treatment, the graphene surface was then characterized by STM at room temperature. In general, the periodicity of moiré patterns decreases in comparison with those of as-prepared sample. Fig. 2(b) presents a typical STM image of post-heated EG, in which the unit cell has a length of  $2.28\text{ nm}$  (calculated  $\theta = 6.18^\circ$ ). An increase in relative rotational angle  $\theta$  corresponds to a decrease of interlayer distance,<sup>22</sup> representing the enhancement of stacking stability. STM image indicates that the post-heating can stabilize the stacking through rotating graphene sheets. Furthermore, the spots in the FT pattern [inset of Fig. 2(b)] are quite sharp and their positions coincide well with the vertices of a regular hexagon, indicative of less distortion of graphene lattice. This means the original anisotropic strains in graphene lattices are well relaxed after post-heating.

A topography comparison between

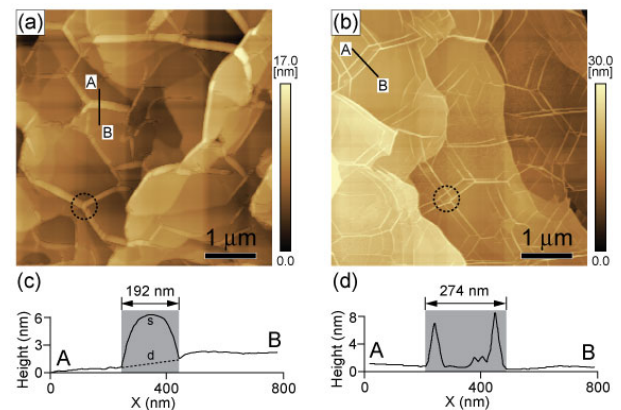


Fig. 3. AFM images of (a) as-prepared and (b) post-heated EG. (c, d) Cross-sectional line profile along the line in (a) and (b), respectively.

as-prepared and post-heated EG was carried out using atomic force microscopy (AFM). As shown in Fig. 3(a), the surface of as-prepared EG exhibits a meshwork composed of one-dimensional (1D) ridges, which is commonly observed in C-face EG and ascribed to stress generated by cooling. The ridges are not uniform, both in height and in width, and some ridges intersect to form nodes as denoted by a dashed circle. Occasionally, the ridges climb over the surface step, which signifies the graphene layers are of large domains continuously covering the steps. After heat treatment, however, almost all ridges appear as pairs on the surface [Fig. 3(b)]. Analysis of the AFM images shows that the ridge heights for the samples before and after heat treatment are mainly in the range of 3-8 nm, while the average width of individual ridge in post-heated sample are about one-third that of as-prepared EG. The distribution density of ridges in post-heated sample is nearly twice as much as that of as-prepared EG and the distance between crests of paired ridges is comparable to the width of original ridges. Considering the much low post-heating temperature compared to the graphitization temperature, we infer that the ridge pairs are derived from the original ridges, through splitting a ridge into parallel twins. In this process, a node could evolve into several new ones [see the circle in Fig. 3(b)]. Figs. 3(c) and 3(d) show height cross-section of ridges indicated in Fig. 3(a) and 3(b), respectively. The strain for generating ridge is defined as,

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{s-d}{d} \quad (1)$$

where  $s$  is the length of ridge arc and  $d$  is the width at the base of the ridge. For an individual ridge, the arc length  $s$  is calculated using a least-square fitting. The strain in Fig. 3(c) is estimated to be 0.0015. By comparison, the paired pleats show more than 30 times larger strains, e.g.  $\varepsilon=0.047$  in Fig. 3(d). The strain formed by ridges is only a fraction of expected.<sup>23</sup> Other stress could be stored in the film by deforming the graphene lattice or partially released by laterally slipping graphene layers. After post-annealing, the remained stress can be well released, greatly increasing the strains. This is evidenced from the STM images that the distorted lattice is restituted after post-heating.

In conclusion, we have synthesized large-sized C-face graphene domains with highly preferential orientations in  $R2^\pm$  with respect to SiC[10-10] by an Ar-mediated high temperature annealing. Post-annealing at 700 °C in UHV disarranges the graphene stacking to form larger relative rotation angle between graphene layers, and splits an original ridge into parallel pair. The ridge splitting results from the release of compressive stress stored in the as-prepared graphene layers, giving more than 30 times larger strains. The post-heat treatment can be exploited for producing relaxed C-face EG or for modulating the graphene properties.

## References

- <sup>1</sup> P. Sutter, Nat. Mater. **8**, 171 (2009).
- <sup>2</sup> T. Shen, J. J. Gu, M. Xu, Y. Q. Wu, M. L. Bolen, M. A. Capano, L. W. Engel, and P. D. Ye, Appl. Phys. Lett. **95**, 172105 (2009).
- <sup>3</sup> D. L. Miller, K. D. Kubista, G. M. Rutter, M. Ruan, W. A. de Heer, P. N. First, and J. A. Stroscio, Science **324**, 924 (2009).

- <sup>4</sup> D. V. Badami, *Nature* 193, 569 (1962).
- <sup>5</sup> C. Berger, Z. Song, T. Li, X. Li, A. Y. Ogbazghi, R. Feng, Z. Dai, A. N. Marchenkov, E. H. Conrad, P. N. First, and W. A. de Heer, *J. Phys. Chem. B* 108, 19912 (2004).
- <sup>6</sup> K. V. Emtsev, F. Speck, Th. Seyller, and L. Ley, *Phys. Rev. B* 77, 155303 (2008).
- <sup>7</sup> K. V. Emtsev, A. Bostwick, K. Horn, J. Jobst, G. L. Kellogg, L. Ley, J. L. McChesney, T. Ohta, S. A. Reshanov, J. Rohrl, E. Rotenberg, A. K. Schmid, D. Waldmann, H. B. Weber, and T. Seyller, *Nat. Mater.* 8, 203 (2009).
- <sup>8</sup> A. Mattausch and O. Pankratov, *Phys. Rev. Lett.* 99, 076802 (2007).
- <sup>9</sup> I. Deretzis and A. La Magna, *Appl. Phys. Lett.* 98, 023113 (2011).
- <sup>10</sup> F. Hiebel, P. Mallet, F. Varchon, L. Magaud, and J-Y. Veullen, *Phys. Rev. B* 78, 153412 (2008)
- <sup>11</sup> J. Hass, R. Feng, T. Li, X. Li, Z. Zong, W. A. de Heer, P. N. First, E. H. Conrad, and C. Berger, *Appl. Phys. Lett.* 89, 143106 (2006).
- <sup>12</sup> I. Forbeaux, J.-M. Themlin, J.-M. Debever, *Surf. Sci.* 442, 9 (1999).
- <sup>13</sup> J. Hass, W. A. de Heer, and E. H. Conrad, *J. Phys.:Condens. Matter* 20, 323202 (2008).
- <sup>14</sup> J. Hass, F. Varchon, J. E. Millan-Otoya, M. Sprinkle, N. Sharma, W. A. de Heer, C. Berger, P. N. First, L. Magaud, and E. H. Conrad, *Phys. Rev. Lett.* 100, 125504 (2008).
- <sup>15</sup> P. K. Schelling and P. Keblinski, *Phys. Rev. B* 68, 035425 (2003).
- <sup>16</sup> R. Miranda and A. L. Vazquez de Parga, *Nat. Nanotechnol.* 4, 549 (2009).
- <sup>17</sup> C. H. Park, L. Yang, Y. -W. Son, M. L. Cohen, and S. G. Louie, *Nat. Phys.* 4, 213 (2008).
- <sup>18</sup> A. H. Castro Neto, F. Guinea, N. M. R. Peres, K. Novoselvo, and A. K. Geim, *Rev. Mod. Phys.* 81, 109 (2009).
- <sup>19</sup> W. Bao, F. Miao, Z. Chen, H. Zhang, W. Jang, C. Dames, and C. N. Lau, *Nat. Nanotechnol.* 4, 562 (2009).
- <sup>20</sup> F. J. Ferrer, E. Moreau, D. Vignaud, D. Deresmes, S. Godey, and X. Wallart, *J. Appl. Phys.* 109, 054307 (2011).
- <sup>21</sup> D. L. Miller, K. D. Kubista, G. M. Rutter, M. Ruan, W. A. de Heer, P. N. First, and J. A. Stroscio, *Phys. Rev. B* 81, 125427 (2010).
- <sup>22</sup> J. M. Campanera, G. Savini, I. Suarez-Martinez, and M. I. Heggie, *Phys. Rev. B* 75, 235449 (2007)
- <sup>23</sup> G. Prakash, M. A. Capanob, M. L. Bolenb, D. Zemlyanovb, R. G. Reifengergera, *Carbon*, 2383 (2010).

# Sharp silicon tips with different aspect ratios in wet etching/DRIE and surfactant-modified TMAH etching

VBL 非常勤研究員

Bin Tang

## 1. Introduction

Silicon tips, positioned at the end of a flexible cantilever, are the crucial component in scanning probe microscope (SPM) and vacuum microelectronics. There are currently a wide range of bulk silicon micromachining techniques used in the fabrication of silicon tips, mainly including dry plasma etching and wet chemical (isotropic and anisotropic) etching. Each of them has its own advantages and disadvantages. Compared with dry plasma etching, wet chemical etching often involves significantly lower costs, thus more desirable when making a product. The diffusion-limited process of wet isotropic etching makes it difficult to obtain the same velocity in omnidirection especially when the process is enhanced by stirring. Etch rate uniformity on a wafer and etch time control for finesse structures in wet isotropic etching are harder to achieve than those in wet anisotropic etching. Consequently, wet anisotropic etching attracts more attention of researchers than other mentioned methods.

In this work, we present an analysis of the change of etch rates in surfactant-added TMAH solutions, on the nonplanar surfaces of the hemispherical silicon compared to those on flat samples. The surfactant adsorption on various silicon orientations measured by an ellipsometer is used to help to understand the mechanism behind. This new finding is further conformed and employed in the realization of sharp silicon tips that has several benefits over the existing methods. First, tips of radius of curvature 4–5 nm or lower of  $\leq 2$  nm are achieved, which is comparable with currently available commercial silicon tips in atomic force microscopy (AFM); second, tips of different aspect ratios with yields approaching 97.5% can be made by combining surfactant-modified wet etching with other technologies on silicon (1 0 0) and (1 1 1) wafers; third, processing requires only low temperatures that allow the survival of pre-deposited materials of low melting points; and fourth, the whole standard semiconductor process gives rise to the easy handling in a clean room.

## 2. Experimental results

The P-type, CZ grown (1 0 0) and its vicinal (7 1 1), (5 1 1), (4 1 1), (1 1 0) and its vicinal (7 7 1), (4 4 1), (3 3 1), and (1 1 1) silicon wafers (resistivity: 5–10  $\Omega$  cm) of a 3-in. diameter, and P-type hemispherical specimen with a diameter of 44 mm (resistivity: 6–12  $\Omega$  cm) are used as substrates in the experiments. 25 wt% TMAH (Toyo Gosei Co. Ltd.) and Triton X-100 (Amersham Biosciences) are used as the main etchant and surfactant. The surfactant-modified mixture is prepared with 25 wt% TMAH + 0.1 vol% Triton X-100. The etch rates from curvature-dominated surfaces of hemispherical silicon and flat surfaces of wafers are calculated, and the adsorption thickness (or density) of surfactant molecules is measured, respectively.



With regard to the fabrication of silicon tips, (1 0 0) or (1 1 1) silicon wafers are used, on which the thermally grown oxide layer of about 1  $\mu$  m thickness under 1100 ° C is employed and patterned as an array of circular etching masks (diameter = 50  $\mu$  m; pitch distance = 500  $\mu$  m) or triangular masks (side length = 60  $\mu$  m; pitch distance = 500  $\mu$  m) as pictured in Fig. 1. The closest possible distance between two tips is 100  $\mu$  m and 60  $\mu$  m, achieving an estimated tip density of 81 and 256 per square millimeter, respectively. The silicon oxide layer is used for both wet and dry etching, with selectivity between silicon oxide and silicon of about 1:2000 and 1:100, respectively. The wafers are then properly dipped in 5% HF solution to remove native oxide layer followed by thorough rinse in de-ionized (DI) water, and dried by nitrogen. Then, in one case, silicon tips on (1 0 0) wafers are fabricated in the etching of pure 25 wt% TMAH at 80  $\pm$  0.1 ° C (etch time = 47 min; etch depth  $\approx$  22  $\mu$  m), followed by etching in 25 wt% TMAH + 0.1 vol% Triton X-100 at 80  $\pm$  0.1 ° C (etch time = 6 min; etch depth  $\approx$  3  $\mu$  m). In the other case, tips on (1 1 1) wafers are firstly dry etched 84 cycles (RF 600 W, pulse mode at 80 Hz with a duty cycle 30%) to 50  $\mu$  m with etching species of SF6 (130 sccm, 12 s) and C4F8 (85 sccm, 8 s), and secondly wet etched in 25 wt% TMAH + 0.1 vol% Triton X-100 at 80  $\pm$  0.1 ° C (etch time = 43 min). Wet etchings are performed without agitation because the surfactant molecules are not stably adsorbed on the silicon surface. The characterization is performed by viewing adjacent tips by scanning electron microscopy (SEM) of JEOL, JSM-7000FK with a resolution of 1.2 nm at 30 kV.

As the (4 1 1) planes etch and continuously diminish when there is no cap, the resultant tips are gradually dominated by planes of foothills. Importantly, the apex of a typical silicon tip is self-sharpened by the etching in surfactant-modified TMAH solution. The average radius of curvature of the apex is 6 nm with a statistical error of 8% based on measuring the 40 tips (Fig. 1). Moreover, a total of 20 tips have a radius of 4–5 nm. This is caused by large density of adsorbed surfactant molecules on curvature-dominated planes, suppressing the etch rate of  $R_s$  to a low enough value that is less than  $R_w \times \cos \theta$ , where  $R_w = R(4 1 1)$ , and  $\theta = 76^\circ$ . Furthermore, a high yield of 39/40 = 97.5% is achieved in the number of formed tips as only one silicon tip on the peripheral region is not well formed, probably due to contamination associated with photolithographic pattern transfer into the SiO<sub>2</sub>. The sharpness of the produced tips is comparable with currently available, commercial AFM tips and the method benefits from low temperature process, allowing the survival of pre-prepared low-boiling materials. Especially, we note that the present method performs well regardless of the accurate alignment of the mask to any special orientation, giving much more flexibility to designers. It is clear that the tip has a height of 30  $\mu$  m (Fig. 2), leading to the high aspect ratio of 6:1. Significantly, the radius of curvature of this tip has been estimated as  $\leq$  2 nm with a statistical error of 3%, sharper than that of surfactant-modified wet etched silicon tips on (1 0 0) silicon. This is because a larger density of adsorbed surfactant molecules on curvature-dominated apex planes has suppressed the etch rate of  $R_s$  into a much lower value than  $R_w \times \cos \theta$ , where  $R_w = R(2 1 0)$ , and  $\theta = 80^\circ$ . Still, the etch conditions described above give rise to tip yields of 97.5% across a 3-in. diameter wafer.

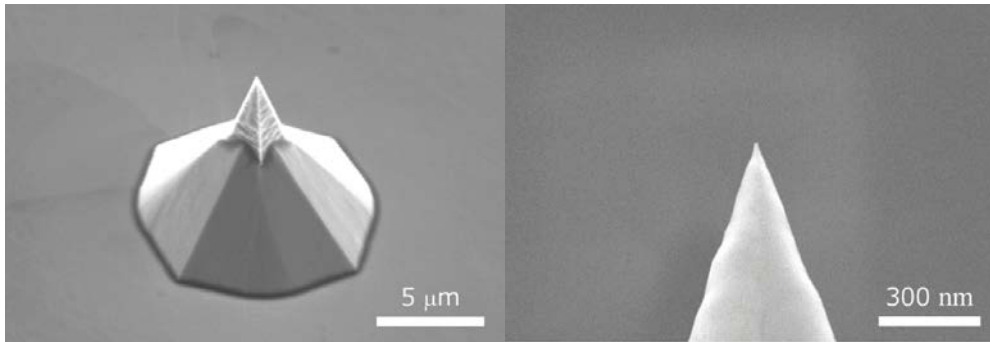


Figure 1. SEM micrographs of silicon tips on Si (1 0 0) after treatment in 25 wt% TMAH + 0.1 vol% Triton X-100 at 80° C.

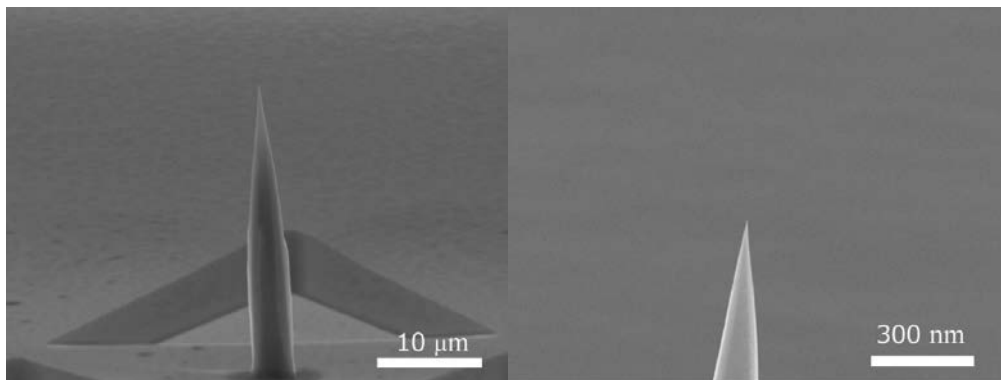


Figure 2. SEM micrographs of silicon tips on Si (1 1 1) after treatment in 25 wt% TMAH + 0.1 vol% Triton X-100 at 80° C.

### 3. Conclusion

Realization of ultra-sharp silicon tips by simple and reliable surfactant-modified TMAH etching is reported. Large density of surfactant molecules adsorbed on curvature-dominated silicon surfaces strongly suppresses the surface etch rate of tip apex, enabling the self-sharpening process. By combining with pure TMAH etching and DRIE technology, reproducible tips with aspect ratios of 0.8:1 and 6:1 are demonstrated on (1 0 0) and (1 1 1) silicon wafers respectively at high yield of 97.5%. The benefits of such a method are that it requires only non-special designed mask, inexpensive and CMOS-compatible reagents, at low temperatures (80° C) to guarantee the formation of nano-tips with an average radius of curvature of 6 nm or even  $\leq 2$  nm. Further improvement to atomically 1 nm could be imagined by oxidation process. These uniform silicon tips have applications in advanced field emitters or AFM probes.

#### Related references:

B. Tang, K. Sato, and M.A. Gosalvez, Sharp silicon tips with different aspect ratios in wet etching/DRIE and surfactant-modified TMAH etching, *Sensors and Actuators A*, in press, 2012.

# 筋形成に関わる新規転写因子 TdIF1 の機能と構造の解析

VBL 非常勤研究員 小祝 孝太郎

## [背景]

Myopathy (ミオパシー, 筋疾患) とは, 筋肉の萎縮, 肥大によって筋力の低下をきたす疾患の総称であり, 筋ジストロフィーをはじめとした多くの病気が知られている。Myopathy の患者は世界中に見られるが, その原因は多岐にわたる上, その治療法もほとんどが確立されていない。また, 多くの Myopathy は, 遺伝子疾患であるため, 生活習慣などによって予防することも困難である。

Myopathy のモデル動物 callipyge sheep は, 臀部の筋肥大を遺伝的に発症することから, myopathy 発症の分子機構の解明に用いられ始めている。Callipyge sheep は, 遺伝子 *DLK1* と *PEG11* が異常に発現することで筋肥大を発症することが報告されているが, *DLK1* と *PEG11* の異常な発現がなぜ筋肥大の原因となるのかは解明されていない (Fleming-Waddell *et al. Animal Genetics*. 2009)。

2007 年, *DLK1* は, Terminal deoxynucleotidyltransferase (TdT) interacting factor 1 (TdIF1) の発現を制御することが報告された (Fleming-Waddell *et al. Animal Genetics*. 2007)。すなわち, callipyge sheep では, *DLK1*, *PEG11* が過剰に発現し, それによって TdIF1 が高発現することで筋肥大することが示唆された (図 1; 左の羊が正常な羊, 右の羊が callipyge sheep)。一方で, これらの遺伝子は正常な羊でも発現しており, 通常, 筋形成に働くことが考えられる。

もともと TdIF1 は, 2003 年に, 免疫多様性を司る V(D)J 組換え反応を制御する因子として発見された。すなわち, TdIF1 は, TdT の活性を抑制することで, 正常な抗体と T 細胞受容体の産生を制御する (Fujita *et al. Genes to Cells*, 2003)。最近の研究によって, TdIF1 は, 免疫組織以外の組織でも発現していることが明らかとなったが, その機能は未解明であった。TdIF1 は, N 末端ドメインと C 末端ドメインからなり, 中央に A/T 繰り返し配列と結合する AT-hook like motif (ALM), C 末端ドメインに特異的 DNA 配列と結合する Helix-Turn-Helix (HTH) を持つ (図 2)。しかし, TdIF1 は, N 末端と中央に大きな不安定領域を持つため, 全長での結晶構造解析を困難であると予測される。

本研究では, 分子生物学的手法を用いて TdIF1 の細胞内での機能を解明することで, TdIF1 と筋形成との関係を明らかにするとともに, 結晶構造解析, X 線小角散乱法 (SAXS), NMR 構造解析を用いて TdIF1 の構造を解明することで, myopathy に対する薬剤の開発を目指している。

本年度, TdIF1 と DNA の溶液中の構造モデルを得るとともに, TdIF1 は転写因子として働くことが示唆された。これらの知見によって, TdIF1 が転写因子として筋形成に関わる遺伝子の発現を制御するという新たなモデルが示唆された。

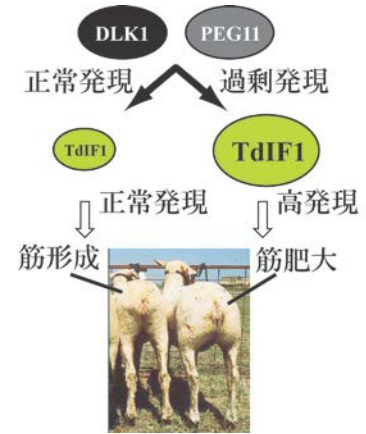


図 1 筋肥大発症機構のモデル  
TdIF1 の高発現により筋肥大を発症すると予想されている

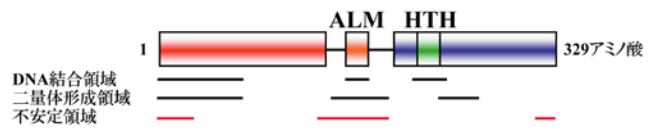


図 2 TdIF1 の機能ドメイン構造  
TdIF1 は 2 つのドメインからなる。

## [結果・考察]

### 1. TdIF1 の構造解析

TdIF1 の結晶構造解析は、現在進行中ではあるが、その決定には至っていない。そこで、TdIF1 の構造学的知見を得るために、VBL で運用している生体高分子用計算科学ソフトウェアパッケージ Discovery Studio を用いて、TdIF1 の結晶構造をホモロジーモデリングした (図 3)。このモデルは、TdIF1 の DNA 結合領域である ALM と HTH を同じ側面に持ち、近い位置に配置されており、妥当なモデルであると考えられる。このモデルをもとに、TdIF1 の DNA 結合領域のアミノ酸に点変異を入れたところ、予想通り DNA 結合能を著しく低下させた。また、このモデルから、TdIF1 の N 末端 disorder 領域が、ALM と HTH が局在する領域に近接していることから、新たに DNA 結合能の有無を調べたところ、TdIF1 は N 末端 disorder 領域に DNA 結合能を有していることが明らかとなった。

大型放射光施設 SPring-8 にて TdIF1 C 末端ドメインと DNA 複合体の SAXS 構造解析を行ったところ、TdIF1 は C 末端ドメインを介して DNA と 2 : 1 の複合体を形成していることが明らかとなった。さらに、Discovery Studio で得られたモデルと SAXS 構造解析で得られた構造を組み合わせることで、溶液中で TdIF1 が DNA を挟み込むように結合することが示唆された (図 3)。

### 2. TdIF1 の機能解析

これまでに、TdIF1 が転写因子として働くことが示唆されていた。そこで、ルシフェラーゼ レポーターアッセイを用いて TdIF1 の転写因子としての機能を解析した。まず、TdIF1 が結合すると考えられる A または T の連続配列を含む motif を 0, 2, 4 個組み込んだレポータープラスミドを用いて転写活性を解析したところ、0 個の motif に対して、2 個、4 個の motif のプラスミドを用いた場合、それぞれ 1.7 倍、2.1 倍まで上昇することが明らかとなった (図 4 左)。さらに、TdIF1 を過剰発現させ、転写活性を解析したところ、TdIF1 発現量が上昇するにつれ、転写活性も上昇した (図 4 中)。また、N 末端ドメイン、C 末端ドメイン、DNA 結合能がない点変異体 ADR を用いて転写活性を解析したところ、N 末端ドメインと C 末端ドメインでは、それぞれ 1.5 倍、1.3 倍の転写活性、ADR は転写活性をもたないことが明らかとなった (図 4 右)。以上の結果より、TdIF1 は転写因子として働くことが強く示唆された。

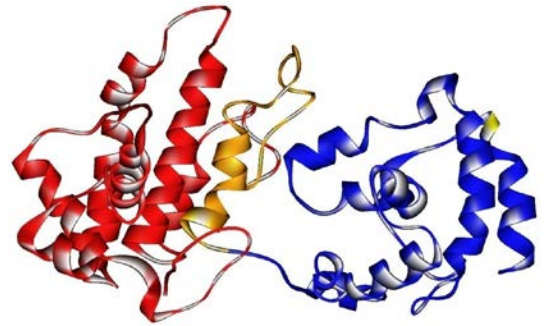


図 3 TdIF1 全長の立体構造モデル  
N 末端領域 (赤)、セントラル disorder 領域 (黄)、C 末端領域からなると予測された。

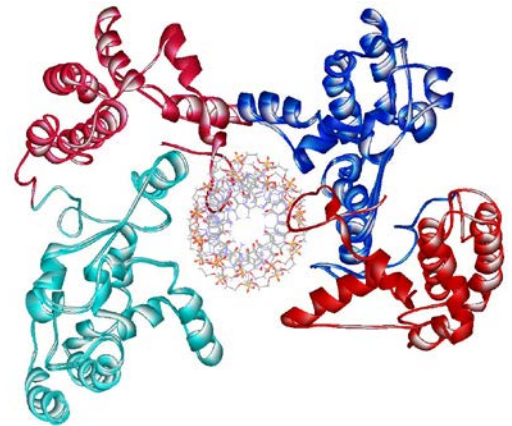


図 3. 溶液中での TdIF1/DNA 立体構造モデル  
一本の二重鎖 DNA に 2 分子の TdIF1 が結合すると予測された。

# 嫌気環境システムを利用した

## カーボンナノチューブ電界効果トランジスタの作製と評価

VBL 非常勤研究員 石井聡

### 【背景】

カーボンナノチューブ電界効果トランジスタ (CNTFET) の伝導型は、チャンネル中へ注入されるキャリアが、ホールか電子かにより p-型、もしくは n-型を示す。そして、注入されるキャリアの種類は、電極金属-カーボンナノチューブ (CNT) 界面に形成されるショットキ障壁の高さに依存する。そのため、電極金属の仕事関数を通した p-型、n-型の作り分けによる、CMOS 回路等への応用が期待されている。

そこで、大きな仕事関数の Pd 電極 ( $\phi=5.1$  eV) を使用して、大気中で安定に p-型を示す CNTFET が既に作製されている<sup>[1]</sup>。その一方で、小さな仕事関数の Ca 電極 ( $\phi=2.9$  eV) を使用すると、大気中では安定に n-型を示さないことが問題となっている<sup>[2]</sup>。原因として、電極金属の酸化や吸着分子が電極-CNT 界面に形成するダイポールが示唆されている。

これに対して、Al ( $\phi=4.2$  eV) は Ca と比較して仕事関数が大きく、大気中でも比較的安定であることから、Al 電極を使用した CNTFET (Al-CNTFET) は n-型を示すことが期待された。しかし、大気中の伝導型としては、n-型<sup>[3]</sup>と p-型<sup>[4]</sup>の両方についての報告があり、安定した n-型は得られていないと考えられる。Al は扱い易い金属でもあることから、大気中で安定に n-型を示す Al-CNTFET 作製技術の確立は、実用化を目指す上で意義がある。

そこで本研究では、嫌気環境システムを利用して Al-CNTFET が大気中で p-型になる原因を調査した。更に、大気中で安定に n-型を保持するデバイスを作製するため、嫌気環境システムによるデバイス作製と HfO<sub>2</sub> 成膜によるパッシベーションの組み合わせについて、有効性を検討した。

### 【実験】

Al-CNTFET は、嫌気環境システムを利用して作製した<sup>[5]</sup>。図 1 にシステムの概略を示す。単層カーボンナノチューブ (SWNT) 成長用の Cold-Wall CVD 装置と電極作製の電子ビーム (EB) 蒸着機がグローブボックス (GB) を介して接続されており、内部にはデバイス特性評価用のプローバーが設置されている。GB 内部は、窒素ガスで満たされており、酸素濃度 0.5 ppm 以下、水分濃度 0.029 ppm 以下の嫌気環境が維持されている。そのため、SWNT の成長からデバイス作製、特性評価に至るまで、嫌気環境下で実験することが可能である。したがって、作製後のデバイス固有の特性に加え、それに対する大気の影響を厳密に評価することが可能である。

デバイスの作製は、まず始めに大気中で酸化膜付き Si 基板の表面にフォトリソグラフィーで触媒金属をパターニングし、更にバックゲート電極を作製した。続いてこの基板を、GB を介して Cold-Wall CVD 装置内に設置し、基板表面に SWNT を成長させた。成長後の基板は大気中

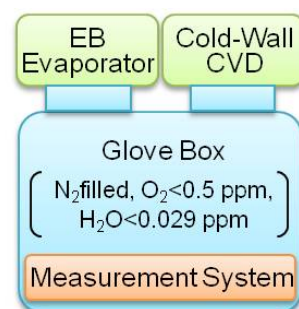


図 1. 嫌気環境システムの概略図.

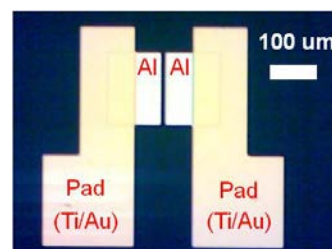


図 2. デバイスの光学顕微鏡写真.

へは出さず、嫌気環境システムの内部で成長させた SWNT に対して Al 電極を作製した。電極のパターニングは、メタルマスクを使用した EB 蒸着により行った。また、Al 電極の上には、測定プローブを当てるための Pad 電極 (Ti/Au) を Al 電極と同様の方法で作製した。作製したデバイスの写真を図 2 に示す。チャンネル長と幅はそれぞれ  $L_{ch}=5\text{ }\mu\text{m}$  と  $W_{ch}=160\text{ }\mu\text{m}$  であり、メタルマスクを使用して綺麗に電極を作製出来た。また、電極間にはチャンネルとして数本の SWNT が架橋していることを SEM により確認した。

以上のように、嫌気環境下、ドライプロセスで電極を作製した Al-CNTFET に対し、大気中曝露前後の特性変化、及び真空中保管や真空中ベークによる特性変化を評価した。更に Atomic Layer Deposition (ALD) でデバイス表面に  $\text{HfO}_2$  膜を形成し、大気中で特性を評価した。

### 【結果と考察】

始めに、デバイスの固有特性を調べるため、作製後のデバイスを大気中に曝露せずに GB 内で測定した。その結果、図 3 (a) に示すように n-型を示したことから、デバイスの固有特性は電極金属の仕事関数を反映していることが示された。

次に、このデバイスを大気中で 25 時間保管した後、大気中で測定したところ、図 3 (b) に示すように p-型に変化していた。

続いて、同一のデバイスを真空中で保管 (0.1 Pa, 10 min) した後、大気に曝さずに GB 内で測定した。その結果、図 3 (c) に示すように n-型が回復していた。

更に、高真空中でベーク ( $5 \times 10^{-5}$  Pa,  $220\text{ }^\circ\text{C}$ , 5 h) してから大気に曝さずに GB 内で測定したところ、図 3 (d)

に示すように n-型は顕著になった。デバイスを GB 内から大気中へ曝露した際に Al 電極表面に形成された自然酸化膜は、その後の真空中保管と真空中ベーク後も形成されたままである。したがって、大気中における p-型化の主要な原因は、Al 電極の酸化ではなく大気中の吸着分子であることが示された。

以上の結果を踏まえ、大気中で安定に n-型を示す Al-CNTFET を作製するため、 $\text{HfO}_2$  成膜によるパッシベーションの有効性について検討した。まず始めに、嫌気環境システムで作製した Al-CNTFET を 1 度 GB 内から大気中へ曝露し、ALD 装置内部へ移動させた。次に、p-型化の原因となるデバイス表面の吸着分子を脱離させるため、窒素 flow させながらデバイスをベークした ( $20\text{ sccm}$ ,  $0.29\text{ Torr}$ ,  $220\text{ }^\circ\text{C}$ , 5 h)。ベーク後、続けて  $\text{HfO}_2=20\text{ nm}$  をデバイス表面に ALD で成膜してパッシベーションした。図 4 には、 $\text{HfO}_2$  成膜前後の  $I_D$ - $V_{GS}$  特性を示す。作製後に GB 内で n-型を示していたデバイスは、 $\text{HfO}_2$

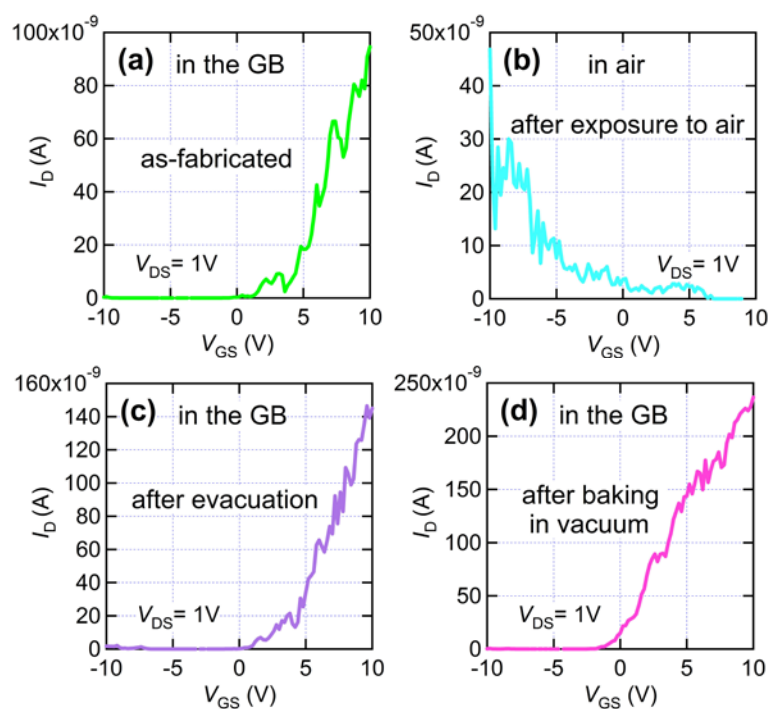


図 3. Al-CNTFET の  $I_D$ - $V_{GS}$  特性の変化. (a) 作製後、GB 内で測定. (b) 大気中 25 時間保管後、大気中で測定. (c) 真空中保管後に、GB 内で測定. (d) 真空中ベーク後、GB 内で測定.

を成膜してから大気中で測定すると n-型を保持していた。更に、同一のデバイスを大気中で 60 日間保管した後、再び大気中で測定したところ、 $\text{HfO}_2$  成膜直後と殆ど特性は変化せず、安定に n-型を保持することが示された。

### 【まとめ】

本研究では、嫌気環境システムを構築し、これを利用して Al-CNTFET の作製と評価を行った。その結果、大気中で Al-CNTFET が p-型化する主要な原因は、大気中の吸着分子であることが示された。更に、嫌気環境システムによるデバイス作製と  $\text{HfO}_2$  成膜によるパッシベーションの組み合わせが、大気中で安定に n-型を保持する Al-CNTFET の作製に有効であることが示された。

### 【参考文献】

- [1] A. Javey *et al.*, Nature **424**, 654 (2003).
- [2] Y. Nosho *et al.*, Nanotechnology **17**, 31412 (2006).
- [3] M. H. Yang *et al.*, Appl. Phys. Lett. **87**, 253116(2005).
- [4] Z. Chen *et al.*, Nano lett. **5**, 1497 (2005).
- [5] S. Ishii *et al.*, Mater. Express **1**, 285 (2011).

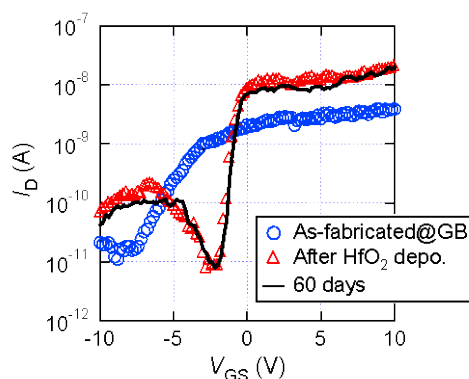


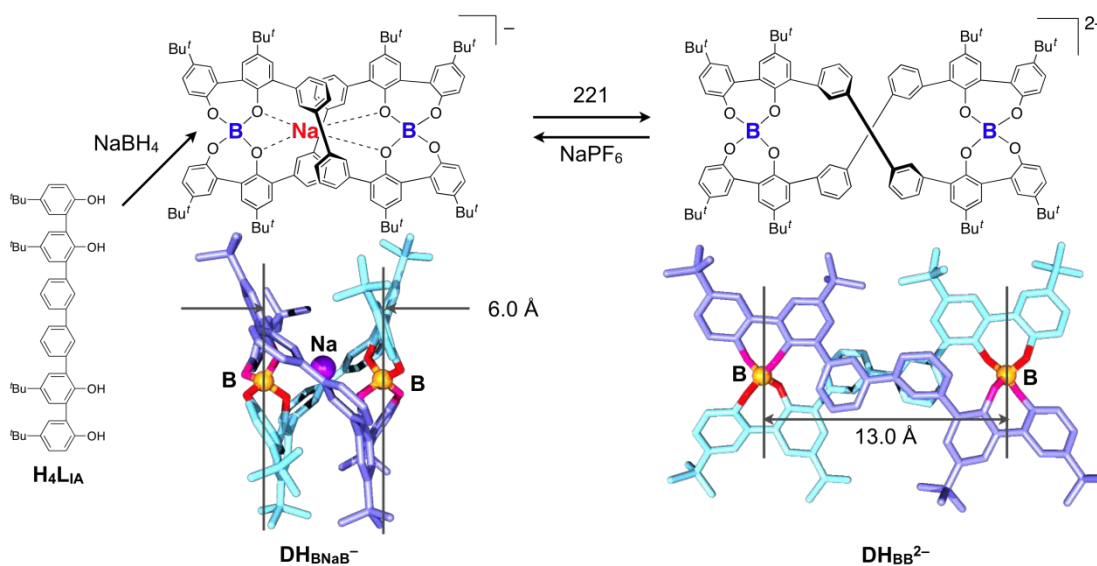
図 4.  $\text{HfO}_2$  成膜前後の  $I_D$ - $V_{GS}$  特性.

# 両末端に機能団を有する二重らせん型ホウ素ヘリケートの合成と構造

VBL 非常勤研究員 三輪和弘

## [緒言]

二重らせん構造はその構造自体の興味に加えて、キラル識別材料や不斉合成触媒といった応用面での展開も期待されるため、近年、多くの注目を集めている。人工的に二重らせんを構築するための構造モチーフとしては、金属イオンの配位結合を駆動力とした二重らせん型錯体、いわゆるヘリケートが最も汎用に用いられているが、遷移金属イオンと複素環配位子からなるものがほとんどである。我々はこれまでに、オリゴフェノールと水素化ホウ素ナトリウム ( $\text{NaBH}_4$ ) を反応させることによりスピロボレートで架橋され、中心にナトリウムイオンを取り込んだヘリケートが得られることを見出している<sup>1)</sup>。このホウ素ヘリケートは安定であり、光学活性なアンモニウム塩を用いたジアステレオマー塩法により光学分割することが可能である。また、中央部分にビフェニルリンカーを持つオリゴフェノール誘導体からなるホウ素ヘリケートは、中心のナトリウムイオンの放出・捕捉過程において、一方向のねじれ運動を伴った伸縮運動を行うことも見出している<sup>2)</sup>。このようなシンプルなオリゴフェノール鎖と典型元素であるホウ素から安定かつ光学活性なヘリケートが得られることは、今後、汎用性の高いヘリケート構築のための有用なモチーフになると期待される。本研究では、両末端に機能団をもつ新規なオリゴフェノール誘導体を設計・合成し、新たなホウ素ヘリケートの合成及びその構造について検討した。

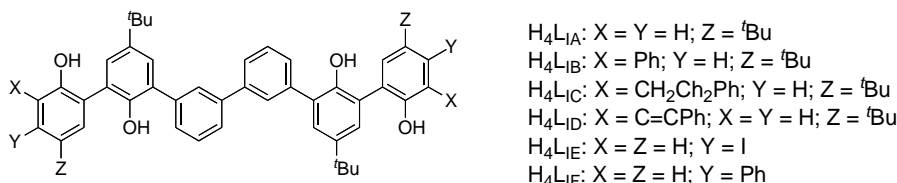


## [結果と考察]

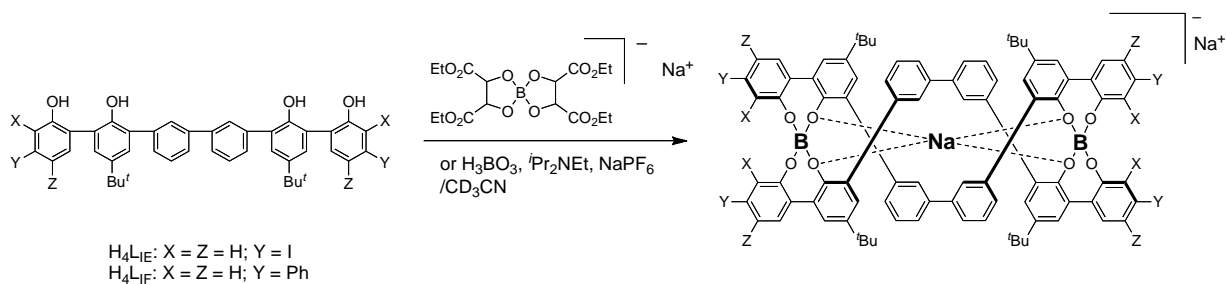
ホウ素ヘリケートの不斉合成触媒や超分子会合体構築への応用を念頭において配位子末端に種々の置換基を導入した配位子を設計、合成した。両末端の水酸基のオルト位に置換基を持つオリ



ゴフェノール(H<sub>4</sub>L<sub>IB-D</sub>)と 1 等量の NaBH<sub>4</sub> を 1,2-ジクロロエタンとエタノール(6/1)の混合溶媒中、80 °C で 20~24 時間加熱したところ、様々なホウ素錯体種からなる複雑な混合物を与えたが、<sup>1</sup>H NMR および ESI-MS から、目的とするホウ素ヘリケートも一部生成していることが確認された。



一方、水酸基のメタ位にヨード基をもつ配位子 (H<sub>4</sub>L<sub>IE</sub>) を合成した。同様に両末端にフェニル基 (H<sub>4</sub>L<sub>IF</sub>) を有する配位子を合成し、それぞれの配位子と一当量のホウ素源をアセトニトリル溶媒中、80 °C で一日加熱したところ、目的とするホウ素ヘリケートが生成していることを ESI-MS および <sup>1</sup>H NMR により確認した。クリプタンド[2.2.1]を添加するとヘリケート中心部の Na<sup>+</sup>イオンが定量的に除去され、そこに NaPF<sub>6</sub>を加えると再び中心部に Na<sup>+</sup>イオンが取り込まれることが分かった。また、これらのホウ素ヘリケートも Na<sup>+</sup>イオンの放出・捕捉過程において伸縮運動していることが <sup>1</sup>H NMR から示唆された。



## Reference

- 1) Katagiri, H.; Miyagawa, T.; Furusho, Y.; Yashima, E. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2006**, *45*, 1741-1744.
- 2) Miwa, K.; Furusho, Y.; Yashima, E. *Nature Chem.* **2010**, *2*, 444-449.
- 3) Miwa, K.; Shimizu, K.; Min, H.; Furusho, Y.; Yashima, E. *Tetrahedron.* **2012**, in press.

# Electrochemical Studies of Ferrocenyl-alkanethiol Modified Microelectrode for Biosensor

Qiang Ma<sup>1,2</sup>, Kazuo Nakazato<sup>1,2</sup>

1. Venture Business Laboratory, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan

2. Department of Electrical Engineering and Computer Science, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan

## Introduction:

As one of the successfully commercialized devices of biomolecular electronics, electrochemical biosensor has attracted ever-increasing attentions due to its potential applications to clinical diagnostics, food safety and environmental monitoring.<sup>1-3)</sup> The fundamental aspects of the electrochemical biosensor involve the bio-recognition molecules immobilization onto an conductor/semiconductor electrode surface and the efficient electrical communication between the bio-recognition molecules and the electrode. To design high-performance biosensors with excellent characteristics (accuracy of measurements, and sensitivity et.al), one important step is the effective immobilization of bio-recognition molecules on appropriate electrodes while retaining their original conformation and bioactivity. Chemically modified electrodes have been proposed to achieve this objective owing to their high sensitivity, stability, selectivity, and low over-potential for smooth electron transfer. In some successful cases, well ordered self-assembled monolayers (SAMs) formed by compound alkanethiols (ferrocenyl-alkanethiol et.al) on inert metal surfaces were used to immobilize enzyme firmly with a high degree of control over the enzyme architecture. Ju et.al pointed out that ferrocenyl-alkanethiol could act as mediator to enhance the rate of electronic communication between the enzyme and the underlying electrode.<sup>4, 5)</sup> So, it is necessary to investigate the electrochemical property of ferrocenyl-alkanethiol for the development of biosensor.

Because microelectrode biosensors offer great utility for the biomedical use, the miniaturization of the biosensor becomes more and more important.<sup>6)</sup> Microelectrode arrays of biosensor can be fabricated by photolithography or laser ablation. Although the current through microelectrodes is very small, they still show many advantages over conventional larger working electrodes within biosensors. Microelectrodes have the advantages of high mass transport density, small double-layer capacitance, and small ohmic drop. Meantime, microelectrodes can achieve steady-state current responses in unstirred solutions.

In this work, we synthesized 11-ferrocenyl-1-undecanethiol (11-FUT) modified gold microelectrodes for electrochemical biosensor. Our main attention is to study electrochemical interfacial properties of 11-FUT on gold substrates. An Electrochemical Workstation was used to study the basic self-assembling and electrochemical features of the monolayers formed by 11-FUT. Moreover, we also examined the sensitivity of 11-FUT immobilized gold electrodes to hexacyanoferrate (III) ions and hexacyanoferrate (II) ions, which are standard redox reagents of enzymatic assay in blood tests.

## Experimental:

Silicon (100) wafer was first cleaned and used as the substrate of metal electrode. The electrode composed with a 20nm Ti film and 100nm Au film was prepared with E-Beam vapor deposition. After that, a SU-8 photoresist was spin

coated on the electrode. Then a pattern was produced under 405 nm light using optical lithography. After developed, the pattern was hard baked at 200°C for 2 min. Thus an electrode with micro-sized pattern was achieved.

11-ferrocenyl-1-undecanethiol (11-FUT) was purchased from Dojindo. The electrode substrate was immersed in an ethanol solution of 11-FUT from 2h to 32h. The concentration of 11-FUT solutions was 5 mM. After alkanethiol modification, the substrates were rinsed with ethanol and deionised water twice to remove unreacted alkanethiol molecules. The samples were kept in a 0.1M sodium sulfate solution at room temperature until use.

All electrochemical measurements were carried out with a model CHI610 Electrochemical Workstation. One electrochemical cell was assembled as a conventional three-electrode system: the modified electrode as working electrode, Ag/AgCl electrode as reference electrode, and a metal platinum (Pt) as counter electrode. Some electrochemical cells were transferred into the solution of 0.2 M NaClO<sub>4</sub>. Other electrochemical cells were immersed into the mixed solutions of hexacyanoferrate (II) and hexacyanoferrate (III) at a total concentration of 10mM.

## Discussion:

Fig. 1 shows the cyclic voltammetry (CV) curves of the SAMs exhibited oxidation–reduction peaks of the ferrocenium/ferrocene (Fc<sup>+</sup>/Fc<sup>0</sup>) couple, with potential of 0.406 V and 0.398 V, respectively. This curve serves to determine surface concentrations of compound 11-FUT in the monolayers on microelectrode substrates. According to Faraday's law,  $Q = nFA\Gamma^*$  (where F is Faraday constant, Q can be obtained by integrating the reduction peak of 11-FUT, n and A stand for the number of electron transferred and the geometrical surface area of the electrode, respectively), the

surface concentration of electroactive 11-FUT ( $\Gamma^*$ ) on electrode is estimated to be around  $3.6 \times 10^{14}$  mol/ cm<sup>2</sup>. Fig. 2 demonstrates the CV curves of 11-FUT /gold microelectrode with scanning rates from 0.01 to 0.5 V/s. The cathodic and anodic peak currents of 11-FUT increased simultaneously with the increase of the scan rates. This reveals that the electron transfer between 11-FUT and microelectrode can be easily performed and is a surface-controlled electrochemical process. Meanwhile, the cathodic and anodic peak potentials show a small shift and the peak-to-peak separation also increase. For comparing the effect of annealing process, some gold electrodes were annealed in a horizontal tube furnace before the spin-coating process of SU-8 photoresist. As shown in Fig. 3, the cathodic and anodic peak currents increase with the improvement of temperature. This result indicates that the annealing process can influence the immobilization efficiency of 11-FUT on gold microelectrode. Fig. 4 shows the linear sweep voltammograms (LSV) results of samples in 10mM mixed solutions of hexacyanoferrate (II) and hexacyanoferrate (III) at a sweep rate of 0.05V/s. A plateau region between 0.3 and 0.7V is the limiting current zone. Within this limiting current zone, the current density

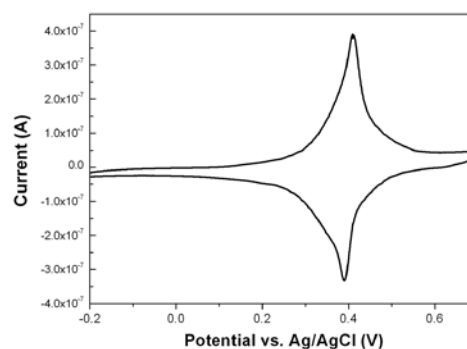


Fig 1. CV of 11-FUT modified microelectrode in 0.2 M NaClO<sub>4</sub> at the scan rate of 0.05 V/ s

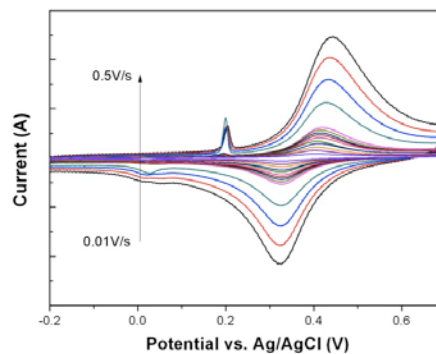


Fig 2. The series of CV curves of 11-FUT/microelectrode in 0.2 M NaClO<sub>4</sub> measured at various scan rates from 0.01V/s to 0.5V/s.

of 11-FUT/microelectrode is sensitive and proportional to the concentration ratio of hexacyanoferrate (II) ions to hexacyanoferrate (III) ions. From these LSVs, the sensing potential can be set at 0.35 V for obtaining amperometric steady-state current responses.

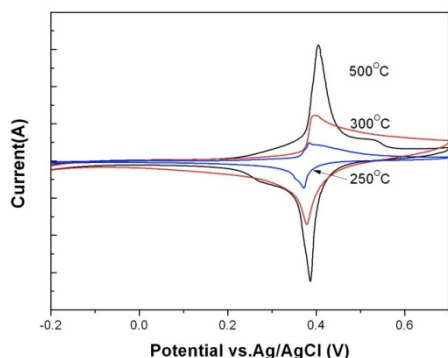


Fig 3. CV of 11-FUT modified microelectrode undergone annealing process

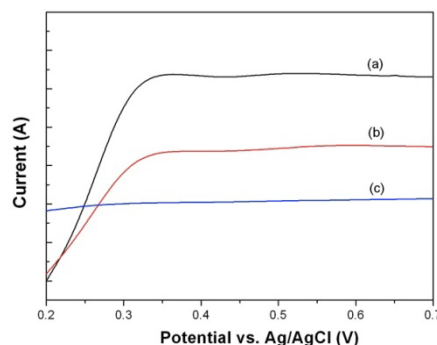


Fig 4 shows LSV of 11-FUT/microelectrode in 10mM mixed solutions of hexacyanoferrate (II) ions and hexacyanoferrate (III) ions. The concentration ratios of hexacyanoferrate (II) /hexacyanoferrate (III) are (a)1:1; (b)1:9 and (c) 1:99.

## Conclusion:

The cyclic voltammograms and linear sweep voltammograms were used to analyze the electron communication between 11-FUT and underlying microelectrodes. The electron transfer between 11-FUT and microelectrode is easily performed. Moreover, the 11-FUT/microelectrode shows a high sensitivity on the concentration ratio of hexacyanoferrate (III) ions and hexacyanoferrate (II) ions.

- 1) Y. Wang, H. Xu, J. M. Zhang, G. Li, *Sensors*, 8, 2043, 2008
- 2) Y. Peng, C. W. Wei, Y. N. Liu, J. Li, *Analyst*, 136, 4003, 2011
- 3) J. J. Gooding, D. B. Hibbert, *trends in analytical chemistry*, 18, 8, 1999
- 4) H. X. Ju, D. Leech, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 1, 1549, 1999
- 5) M. E. Ghica, C. M. A. Brett, *Analytical Letters*, 38, 907, 2005
- 6) M. Varshney, Y. B. Li, *Biosensors & Bioelectroics*, 24, 2951, 2009

# Synthesis of gold nanoshells and nanorods and their optical responses

DaJian Wu,<sup>1,2</sup> Takeshi Koyama,<sup>2</sup> and Arai Nakamura<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Venture Business Laboratory, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan

<sup>2</sup> Department of Applied Physics, Nagoya University, Nagoya 464-8603, Japan

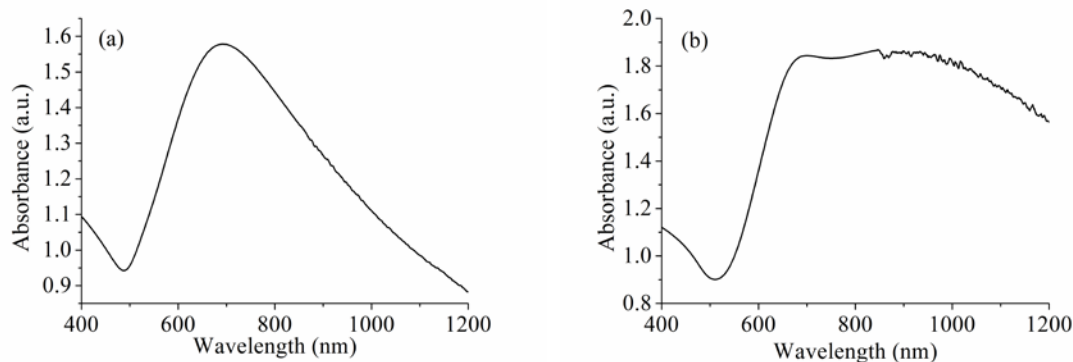
## I. Introduction

Metal nanoparticles (MNPs) have attracted considerable interest because of their special electronic and optical properties. The interaction of light with MNP induces the collective oscillation of conduction electrons known as localized surface plasmon resonance (LSPR), which can induce enormous electric field near the surface of MNP. Carbon nanotubes (CNTs) have attracted much attention because of their remarkable electrical, optical, and mechanical properties due to the quasi one-dimensional (1D) electronic states (1D excitons in optics). LSPR effects can lead to giant enhancement of optical responses in CNTs such as luminescence properties and third-order optical nonlinearity. However, CNTs show luminescence in the range of 800 nm to 1.5  $\mu\text{m}$ . Using gold nanorods with different aspect ratios or gold nanoshells with different shell thicknesses, we can tune a wavelength of LSPR to match the photoluminescence (PL) wavelength of CNTs. In the 2011 fiscal year, I have synthesized gold nanoshells and modified the surfaces of gold nanorods. Then, I investigated the optical properties of the samples.

## II. Experiments and results

### 1. Fabrication of gold nanoshells

Gold nanoshell (GNS), a particularly interesting structure consisting of a dielectric core coated with a gold shell, has received much attention due to its special electronic and optical properties. In contrast to solid metal nanoparticle, the plasmon resonance frequency in GNS is sensitive to the relative dimensions of the core and the gold shell, and can be moved from the visible region into the near-infrared region of 800–1200 nm. Firstly, silica colloids were purified and re-dispersed in ethanol. 3-aminopropyltrimethoxysilane (APTES) was added to purified silica colloids under vigorous magnetic stirring at 45°C for 3 hours. APTES-functionalized silica colloids were purified and re-dispersed in ethanol. On the other hand, gold nanoparticles (2-5 nm) were prepared by the reduction of chloroauric acid with sodium borohydride. APTES-functionalized silica colloids were added dropwise to gold sol to form gold-attached silica colloids ( $\text{SiO}_2/\text{Au}$ ). Finally, various amounts of  $\text{SiO}_2/\text{Au}$  colloids were added to the aged  $\text{AuCl}_4/\text{K}_2\text{CO}_3$  solution, followed by formaldehyde to form the GNSs. The amount of the added  $\text{SiO}_2/\text{Au}$  colloids was dependent on the intended thickness of the gold shells. The suspensions were centrifuged to concentrate the GNSs for further use and to remove excess reagents. The GNSs are electronegative.

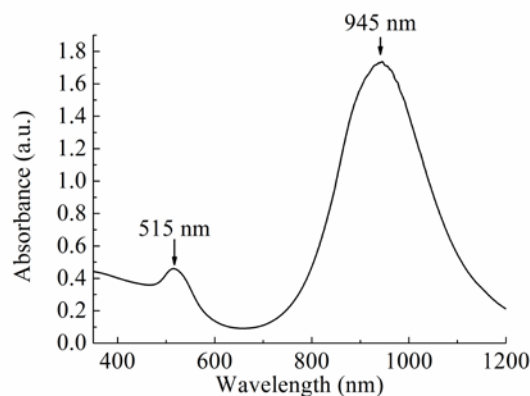


**Figure 1.** Absorption spectra of GNSs with core diameter of (a) 90 nm and (b) 170 nm

Figure 1 (a) and (b) show the absorption spectra of Au nanoshells with core diameter of 90 nm and 170 nm, respectively. The absorption spectra were measured by using UV-vis spectrophotometer in a transmission mode. In Fig. 1(a), one peak appears at about 700 nm, which arises from the dipole plasmon resonance. In Fig. 1(b), the dipole resonance peak appears at about 900 nm. At the shoulder of dipole peak, a peak appears at about 670 nm, which arises from the quadrupole plasmon resonance. For small nanoparticles, when their dimensions are much smaller than the wavelength of incident light, the far-field spectra can be described by the dipole term. With increasing the size of nanoparticle, the optical extinction changes from primarily absorbing to primarily scattering and hence the high-order multipole modes dominate the extinction spectra.

## 2. Surface modification of gold nanorods

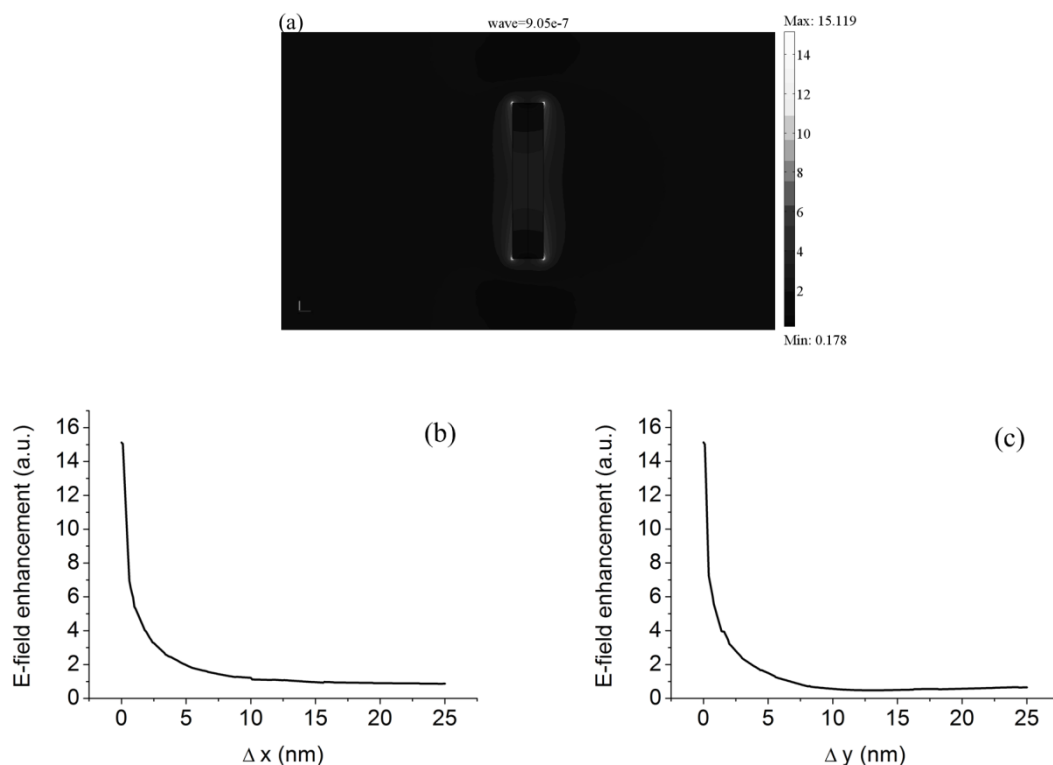
Four kinds of gold nanorod samples were purchased from company. The gold nanorod is covered with a CTAB shell. From the TEM images of gold nanorods, the thickness of CTAB shell is found to be about 2~3 nm. Figure 2 shows the UV-vis absorption spectrum of gold nanorods suspended in water. A strong peak appears at about 945 nm, which arises from the plasmon resonance along the long-axis of nanorod. A weak at about 514nm is the plasmon resonance peak for the minor axis.



**Figure 2.** UV-vis absorption spectrum of gold nanorods

We used the finite element method to calculate the near-field enhancement distributions of gold

nanorods. Figure 3(a) shows the near-field enhancement distribution of gold nanorod, which is calculated at long-axis peak. The length and diameter of the gold nanorod are fixed at 50 and 10 nm, respectively. The maximum of near-field enhancement is about 15.1. However, the near-field enhancement decreases very quickly with increasing the distance to the surface of nanorod, as shown in Fig. 3(b) and (c).



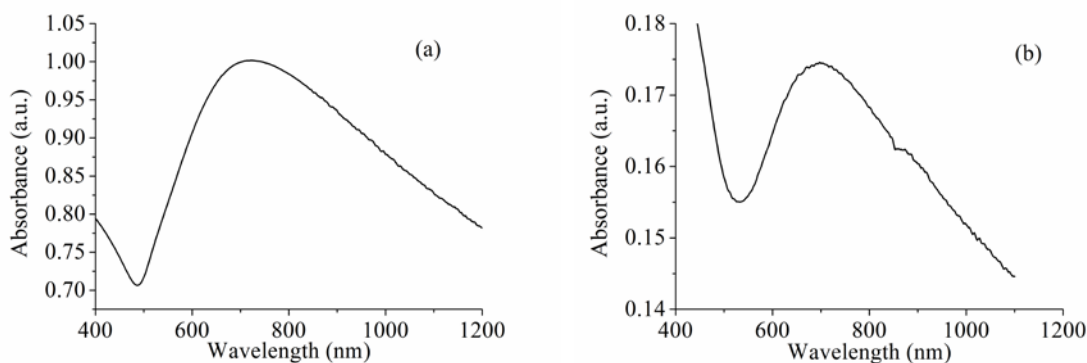
**Figure 3.** (a) Near-field enhancement distribution of gold nanorod. Dependence of the electric field enhancement on the separation between the field point and the surface of nanorod, which are obtained along (b) x-direction and (c) y-direction, respectively.

The CTAB shell thickness of 2~3 nm will lead to very weak enhancement of near-field on the surface of particle, which is an impediment to the synergistic effects between CNTs and nanorods. Thus, we have found that we need to modify the surface of gold nanorod and remove the CTAB shell to obtain large enhancement of electric fields. We tried to exchange the CTAB shell with polyvinylpyrrolidone (PVP). The CTAB covered gold nanorods in water were mixed with PVP aqueous solution and then were sonicated during 15 min, under vigorous stirring. The mixture was gently stirred overnight and then centrifuged and redispersed in ethanol under sonication. PVP-modified gold nanorod is electronegative.

### 3. Assembly of nanoparticle monolayers on glass substrates

A glass substrate was sonicated in detergent solution, triply distilled water, acetone and ethanol for 15 min, respectively. After dried, the substrate was immersed in an ethanol solution of APTES for 30 min at 75 °C, rinsed five times in ethanol with sonication, and dried at 120 °C for 3 h. The

silanized glass substrate was subsequently immersed overnight in GNSs (or gold nanorods) solution to form the GNSs/APTES/Glass sample. Figure 4(a) shows the absorption spectrum of gold nanoshells dispersed in water. Here, the diameter of inner core is about 90 nm. The dipole plasmon peak appears at about 720 nm. Figure 4(b) shows the absorption spectrum of gold nanoshells monolayer assembled on a glass substrate. In this case, the plasmon resonance peak moves to about 700 nm. The blue-shift of the plasmon resonance peak is due to the decrease of the dielectric constant of embedding medium.



**Figure 4.** Absorption spectra of (a) Au nanoshells in water and (b) Au nanoshells monolayer

### III. Summary

We have fabricated many kinds of gold nanoshells. Changing the relative dimensions of the core and the gold shell, the LSPRs of gold nanoshells can be moved from visible region to near-infrared region. The gold nanoshells are electronegative. We used PVP to modify the surface of gold nanorod covered by CTAB. The CTAB shell is exchanged by PVP and the gold nanorods show electronegative. Furthermore, we have assembled the gold nanoparticle monolayers on glass substrates. The CNTs may anchor on the MNPs/APTES/Glass substrates.

### References

1. U. Kreibig and M. Vollmer, *Optical Properties of Metal Clusters*, (Springer, Berlin, 1995).
2. V. Georgakilas, D. Gournis, V. Tzitzios, L. Pasquato, D. M. Guldi, and M. Prato, *J. Mater. Chem.* **17**, 2679 (2007).
3. B. H. Wu, Y. J. Kuang, X. H. Zhang, and J. H. Chen, *Nano Today* **6**, 75 (2011).



4. T. Sakashita, Y. Miyauchi, K. Matsuda, and Y. Kanemitsu, *Appl. Phys. Lett.* **97**, 063110 (2010).
5. G. S. Hong, S. M. Tabakman, K. Welsher, H. L. Wang, X. R. Wang, and H. J. Dai, *J. Am. Chem. Soc.* **132**, 15920 (2010).
6. Y. Wang, W. P. Qian, Y. Tan, S. H. Ding, and H. Q. Zhang, *Talanta* **72**, 1134 (2007).

#### 4. VBLで過ごした日々 (Days Spent at VBL)

# The days spent in VBL

XiaoJun Liu

School of Physics, Nanjing University, China

It is a pleasure for me to be invited by the Venture Business Laboratory from July 4 until September 2, 2011. During the past two months, my work was focused on the Raman investigation of the pressure effects on the ionic liquid crystals and magnetic metallic oxide as well as the luminescent properties of SnO<sub>2</sub> with different nano-sizes.

High-pressure Raman scattering technique is very important method to investigate the pressure effects on the optical phonons. From the pressure-induced shifts in the phonon energies, information on interatomic binding forces in crystals, charge transfer effects and structural instabilities can be extracted. For the Raman investigation on the ionic liquid crystals, it is found that the mode due to C-N bond shows a gradual hardening with pressure below 7.5 GPa, and then shows a gradual softening with pressure, which suggests the C-N bond length becomes longer above 7.5 GPa. The results are consistent with the high-pressure X-ray investigation in which the c-axis increases with pressure above 7.5 GPa. The investigation may be useful to clarify the pressure-induced coupling between the different molecules in the ionic liquid crystals. We also investigated the temperature dependence of the Raman spectra for the ionic liquid crystals. For the magnetic metallic oxide SrCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, we found two pressure-induced phase transitions at 16 GPa and 25 GPa, which is interesting to discuss the relationship between the structural and magnetic properties. In addition, we detected the Raman scattering and PL spectra for SnO<sub>2</sub> nanoparticles with different sizes. We found the significant size dependence for the Raman scattering and PL spectra in SnO<sub>2</sub> nanoparticles, which may be due to the variation of the oxygen vacancies.

I also made a talk on August 29 in the Venture Business Laboratory Seminar 1 (“Manipulation of acoustic waves by artificial structures---From phononic crystals to acoustic metamaterials”). In my talk, the propagation properties of acoustic waves in artificial structures are discussed with theoretical and numerical methods systematically. We focus on the characters of surface acoustic wave filters made by phononic crystals and locally-resonant acoustic metamaterials, acoustic cloaking realized by layered effective medium, sound beaming and direction control in radiation system made of surface acoustic metamaterials.

To conclude, I thank again all the colleagues that made my stay in Nagoya in the Venture Business program so fruitful. I think that the collaboration with Professor Nakamura will be very helpful for development of the relationship between Nagoya University and Nanjing University. I will remember the life in Nagoya forever.

## Days Spent at VBL, Nagoya University From November 2nd to November 24th, 2011

Dr. Nina Berova, Ph.D.

Department of Chemistry, Columbia University, New York, NY

ndb1@columbia.edu

I would like to start the report by expressing my deep appreciation to the Board of Venture Business Laboratory, Nagoya University, and personally to Prof. Eiji Yashima for the chance to spend three professionally exciting and unforgettable weeks at Nagoya University. During this period of time I have the opportunity to meet meeting faculty members Prof. Asanuma, Prof. Shinokubo Prof. Yashima, Prof. Y. Okamoto, Prof. M. Kitamura, Prof. S. Yamaguchi, Prof. K. Tanaka, Dr. J. Yamaguchi, Dr. Y. Segawa at both the Department of Molecular Design and Engineering and the Department of Chemistry.

I hope the personal discussions with all of them were mutually beneficial. We shared insights on some recent developments we are interested in, such as stereochemistry, polymer science, chiroptical spectroscopy and supramolecular chemistry.

I was able to meet a number of undergraduate as well, master and doctor course students at the Department of Molecular Design and Engineering and discussed their work during slides presentations which each of them did at open seminars. My direct contacts with these students during the seminars are one of the most pleasant, and I think the most meaningful accomplishments of whole my visit. Many of students impressed me with their willingness to discussion their own work and future plans, and also to ask my opinion on some aspects of their work as well. Among the students I met were Y. Noda, R. Noda, W. Magiguchi, M. Heejun, S. Iwahana and few more. I was truly impressed by the excellent presentations by most of them, and even more, by their ability to answer my unanticipated questions with ease and confidence.

Interestingly, this is mainly during my more recent visits of Japanese universities, including Nagoya Univ. in past 5-6 years when I notice a trend in continuing improvement of oral English language communication. While before this was only a trend, this time in Nagoya at the end of 2011 a big improvement in English communication skill taking place was not to miss. It is fair to say also, that in overall the communication in English at VBL and the Department are much easier than I have experienced during my other visits to Japan. Although more is desired, it is obvious that the rigorous international contacts of Nagoya University have played a positive role.

Is this the positive effects of recent globalization in many areas of contemporary life? Therefore in my opinion it will be very important if the faculty members at Nagoya University continue to strongly encourage a practice where the visiting foreign speakers at the University not only present a formal seminar-lecture but meet with a group of interested students and young researchers at scheduled time for a free scientific conversation. I am convinced that such open-theme conversations when the visiting scientists can share experience and insights in a relaxed atmosphere will bring tremendous positive effect on the young people who might be otherwise too shy to ask questions during the formal seminars.

A long time ago we have established in Chem. Department at Columbia University a practice when

the Thursdays seminars invited speakers meet for a whole one hour with the graduate students and postdocs for a free conversation. Usually faculty members meet the speaker for a light lunch just before, and then let the students alone to talk with the speaker. I think this is really a nice way to avoid unnecessary stress, which a young student possibly may feel for asking unprepared questions in presence of his own mentor.

During my visit I have numerous opportunities to find out that although my own research objectives and these of Prof. Yashima may look quite different, we both share very intense and close interests on the manifestation, sensing and multiplication of chirality phenomena. I found that his group is doing a truly pioneering work related to chirality, which include studies on synthesis of helical polymers and analysis of their structures and functions. In particular, in relation to determination of helical structure and properties my expertise on Chiroptical spectroscopy has a very close connection with the problems studied by Yashima and coworkers. Chiroptical spectroscopy and, in particular, the electronic Circular Dichroism (ECD), is one of the earliest and most powerful tools for determination of molecular chirality.

A testament for the enormous progress in this field may be seen in new two-volume monograph “*Comprehensive Chiroptical Spectroscopy*” (2012 by Wiley):

<http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470641355.html>.

The ECD is currently undergoing a rapid technological and methodological development permitting experimental studies not only in broader spectral range but also simulations of chiroptical properties based on the Time-Dependent Density Functional response. Despite recent success in solving more challenging structural problems the application of ECD remains still difficult in the field of large synthetic molecules and polymers where the large molecular size often prohibits a computational analysis. Therefore, the exchange of experience between scientists in the field is so important for the future progress. Therefore, I dare to say that my stay obviously was very beneficial not only for me but also for the researchers with whom I communicated during my stay at VBL.

Around the mid of my stay on Nov. 17, 2011 at the Department of Molecular Design and Engineering I delivered a one and half-hour lecture, on “*Probing Molecular and Supramolecular Chirality by Experimental and Theoretical Chiroptical Methods*” which followed by discussions.

During my stay, on Nov. 9 and 11, I was able to share my experience on structure determination by experimental chiroptical spectroscopy coupled with conformational analysis and theoretical prediction of chiroptical properties by presenting four 90-minutes lectures at the Graduate School of Science. In my opinion, the lectures were well accepted by the students, judged by the interest and many questions I got during and after the presentations.

I would like to stress also that my regular daily contacts with Prof. Yashima, as well as my interactions with the faculty members were not only mutually pleasant, but most importantly, they gave me a chance to learn directly about the great scientific achievements at the Department. I believe that during these three weeks at VBL I gained a unique kind of experience by interacting with professionals who are very dedicated to their research projects, while many of them undoubtedly are at the forefront of related scientific fields.

I appreciate also very much the rare opportunity to attend on November 14th the prestigious Nagoya

Medal of Organic Chemistry 2011 seminar and meet there many Japanese friends.

Finally, I would like to thank once again to Prof. Eiji Yashima for his friendly hospitality, kind attention to me and for his continuing efforts to ensure that my stay proceeds successfully in accordance with the Venture Business Program and provides results that are mutually beneficial.



# The days spent in VBL

Nikolai S. Sokolov

*Ioffe Physical-Technical Institute of Russian Academy of Sciences*

*St. Petersburg 194021, Russia*

It was my pleasure to stay in Venture Business Laboratory of Nagoya University two months in October - December 2011. These days were full of events related to collaborative research activity with my Japanese colleagues. Among them, I got a good opportunity to take part in two joint experiments devoted to structural and XMCD studies of Co/MnF<sub>2</sub> and Co/NiF<sub>2</sub> heterostructures at the Photon Factory.

After arrival to Nagoya in the mid of October, I completed preparations to the first experiment on surface X-ray diffraction studies of Co/ MnF<sub>2</sub> nanostructures at the beam line BL-3A along the proposal 2010G190 “Structure and magnetic properties of exchange biased nanoheterostructures”. Details of coming experiment were discussed with my colleague Dr. Sergey Suturin, who also participated in the experiment and stayed at the VBL. During the experiment in Tsukuba (Oct. 30 – Nov. 8) we obtained quite large amount of valuable X-ray diffraction and scattering data. After detailed analysis they will be very useful for better understanding structure and surface morphology of Co nanoparticle arrays on different fluoride surfaces. The arrays of such nanoparticles are attractive for applications in high density recording media.

On the way back to Nagoya after completion of the first experiment, I got a good opportunity to see again my good collaborator from the University of Tokyo Prof. Koichiro Saiki, with whom we exchanged by recent news of common scientific interest. After return to the VBL, I devoted the most time to the discussions with staff members and students of the laboratory, preliminary analysis of the data and preparation of my talk at the VBL seminar entitled “Recent progress in studies of cobalt – epitaxial fluoride nanoheterostructures”. In this talk, I reviewed recent experiments carried out in my group at Ioffe institute, the recent XMCD experiments at BL25SU of SPring-8 and discussed further prospects in this field. During that period, considerable part of my time was devoted to preparations to the second experiment at the Photon Factory. Together with my colleagues Drs Sergey Suturin and Luca Pasquali we discussed coming XMCD measurements at BL16A beamline along proposal 2011G592 “XMCD studies of exchange bias in cobalt / fluoride heterostructures”.

This XMCD experiment in Tsukuba was also quite successful. New information on proximity effect in Co/MnF<sub>2</sub> and Co/NiF<sub>2</sub> heterostructures has been obtained. Studies of this effect are important for better understanding of magnetic properties of ferromagnet – antiferromagnet heterostructures, which are widely used in reading heads of modern computers. It is expected that the data obtained during these two experiments after their analysis will be good basis for presentations at scientific meetings and preparing a full paper on structure and magnetic properties of ferromagnet – antiferromagnet heterostructures.

During the measurements at the Photon Factory, I got a good opportunity to meet there my good collaborator Prof. Takayoshi Shimura from Osaka University for exchange by recent news in the field of surface X-ray diffraction. Moreover, after the experiment I had very useful discussion with Prof. Takashi Suemasu from University of Tsukuba on growth and properties of various heterostructures with epitaxial fluoride layers.

Coming back to Nagoya, I devoted the most time to the discussions with students of the laboratory and preliminary analysis of XMCD data. During that period, I actively used an excellent opportunity of electronic access to a number of scientific journals and data bases available via Nagoya University electronic library. This was really useful for my further collaborative studies with the laboratory of Prof. Masao Tabuchi.

I have a pleasure to mention very good conditions for my work and kind assistance of VBL staff as well as a number of students of the laboratories of Profs M.Tabuchi and Y.Takeda. In particular, I would like to thank Prof. Yoshikazu Takeda for interesting and stimulating discussions, Prof. Masao Tabuchi for the invitation to visit his laboratory at the VBL and very good organization of my visit. Especially I would like to mention really friendly atmosphere in the laboratory, which made my stay at the VBL both scientifically fruitful and personally pleasant.

During the days off, I have got really good opportunity to see again a number of my good colleagues and friends in Japan and to visit my favorite places in Nagoya, Tokyo and Kyoto. It was very fortunate for our family that this time my wife could join me during the first month of my stay in Japan. This helped a lot to refresh very important for us memories obtained during our previous visits to Japan and to learn more about recent trends in the life of this country.



# Days spent at VBL

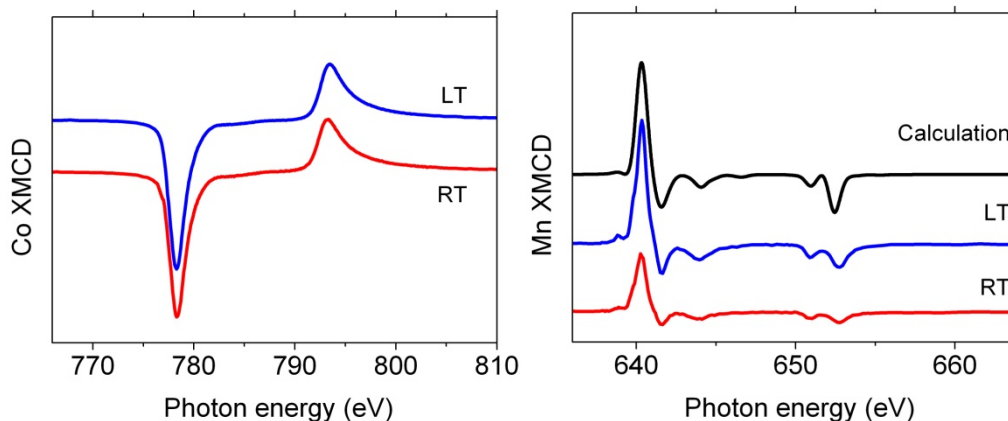
By L. Pasquali

(14 Nov. – 03 Dec. 2011)

This was my second time at the Nagoya University as a visiting teacher and once again I confirm the marvelous atmosphere I found. The period of my stay was between November and December 2011. Welcome and assistance during my stay were always at the highest levels, testifying the high organization standards of the host institution and the positive efforts of Prof. M. Tabuchi, who has contributed to make this visit an extremely positive experience.

The period was extremely fruitful on many respects: scientifically, didactically and regarding human relationships.

Concerning the scientific activity, I had the opportunity to participate in a joint experimental activity at the Photon Factory synchrotron radiation laboratory with Russian colleagues of the Ioffe Physical Technical Institute of St.Petersburg. The experiments were carried out at the BL16 Beamline on an experimental end station conceived to perform x-ray absorption experiments under applied magnetic field. Together we investigated by X-ray magnetic circular dichroism the magnetic properties of Co nano structured thin films on  $\text{MnF}_2$  and  $\text{NiF}_2$  templates.  $\text{MnF}_2$  and  $\text{NiF}_2$  are antiferromagnetic fluorides. Their crystallographic and morphological/structural properties can be suitably tailored when they are grown by molecular beam epitaxy on suitable  $\text{CaF}_2$  substrates held at different temperatures. FM-AFM structures based in fluorides are extremely interesting for fundamental studies on exchange bias and magnetic proximity effects. Our experiments permitted us to observe that Co induces a net magnetic moment on Mn (Ni) at the interface with the antiferromagnet well above the AFM Neel temperature. The magnetic coupling depends on the nature of the antiferromagnet: it appears to be anti parallel for  $\text{MnF}_2$  and parallel for  $\text{NiF}_2$ . Concerning  $\text{MnF}_2$ , the growth of Co nanoparticles on the (110) oriented surface permitted us to obtain anisotropic in-plane magnetic properties.



Co and Mn  $L_{2,3}$  edges measured by XMCD at room and at low temperature on a Co/ $\text{MnF}_2$  sample

During the stay at the Nagoya University teaching activities were organized. The teaching activities were conceived in the form of seminars attended by students. During the seminars the foreign teachers had the opportunity to present and discuss with the students the object of their research and to show the fundamental physics behind their work. In my case, I presented part of the activity that I carry out at the Elettra synchrotron radiation laboratory in Italy dedicated to the investigation of organic ultra thin films on noble metal surfaces. In particular I focused on the contribution of high resolution photoemission and x-ray absorption at the carbon K edge to the study of self assembled monolayers. I presented the recent work in which I am involved related to benzenedimethanethiol on gold and ethylenedioxythiophene on noble metals. These systems are important for sensor applications and organic electronics. I discussed also the importance of calculations and simulations from the first principles for the correct interpretation of the spectroscopic response.

The atmosphere during the seminars was always informal and friendly. This facilitated the interaction with the students who were encouraged to ask questions and discuss with the teacher.



A seminar event: Prof. Nikolai Sokolov illustrating recent results on fluorides growth.

Concerning human relationships and social contacts, the period at the University of Nagoya was a nice opportunity to consolidate social relations which were started during my first stay at Nagoya in 2010. Many different social events were organized, also independently with respect to scientific/didactic activities, in which students and professors were meeting together in a relaxed and informal atmosphere. This gave me

the opportunity on the one hand to understand better the Japanese culture and way of life and on the other hand to comment and show our native country habitudes and traditions.

# Report on my stay in Nagoya University VBL in October-December 2011

Dr. Sergey M. Sutorin

Ioffe Physical-Technical Institute, St. Petersburg, Russia

It was my pleasure to be invited to VBL for a 40 days stay in the period from 27 October to 5 December 2011. While staying in Japan I have participated in two synchrotron experiments at Photon Factory. The experiments were dedicated to the cobalt nanoparticles grown on  $\text{CaF}_2$  and  $\text{MnF}_2$  surfaces.

First days in Nagoya were spent in discussions and preparations related to the X-ray diffraction experiment at BL3A beam line of Photon Factory synchrotron that was scheduled along the proposal 2010G190 "Structure and magnetic properties of exchange biased nanoheterostructures". Next week me and Prof. Nikolai Sokolov (also staying at VBL) moved to Tsukuba to run the experiment at BL3A. During the beamtime few samples with Co nanoparticles grown on  $\text{CaF}_2$  and  $\text{MnF}_2$  surfaces have been studied.  $\text{MnF}_2$  /  $\text{CaF}_2$  layers grown on Si(001) and Si(111) were studied to understand epitaxial relations between the components. Further on, with the use of a 2D detector, the reciprocal space around cobalt Bragg reflections was thoroughly examined. The streaks believed to be related to the antiphase boundaries were found emerging in the [111]-like directions. For the first time in our practice GISAXS patterns were taken from the cobalt nanoparticles. The obtained images showed well pronounced facet streaks. It is planned to simulate the taken GISAXS patterns using the available from ESRF IsGISAXS software.

After the end of the diffraction experiment we moved back to Nagoya to meet our colleague Dr. Luca Pasquali also arriving to VBL. On returning back to Nagoya I participated in the seminar held by the students of the Prof. M.Tabuchi laboratory where their ongoing scientific activity was presented and discussed. I have also given a talk on 3D diffraction studies of Co nanoparticles carried out by RHEED, XRD and GISAXS. Some results of the last experiment at BL3A were included in this talk.

The activity during the next week of our stay in Nagoya was discussion and preparation related to the next scheduled synchrotron experiment at BL16A beamline of Photon Factory. Soon we have departed for Tsukuba. The experiment at PF was dedicated to the measurements of X-ray magnetic circular dichroism (XMCD) of Co/ $\text{MnF}_2$  structures. The beam time was allocated along proposal 2011G592 "XMCD studies of exchange bias in cobalt / fluoride heterostructures". Though our team carried out experiments at this beam line for the first time, they were quite successful. The measurements were dedicated to ferromagnetic cobalt coverage on antiferromagnetic  $\text{MnF}_2$  and  $\text{NiF}_2$  layers. Proximity effects related to interaction of the ferromagnet with the antiferromagnet at the interface were studied.

The research program during my visit to VBL was full of interesting scientific events. In addition amongst the experimental activity I also managed to take a lot of pictures with my Canon photo camera walking around Nagoya, Tokyo and Tsukuba. It was pleasant for me to meet the students at VBL and to communicate with them in informal environment. I am very grateful to Prof. Masao Tabuchi for inviting me and appreciate very much the stay in Japan at the end of 2011.

5. 事業委員会および専門委員会の活動  
(Activities of VBL Committee)

## 5.1 事業委員会

### 委員会委員

八島栄次(委員長、工学研究科、教授、ラボラトリー長)

西村 真(経済学研究科、教授)

五島剛太(理学研究科、教授)

西山久雄(工学研究科、教授)

中村新男(工学研究科、教授)

中里和郎(工学研究科、教授)

内田浩二(生命農学研究科、教授)

武田一哉(情報科学研究科、教授)

丹司敬義(エコトピア科学研究所、教授)

### オブザーバー

田淵雅夫(工学研究科、准教授、VBL専任)(7月31日まで)

永野修作(工学研究科、准教授、VBL専任)(8月1日より)

### ・第1回事業委員会 平成23年6月17日(金)

#### 審議事項:

平成23年度事業計画(案)について

平成22年度決算(案)について

平成23年度予算(案)について

非常勤研究員の追加募集について

#### 報告事項:

平成23年度非常勤研究員、招へい研究者及び海外派遣者について

平成22年度事業報告について

准教授候補者について

その他

### ・第2回事業委員会 平成23年11月30日(金)

#### 審議事項:

次期VBL長候補者の選考について

平成24年度非常勤研究員(中核的研究機関研究員)の募集について

平成24年度海外派遣者及び招へい研究員の募集について

#### 報告事項:

平成23年度VBL活動状況について

その他

### ・第3回事業委員会 平成24年2月10日(金)

#### 審議事項:

次期VBL長候補者の選考について

次期事業委員会委員について

平成24年度非常勤研究員、海外派遣者及び招へい研究者の採用について

平成24年度の活動について

#### 報告事項:

平成23年度VBL活動状況について

その他

## 5.2 研究推進専門委員会

### 委員会委員

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 八島栄次  | (工学研究科、教授、VBL長)          |
| 中里和郎  | (工学研究科、教授、委員長)           |
| 上垣外正己 | (工学研究科、教授)               |
| 渡邊信久  | (工学研究科、教授)               |
| 馬場嘉信  | (工学研究科、教授)               |
| 中村新男  | (工学研究科、教授)               |
| 天野 浩  | (工学研究科、教授)               |
| 水谷 孝  | (工学研究科、教授)               |
| 齋藤弥八  | (工学研究科、教授)               |
| 宇治原 徹 | (工学研究科、教授)               |
| 竹田美和  | (工学研究科、教授)               |
| 堀 勝   | (工学研究科、教授)               |
| 美宅成樹  | (工学研究科、教授)               |
| 佐藤一雄  | (工学研究科、教授)               |
| 山口雅史  | (工学研究科、准教授)              |
| 大野雄高  | (工学研究科、准教授)              |
| 伊藤正行  | (理学研究科、教授)               |
| 大内幸雄  | (理学研究科、准教授)              |
| 丹司敬義  | (エコトピア科学研究所、教授)          |
| 田淵雅夫  | (工学研究科、准教授、VBL専任教員)      |
|       | (シンクロトロン光研究センター、教授) 8月より |
| 永野修作  | (工学研究科、准教授、VBL専任教員) 8月より |
| 金 寶濫  | (工学研究科、博士課程後期課程1年)       |

・委員会開催：隔月を目安に開催

参加者は、上記委員の他、関係研究グループの構成員、施設利用者、VBL専任教官、VBL非常勤研究員など。

・審議事項：年間事業計画、研究計画、教育プログラム企画、施設維持管理体制、予算執行計画など。

## 5.3 研究企画専門委員会

### 委員会委員

八島栄次 (工学研究科、教授、ラボラトリー長、委員長)

西山久雄 (工学研究科、教授、外部委員)

内田浩二 (生命農学研究科、教授、外部委員)

中里和郎 (工学研究科、教授、内部委員)

伊藤正行 (理学研究科、教授、内部委員)

丹司敬義 (エコトピア科学研究所、教授、内部委員)

加地 徹 ((株)豊田中央研究所 エレクトロニクス研究部、主監、学外委員)

本田史郎 (東レ(株) 化成品研究所 ケミカル研究室、室長、学外委員)

### オブザーバー

永野修作 (工学研究科、准教授、VBL専任)

日時: 平成 24 年 3 月 13 日(火) 13:30-15:30

場所: VBL セミナー室

### 議題:

1. VBL の事業概要 (八島 VBL 長)

2. VBL の研究活動

(1) 半導体ナノプロセス、齋藤弥八 教授

題目: カーボンナノチューブ電界放出電子源:基礎特性真空デバイスへの応用

(2) 高分子・蛋白プロセス、永野修作 准教授

題目: 液晶相を利用したメソ多孔材料の配向制御

3. 意見 (外部委員)



6. 中部地区ナノテク総合支援  
(Chubu Integrated Nanotechnology Support)

## 6.1 中部部地区ナノテク総合支援

本事業は、分子研、名大、名工大、豊田工大の愛知県内4機関が連携することにより、中部地区ナノテクノロジー総合支援拠点を形成し、ナノ計測・分析、超微細加工、分子・物質合成の3領域において、超高磁場NMR、先進電顕等の最先端機器利用、有機・生体関連分子等の設計合成評価、最先端設備技術を用いた半導体超微細加工等を総合的に支援する。各要素単体の支援に留まらず、4機関の特徴を活かした連携融合支援を推進する。

## 6.2 名古屋大学における支援

名古屋大学は、ナノテク関連研究センターである先端技術研究センター、プラズマナノ工学研究センター、ベンチャー・ビジネス・ラボラトリーの3つが機関内連携し、世界トップレベルのプラズマ技術を軸とした「超微細加工」領域を支援します。支援要素として、半導体プロセス、ナノ磁気デバイス、MEMS、プラズマプロセス、ナノバイオ素子がある。また、VBLの極めて多彩な評価装置によるナノデバイス構造解析支援に加え、主導的立場にある電子顕微鏡支援を行い、先進的な素子評価に供する。

## 6.3 VBLにおける支援

VBLでは、化合物半導体やカーボンナノチューブをはじめとする新規材料の半導体ナノデバイス構造作製評価技術を支援する。具体的には、分子線結晶成長装置や電子ビーム描画装置をはじめとする高度な装置に加えて、フォトリソグラフィ装置、絶縁体薄膜形成装置、金属蒸着装置などの基本的な半導体プロセス技術を提供し、ナノ構造・ナノデバイス作製を可能とする。さらにこれらの構造を評価するための走査型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、元素分析装置、原子結合状態評価装置等の高度な評価技術を提供し、高品質ナノ構造・ナノデバイスの研究開発を支援する。

## 6.4 支援制度利用者リスト

名古屋大学VBLへのナノテク総合支援申請は、支援制度を直接利用して申請される場合と、VBLの従来の課題申請の枠組みを通して併用で申請される場合がある。ここでは、ナノテク総合支援制度を直接利用して申請された課題のリストを掲載する。7.5節にはその成果報告をまとめた。

- 1) 関 隆広、名古屋大学: 光応答性ブロックコポリマーのマイクロ相分離構造観察
- 2) 吉川浩史、名古屋大学: 有機ラジカル薄膜の構造決定
- 3) 山西陽子、名古屋大学: マイクロロボットによるオンチップ高速除核・分注技術の開発
- 4) 宮崎誠一、名古屋大学: ゲルマニウム・シリコン系量子ドットの自己整合複合集積による物性制御と発光ダイオードへの応用
- 5) 岩田 聡、名古屋大学: 磁気記録用ビットパターン媒体の研究
- 6) 吉田寿雄、名古屋大学: 光触媒のキャラクタリゼーション(3)
- 7) 薩摩 篤、名古屋大学: 金属ナノクラスター触媒の構造解析
- 8) 細井厚志、名古屋大学: 機能性ナノワイヤの創製と性能評価に関する研究
- 9) 細井厚志、名古屋大学: 同一ウェハ上におけるテラヘルツ波発生・検出素子の開発
- 10) 梶田 信、名古屋大学: 希ガスプラズマ照射によるタングステンの表面損傷
- 11) 徳永智春、名古屋大学: 透過型電子顕微鏡による材料創製からデバイスへの応用までの工程に関する研究
- 12) 丸山隆浩、名城大学: SiCの表面分解過程に関する研究
- 13) 坂倉 彰、名古屋大学: アンモニウム塩触媒による水中脱水縮合法の開発
- 14) 梅原徳次、名古屋大学: 炭素系硬質薄膜の極表面の摩擦に伴う構造変化の解明
- 15) 宇理須恒夫、名古屋大学: 光神経電子集積回路開発と機能解析・応用

## 6.5 総合支援成果報告

# 超分子液晶ブロックコポリマーのマイクロ相分離構造観察

## Observation of Microphase Separated Structure in a Supramolecular Block Copolymer Film

永野 修作<sup>a</sup>, 関 隆広<sup>b</sup>

Shusaku Nagano<sup>a</sup>, Takahiro Seki<sup>b</sup>

<sup>a</sup>名古屋大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー, <sup>b</sup>名古屋大学工学研究科

<sup>a</sup>Nagoya University VBL, <sup>b</sup>Graduate School of Engineering, Nagoya University

ポリスチレン-*block*-ポリ4ビニルピリジンのピリジン部位にアゾベンゼン安息香酸誘導体を水素結合を介して導入した超分子ポリマーを調製した。その結果、超分子化により新たなマイクロ相分離構造が発現し、アゾベンゼン誘導体を選択的に除去することでマイクロ相分離構造を鋳型とした高分子ナノ構造を構築する手法を提案した。

We prepared liquid-crystalline supramolecular block copolymers containing polystyrene-*block*-poly(4vinylpyridine) (PS-*b*-P4VP) and an azobenzene benzoic acid (Az) derivative through hydrogen-bonding. Supramolecular PS-P4VP/Az exhibited the liquid crystallinity. In the thin films of the PS-*b*-P4VP/Az, microphase separated structure was observed. Polymer nanostructures were constructed after removal of the azobenzene derivative.

(一行スペース)

**背景と研究目的:** ブロック共重合体は、高分子鎖 (数十ナノメートル) レベルの規則性をもつマイクロ相分離(MPS)構造を形成する自己集合材料である<sup>1-2)</sup>。近年、このMPSをナノパターンや構造体として工学的に利用する試みが盛り上がりを見せており、その配向制御手法が鍵とされている。本研究は、polystyreneとpoly(4-vinylpyridine)からなるジブロック共重合体(PS-*b*-P4VP)の4VP部にアゾベンゼン安息香酸(Az)誘導体を導入した水素結合型超分子側鎖型液晶ブロック共重合体を設計し(Fig.1)、超分子液晶化によるMPS構造の配向制御手法の確立、ならびにAz誘導体を選択的に除去した高分子ナノ構造の新たな構築手法の提案とその応用検討を行った。

**実験:** PS-*b*-P4VPおよびAz誘導体のCHCl<sub>3</sub>溶液

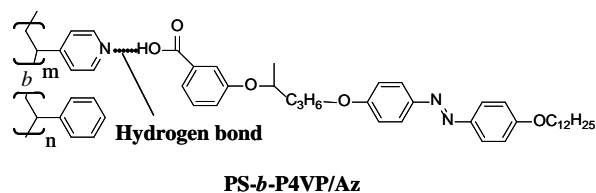


Fig.1. Chemical structure of a supramolecular LC block copolymer (PS-*b*-P4VP/Az).

から溶媒をゆっくりと揮発除去し、水素結合性超分子ポリマー(PS-*b*-P4VP/Az)を調製した。赤外吸収スペクトル(IR)測定、示唆走査熱量(DSC)定およびX線回折(XRD)測定により、PS-*b*-P4VP/Azの液晶構造を同定した。PS-*b*-P4VP/Azのスピンコート膜を調製し、MPS構造と液晶構造と各々の配向を原子間力顕微鏡(AFM)観察、斜入射小角X線散乱(GI-SAXS)測定および吸収スペクトルにより評価した。

**結果、および、考察：** 得られた PS-*b*-P4VP/Az は、超分子に特徴的な IR ピークを示し、DSC および XRD 測定から Az 誘導体単独とは異なるスメクチック相をもつ水素結合性超分子液晶ポリマーであることがわかった。また、用いるブロック共重合体の組成に応じてシリンダーからラメラの MPS パターンを形成することを確認した。これら PS-*b*-P4VP/Az 薄膜の AFM 観察から、MPS に対応した表面モルフォロジーが見られることがわかった(Fig.2)。GI-SAXS パターンから、薄膜の MPS 由来の散乱は、面内方向のみ、P4VP/Az ブロックの形成する液晶相の回折ピークが面外のみそれぞれ観察された。よって、PS-*b*-P4VP/Az 薄膜において P4VP/Az ブロックのスメクチック液晶相がホメオトロピック配向し、基板に垂直に配向した MPS 構造を誘起できることが明らかとなった。

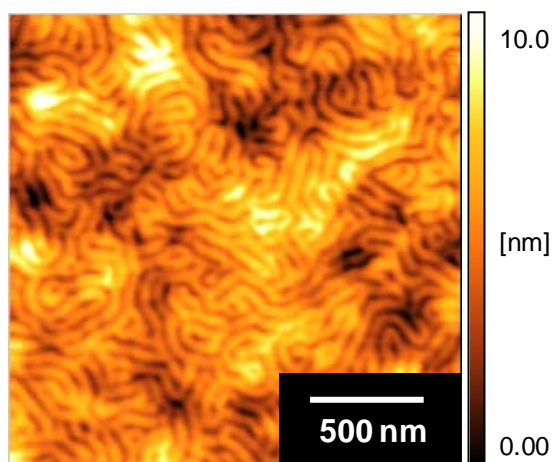


Fig.2. The topographical AFM image of a lamella structure film in PS-*b*-P4VP/Az.

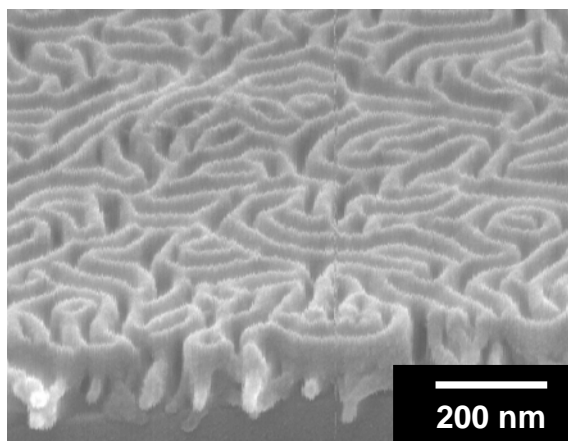


Fig.3. The cross sectional image of the nanostructure for PS-*b*-P4VP/Az after removal of Az by immersing ethanol.

この垂直配向 MPS 構造薄膜をエタノールに浸し、水素結合の切断による Az 誘導体の選択的除去を試みた。除去後、MPS 由来のナノ凹凸構造を示すことが FE-SEM 観察から判明し

(Fig.3)、超分子構造から Az 誘導体が選択的に除去され PS 部のナノ構造体を構築できることが明らかとなった。以上の結果により、超分子液晶ブロック共重合体を生かした高分子ナノ構造構築とその応用手法を提案した。

現在、真空下の紫外光照射により PS が架橋する性質に着目した PS ナノ構造体の固定安定化、poly(3-hexyl thiophene) (P3HT) の電解析出による PS ナノ構造をテンプレートとした P3HT ナノ構造成型を行い、より実用的なナノ構造を構築する研究を進めている。

#### 論文発表状況・特許出願

- [1] 西見昭雄, 永野修作, 関隆広, 第 60 回高分子学会年次大会 口頭発表
- [2] 西見昭雄, 永野修作, 関隆広, 2011 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会 口頭発表
- [3] 西見昭雄, 永野修作, 関隆広, 第 21 回日本 MRS 学術シンポジウム 口頭発表

#### 参考文献

- 1) M. Lazzari, C. De Rosa, in Block Copolymers in Nanoscience (Eds.: M. Lazzari, G. Liu, S. Lecommandoux), Wiley-VCH, Weinheim, Germany, (2006), pp. 191-231.
- 2) J-Y. Wang, S. Park, T. P. Russell, *Vol. 1: Polymer Thin Films, Series in Soft Condensed Matter* (Eds.: O. K. C. Tsui, T. P. Russell), World Scientific, (2008), pp. 1-25.

# 環状チアジラジカル薄膜の非線形光学特性

## Non-linear Optical Properties of Cyclic Thiazyl Radical Thin Films

鷹司啓吾, 吉川浩史, 阿波賀邦夫

Keigo Takauji, Hirofumi Yoshikawa, Kunio Awaga

名古屋大学大学院理学研究科

Graduate School of Science, Nagoya University

次世代の光エレクトロニクスデバイスを実現するうえで、光の高速制御に必要な不可欠な大きな三次非線形光学応答を示す材料の開発が求められている。これまでの有機非線形光学材料研究は、主に閉殻電子化合物に限られ、ラジカル分子のような開殻電子系物質を利用した例はほとんど報告されていなかった。本研究では、環状チアジラジカルの薄膜を用いて、大きな非線形光学効果を見出すことに初めて成功した。

To develop a next-generation opto-electronics device, it is necessary to create third non-linear optical responsive materials, which enables to control the light so rapidly. So far, those materials have been limited to close-shell compounds. Here, for the first time, we report non-linear optical properties of a cyclic thiazyl radical. These radical thin films showed a large third-order nonlinear optical susceptibility of  $15.4 \times 10^{-12}$  esu.

**背景と研究目的：** 近年、半導体レーザーと光ファイバーの開発により光通信、光ディスク等が実用化され光エレクトロニクスは大きく発展した。次世代の光エレクトロニクス実現のためには、光の高速制御に必要な大きな三次非線形光学応答を示す材料の開発が求められている。有機非線形光学材料は、非線形感受率が大きく、外場に対する応答速度が速いなどの利点を持つため、活発に研究が行われているが、その多くは閉殻電子化合物に限られ、ラジカル分子のような開殻電子化合物を用いた例はほとんどない。最近の理論計算<sup>1)</sup>によると、バイラジカル化合物は大きな三次非線形感受率 $\chi^{(3)}$ の値を持ちうる事が報告されている。そこで本研究では、環状チアジラジカル NT (= [Naphtho(2,1-*d*:6,5-*d'*)bis(1,2,3)dithiazole], 図 1) に着目し、非線形光学特性について研究を行った

**実験：** 文献<sup>2)</sup>に従ってNTを合成した。真空蒸着法によって石英基板上に厚さ100 nmの薄膜を作成した。得られた薄膜の非線形光学特性は、

第三高調波発生 (THG) および電場変調吸収分光法により評価した。

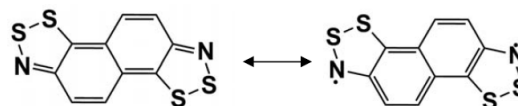


Fig. 1. Molecular Structure of NT

**結果、および、考察：** 図 2 に NT の紫外可視吸収スペクトル ( $\alpha$ : 吸収係数) および THG 法によって求めた  $\chi^{(3)}$  スペクトルを示す。吸収スペクトルの横軸(上)は  $\chi^{(3)}$  の横軸(下)の三倍となっている。1.7 eV および 2.3 eV 付近にそれぞれ肩状の構造およびピークが観測された。NT 分子は Herringbone 構造(図 3)をとっており、また励起子相互作用が強いため、Davydov 分裂が起こる。二つの構造は、それぞれ積層方向に垂直な遷移と平行な遷移に帰属される。次に、THG 法を用いて非線形光学特性の評価を行った。レーザー光(パルス幅 120 fs, 繰り返し周波数 1 kHz)を真空中でサンプルに照射し、発生した第三高調波

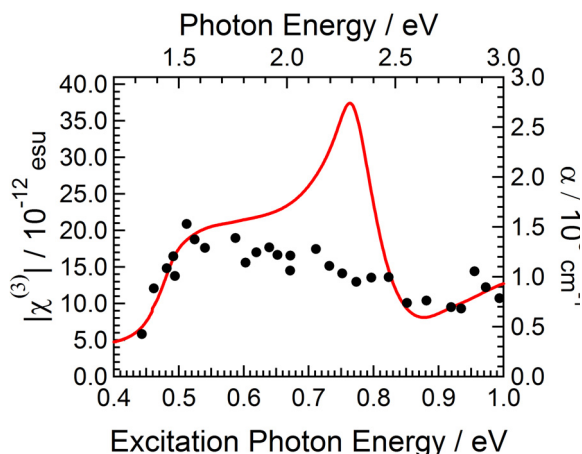


Fig.2. UV-Vis absorption spectra (top, right) and  $\chi^{(3)}$  (bottom, left) of NT

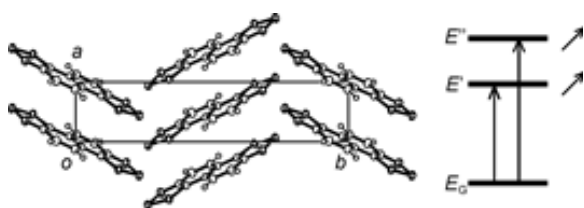


Fig.3. Crystal structure of NT

強度を測定した。第三高調波強度の励起波長依存性より $|\chi^{(3)}|$ スペクトルを求めた(図2)。吸収スペクトルで観測された二つの構造における $|\chi^{(3)}|$ は、 $15.4 \times 10^{-12}$  (1.69 eV)および  $7.98 \times 10^{-12}$  (2.29 eV) esu であった。1.69eV における性能指数  $|\chi^{(3)}|/\chi$  は  $1.01 \times 10^{-16}$  cm esu となり、これは今までに報告されている有機分子性薄膜の中でも大きな値である。また 1.69 eV よりも 2.29 eV における  $|\chi^{(3)}|/\chi$  値が大きいことから、NT 分子間の相互作用は吸収係数よりも非線形感受率を、より効率的に増強していることがわかった。

1.7eV 付近のブロードな構造について詳しく調べるために、電場変調分光法による NT 薄膜の評価を行った。電極には楕円金電極 (ギャップ  $2 \mu\text{m}$ ) を用いた。偏光方向と垂直かつ薄膜面内に平行に電場 (80kV/cm) を印加して透過率変化の波長依存性を測定した。得られたスペクトルを図4に示す。1.3~2.0 eV 付近に3つの正負の振動構造が観測された。このことから、吸収スペクトルにおける 1.7eV 付近のブロードな構造は、いくつかの吸収のピークが集まってブロードになったものであると予想される。このことはNTの4Kにおける低温吸収測定において、対応するエネルギー位置に微細な構造が得られることによっても確認した。これらの吸収帯は一光子許容準位に NT 分子の骨格に由来する振動準位、または何らかの分子間相互作用に由来

する準位が重畳したものであると考えられる。

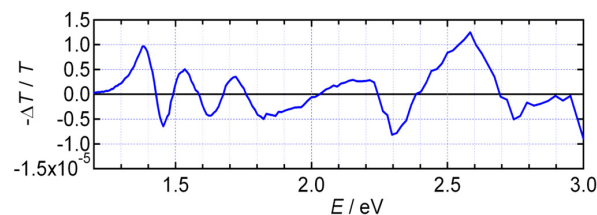


Fig.4. Electric field modulated absorption spectra of NT

**今後の課題：** 今回初めて見出された有機ラジカルの高い非線形光学効果について、その原因を理論的考察も含めてより詳細に考察する。それによって得られる情報を基に、より高い非線形光学特性を示す開殻系物質の開発を行う。最終的には、そのような化合物の薄膜を作製し、真のデバイスへの応用を目指す。

#### 論文発表状況・特許出願

- [1] 阿波賀邦夫, 有機ラジカルの光電流変換や非線形光学効果, 日本化学会第 92 春季年会, 横浜, 2012 年 3 月 25-28 日(口頭発表)
- [2] 阿波賀邦夫, 強相関有機ラジカルの新奇物性開拓と有機エレクトロニクスへの展開, 日本化学会第 92 春季年会, 横浜, 2012 年 3 月 25-28 日(口頭発表)
- [3] 鷹氏啓吾, 水津理恵, 阿波賀邦夫, 岸田英夫, 中村新男, 環状チアジルバイラジカル化合物 NT の非線形光学特性と電子構造, 日本化学会第 92 春季年会, 横浜, 2012 年 3 月 25-28 日(口頭発表)
- [4] Laigui Hu, Akito Iwasaki, Rie Suizu, Yukiko Noda, Bo Li, Hirofumi Yoshikawa, Michio M. Matsushita, Kunio Awaga, Hiroshi Ito, Effect of photoinduced charge displacement on organic optoelectronic conversion, *Phys. Rev. B*, **84**, (2011), 205329/1-205329/5

#### 参考文献

- 1) M. Nakano, R. Kishi, T. Nitta, T. Kubo, K. Nakasuji, K. Kamada, K. Ohta, B. Champagne, E. Botek and K. Yamaguchi, *J. Phys. Chem. A*, **109**, (2005), 885
- 2) T. M. Barclay, I. J. Burgess, A. W. Cordes, R. T. Oakley and R. W. Reed, *Chem. Commun.*, (1998), 1939.

# マイクロ・ナノバブルによる細胞の局所アブレーション Local Ablation of a Single Cell by Micro/nano Bubble

山西 陽子<sup>ab</sup>, 栗木 宏樹<sup>a</sup>, 佐久間 臣耶<sup>a</sup>, 新井 史人<sup>a</sup>

Yoko Yamanishi<sup>ab</sup>, Hiroki Kuriki<sup>a</sup>, Shinya Sakuma<sup>a</sup>, Fumihito Arai<sup>a</sup>

<sup>a</sup>名古屋大学大学院工学研究科, <sup>b</sup>科学技術振興機構 さきがけ兼任研究員

<sup>a</sup>Nagoya University, <sup>b</sup>JST PRESTO

マイクロ電極放電によるマイクロナノスケール気泡の発生によりブタ卵子の低侵襲加工に成功した。微細気泡はマイクロ電極のピーク電圧と同期し局所的な熱と電気分解によって発生する。ガラス絶縁膜で覆われたマイクロ電極先端には空隙があり、そこを気泡貯め(バブルリザーバ)として用い、気液界面の振動によりサイズの揃った一列に並んだマイクロナノスケールの指向性のある気泡列を発生するといった特異な現象を生み出す。この気泡メスは細胞など柔軟な組織を液中下で高精度に切開することができ、切開面が焼けることがなくタンパク質変性を生じさせないメリットがある。今回の実験ではローダミン染色したブタ卵子をマイクロナノスケールの気泡により切開幅数 $\mu\text{m}$ の領域で除去することに成功した。

We succeeded in processing of the swine oocyte by micro/nano-bubbles discharged from micro-electrode. The micro/nano-bubbles were generated by electrolyzation and local heat, and which are synchronized with the peak voltage of the micro-electrode. The glass layer insulated the micro-electrode, and which can be extended further than the micro-electrode by heat. Then it produces a micro/nano-bubbles reservoir space between probe tip and the surface of electrode. The ablation of swine oocyte was demonstrated by using this micro-electrode and the ablation area by using micro-electrode was confirmed about halves of that by using glass needle. The microjet induced by micro/nano-bubble asymmetric collapse is the main cause of this mechanism. This principle is appropriate for cellular-scale ablation because of no thermal damage to the tissue. This micro-electrode is promising new technology which is easily to be applied to existing manipulator under microscope and which can be contribute to cell surgery technology.

**背景と研究目的:** 近年、微細加工技術の発展に伴い、高精度な単一細胞加工技術を用いた細胞手術への要求が高まっている。細胞手術のためには加工精度が高いだけでなく、細胞へのダメージが少ない加工技術が求められる。従来、我々はマイクロ電極を用いた局所アブレーションを提案しているが[1]、切開面周囲に及ぼす熱の影響を最小限に抑えるため、本研究では放電時に発生する特異な指向性のある気泡拘束流れ

を利用した新しい低侵襲加工技術を提案する

**実験:** 図1に拘束気泡流れ発生メカニズムを示す。マイクロ電極先端に設けた空隙がバブルリザーバ構造を成し、安定な放電と気液界面の振動による指向性のあるサイズの揃ったマイクロバブルの発生につながる事がわかった。その結果、図2に示す高速度カメラを使用した写真によりサイズの揃った一様な指向性を有する気



泡列が発生するのが確認された。この水中放電時に発生する気泡が加工対象物に到達し気液界面が圧壊する時に生じる小さな衝撃や、解像度が高く穿孔効果を有するマイクロジェット現象を用いて流体力で細胞加工が可能である。

**結果、および、考察：** 図3に実際にブタ卵子を加工した写真を示す。卵子をローダミン染色して共焦点顕微鏡画像で断面を撮影した結果、固さの大きく異なる透明帯及び卵子内部の両方において、この手法により気泡によって細胞が加工されていることを確認することができた。また破断面に従来の電気メス加工で認められるような焼結した黒い領域が観察されないことより細胞への熱的ダメージを抑え、タンパク質結合を良好な状態に保ったまま加工が可能であると考えられる。また、この拘束気泡流れは指向性を有することより、マニピュレータに装着すれば容易に高い位置精度で低侵襲に細胞加工をすることができる。この加工技術は高精度、安価でかつハンディであり、液中下の細胞にかかわらず幅広い液中下にある材料を加工できる新しいトップダウン技術として提案することができる。

**今後の課題：** 新しい低侵襲アブレーション電気メスが開発され、細胞加工への有用性が確認できたことより今後はより小さいスケールの加工実現を目指し、詳細なアブレーションメカニズムの解析を行い、流体振動による気泡列の発生メカニズムや、気泡の圧壊による生体材料の加工表面の構造の評価を行なっていく。また安定なマイクロナノバブル列の発生のための電極形状の設計・最適化についてもを行い、液中における気泡や電離気体の安定発生条件についての研究を進めていく予定である。

**論文発表状況・特許出願**

[1] Yamanishi, et al, IEEE Nanotechnology Magazine, (2012), in press.  
 [2] 山西他, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMEC2011) (1A2-E07) (口頭発表).  
 [3] Yamanishi, et al, Proc. of 22nd International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (IEEE MHS 2011), p.113-115.  
 [4] 山西他, 第24回化学とマイクロ・ナノシステム研究会(24th Cheminas), 2011, p.83, (口頭発表).  
 [5] Yamanishi, et al, Proc. of IEEE MEMS2012,

p.945-948.

[6] Yamanishi, et al, Proc. of 7th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (IEEE-NEMS2012), p.177-180.

[7]山西他、特願 2012-047053、切削及び局所アブレーション方法。

**参考文献**

1) J. F. Miller, et al., PNAS, 108(29), (2011), 12095–12100.  
 2) D. Palanker et. al., New journal of physics, 10, 123022, (2008).

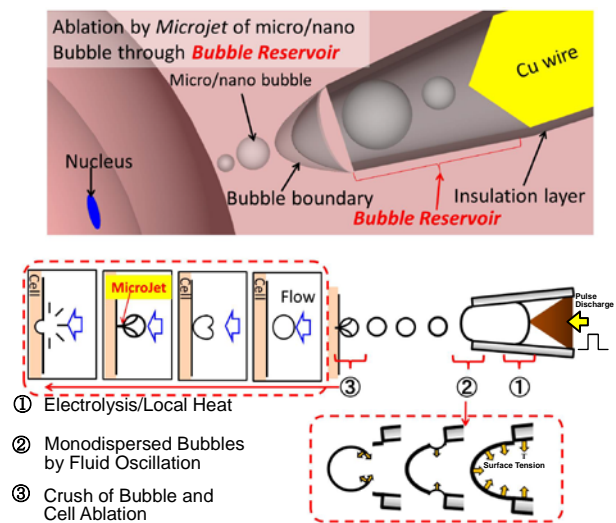


Fig. 1. Mechanism of cell ablation by micro/nano bubbles generated by electric knife.

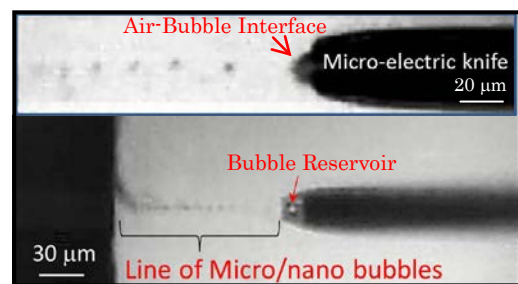


Fig. 2. Line of monodispersed micro/nano bubbles under medium (High-speed camera images)

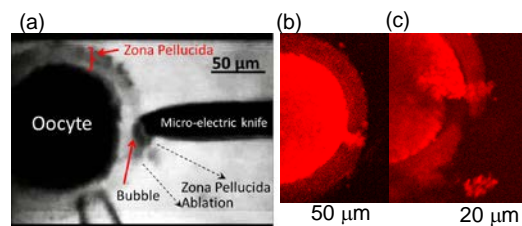


Fig.3 (a) Operation of cell ablation and (b) (c) fracture cross-section (images of confocal microscope)

# ゲルマニウム - シリコン系量子ドットの自己整合複合集積による物性制御 と発光ダイオードへの応用

## Control of Electronic Properties of One-Dimensionally Self-Aligned Si-Ge based Quantum Dots and Its Electroluminescence

宮崎 誠一, 牧原 克典, 高見 弘貴, 竹内 大智

Seiichi Miyazaki, Katsunori Makihara, Hiroki Takami, Daichi Takeuchi

名古屋大学大学院 工学専攻課

Graduate School of Engineering, Nagoya University

熱 SiO<sub>2</sub> 膜上の Si 量子ドット上に Ge を選択成長させ、酸化・高温熱処理を施した後、SiH<sub>4</sub>-LPCVD を行うことによって、自己整合的に一次元連結した量子ドット構造を形成できた。さらに、連結ドットを超高密度形成( $\sim 10^{13} \text{cm}^{-2}$ )することで、半透明 Au ゲートダイオード構造において、高効率キャリア注入が実現でき、電流密度 $\sim 0.15 \text{A/cm}^2$ において EL 強度をドット密度 $\sim 10^{11} \text{cm}^{-2}$ の場合と比べて $\sim 425$ 倍増大することが分かった。また、p-Si(100)上に形成したダイオード構造では、その閾値電圧は、n 型基板上に形成した場合に比べ、Au と基板の仕事関数差を反映して $\sim 0.8 \text{V}$  増加し、EL 積分強度の印加電圧および投入電力依存性を調べた結果、基板側ドット内に効果的に正孔保持が起こることに起因して、長波長側( $\sim 1140 \text{nm}$ )で強い依存性を示すことが分かった。

Self-aligned Si-based quantum dots (Si-QDs) have been successfully fabricated on ultrathin SiO<sub>2</sub> by controlling low-pressure chemical vapor deposition (LPCVD) using pure SiH<sub>4</sub> and/or Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, selective Ge LPCVD from 5% GeH<sub>4</sub> diluted with He, thermal oxidation of the dots and subsequent thermal desorption of Ge oxide. In semitransparent Au-gate diodes with self-aligned dots so-prepared, when carriers were injected to the self-aligned Si-QDs from the n-Si(100) substrate for electrons and from the Au top electrode for holes, electroluminescence (EL) in the near-infrared region at room temperature becomes observable with an increase in current at positive biases over a threshold voltage as low as  $\sim 1.2 \text{V}$  at the Au top electrode. Note that, in the case of an areal dot density of  $\sim 10^{13} \text{cm}^{-2}$ , the EL threshold voltage was reduced down to  $\sim 60\%$  of that of  $\sim 10^{11} \text{cm}^{-2}$  and emission intensity was enhanced markedly by a factor of  $\sim 425$  in comparison with the case of  $\sim 10^{11} \text{cm}^{-2}$  under the same current density. This is clear evidence of not only an increase in radiative recombination rate in the self-aligned structure but also an improvement of recombination efficiency due to a decrease in current leakage with increasing dot density.

**背景と研究目的：** Ge-Si 系量子ドットを活性層に用いて、室温・低電圧 (1V 程度) で駆動で

きる極薄の高効率・高速 EL デバイスが実現できれば、飛躍的な進歩を遂げているシリコン

ULSI 技術をベースに Si 系量子ドットトランジスタやフローティングメモリデバイスを組み合わせ、将来の少数電子・少数光子を使った大規模な高度情報処理へと発展する可能性が高い。

IV 族半導体量子ドットを自己整合集積することができるプロセス技術を確立することで、申請者らがこれまでに研究してきたコア/シェル構造を導入したゲルマニウム-シリコン系量子ドットやイオン化不純物を添加した Si 系量子ドットが一次元（縦積み）連結したハイブリッド量子ドット系を新たに創成し、結合ドット系固有の電子物性やこれに付随する新規機能を実験的に明らかにすることを第一の目標・目的とする。さらに、このハイブリッド量子ドット系におけるキャリアダイナミクスを精査し、高効率キャリア注入とキャリア閉じ込めを両立できるセルフアライン集積構造において、高輝度エレクトロルミネッセンス（EL）の実現を目指す。

**実験：** n-Si(100)基板上に1000°C、2%O<sub>2</sub>で膜厚~4.2nmのSiO<sub>2</sub>を形成した後、希釈HF処理を行った後、SiH<sub>4</sub>ガスのLPCVD(580°C)によりSi量子ドットを自己組織的に形成した<sup>1)</sup>。その後、GeH<sub>4</sub>-LPCVD(410°C)によりSi量子ドット上にGeを選択成長した後<sup>2)</sup>、大気圧で熱酸化した。引き続き、高温真空熱処理により、Si量子ドットの核形成サイトとなるSi熱酸化膜表面のOH基およびGe表面酸化層の熱脱離を行った。その後、再度SiH<sub>4</sub>-LPCVD(580°C)を行った。いずれのプロセスも、同一チャンバ内において真空一貫で行った。

**結果、および、考察：** 各工程における表面形状像をFig.1に示す。第一段階目のSiH<sub>4</sub>-LPCVD後(a)では、面密度~1.0×10<sup>11</sup>cm<sup>-2</sup>、平均ドット高さ~6nmのSi量子ドットの形成が認められる(a')。その後のGeH<sub>4</sub>-LPCVD(b)さらに熱酸化後(c)では、面密度が変化することなく、個々のドット高さが各々~2および~3nm増大し、熱酸化後においてはドット直径が初期のSi量子ドットに比べ~2-3倍膨張していることから、熱酸化後ではSi量子ドット上に選択成長したGeと共にドット側面の酸化が進行していると考えられる(c')。また、酸化過程時にGe酸化物が熱脱離していることも高分解能XPSにより確認している。引き続き、高温真空アニールした後(d)では、ドット高さは~10nmに減少するが、面密度およびドット直径に変化は認められなかった。これは、Ge酸化物が完全に熱脱離した結果で解釈でき(d')、その後再度SiH<sub>4</sub>-LPCVDを行った後の表面形状像においては(e)、ドットの面密度および直径を

保ったままドット高さが~2nm増大することから、ドット上へのSiの選択成長(e')が示唆され、一次元に縦積連結したSi量子ドット構造の実現を示している。

SiO<sub>2</sub>上に高密度形成したSi量子ドット(面密度:~10<sup>13</sup>cm<sup>-2</sup>、ドット高さ:~2.0nm)<sup>3)</sup>上にGeH<sub>4</sub>-LPCVDによりGeを選択成長した後(a, a')および熱酸化後(b, b')の表面形状像および模式図をFig. 2に示す。GeH<sub>4</sub>-LPCVD後では、面密度が変化することなく個々のドット高さが僅かながら増大するが、熱酸化後においてはドットの形状が完全に消失する。これは、ドット表面の熱酸化に伴う体積膨張によって隣接するドット間がシリコン酸化物で充填され量子ドットが埋

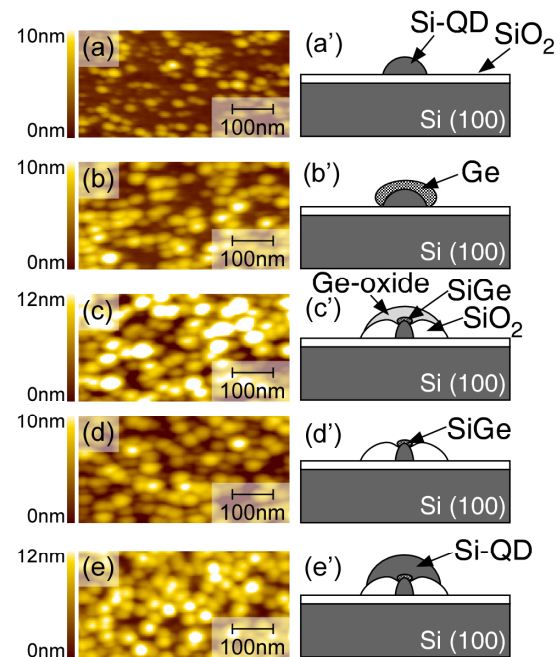


Fig. 1 AFM images ((a) – (e)) taken after each process step as indicated in Fig 1 and corresponding schematic illustrations ((a') – (e')). Typical AFM images of pre-grown Si-QDs ((a) and (a')), subsequent Ge deposition ((b) and (b')), after oxidation at 600 °C ((c) and (c')), after annealing at 1000 °C under vacuum condition ((d) and (d')) and subsequent Si-QDs formation ((e) and (e')).

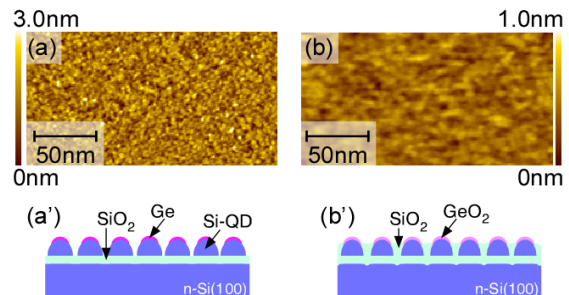


Fig. 2 AFM images taken after Ge deposition onto pre-grown Si-QDs (a) and after Oxidation at 600°C (b) and corresponding schematically illustrations ((a') and (b')).

め込まれた結果と考えられる(b')。実際に、この表面熱酸化後の高温真空アニールによって、ドット表面に形成される Ge 酸化物を熱脱離させた場合にも、表面形状像に顕著な変化は認められなかった。Ge 酸化物の熱脱離後に引き続いて、SiH<sub>4</sub>-LPCVD により Si 量子ドットを自己整合的に縦積み形成した。形成した一次元連結ドット構造を発光層とした半透明 Au 電極のダイオード構造において、Au 電極と n-Si(100)基板の仕事関数差を反映した明瞭な整流特性が認められ、順方向バイアス印加時に近赤外領域で室温 EL が観測された(Fig. 3)。EL のしきい値電圧は~1.2V 程度で、~1130 nm と~1030nm ピーク波長を持つ発光成分が認められ、ゲート電圧の増加に伴って、~1130 nm 成分の増大が顕著なために、短波長側に裾を引いた EL スペクトルになる。なお、逆方向バイアス印加では EL は認められなかった。EL 積分強度を電流密度に対してまとめた結果(Fig. 4)、低密度に形成した縦積連結ドット(面密度:~10<sup>11</sup>cm<sup>-2</sup>)に比べ、発光強度が 2 桁以上増大する結果が得られた。これは、縦積連結ドットを高密度化することにより、ドットを介さない電流成分が抑制され、ドット内への電子・正孔注入が高効率に起こることで EL 効率が向上したと示唆される。一方、p-Si(100)基板上に作成したダイオード構造において、Au 電極から電子を、基板から正孔を注入することで、n-Si(100)基板上の試料と同様な室温近赤外発光が認められ、EL のしきい値電圧は~2.0V 程度であり、n-Si(100)基板上の試料の値(~1.2V)よりも高いことが分かった。この違いは、基板の仕事関数差を反映した結果と言える。また、EL スペクトルの印加バイアス依存性は、~1140 nm と~1080nm にピーク波長を持つ 2 成分の相対比率の変化で説明できる。各プロセス時に測定した表面形状像および XPS 分析により、基板側の Si ドットには Ge が混入していることが分かっているため、観測された 2 成分は、1 層目と 2 層目のドットでの発光再結合に対応し、それぞれ、長波長成分と短波長成分と考えられる。また、観測された 2 成分の EL 積分強度を印加電圧および投入電力の関数としてまとめた結果(Fig. 5)、EL 強度の電圧依存性、電力依存性いずれにおいても、概ねべき乗則に従っており、基板の伝導タイプに関わらず、長波長成分のべき数が短波長成分に比べてやや大きくなっていることが分かった。基板側のドットは、表面側の Si 系ドットに比べて、正孔に対して深いポテンシャル井戸が形成されることを考慮すると、p-Si(100)基板では、基板側ドットに注入された正孔の表面側ドットへの輸送が抑制されるため、長波長側の信号強度が顕在化すると解釈できる。

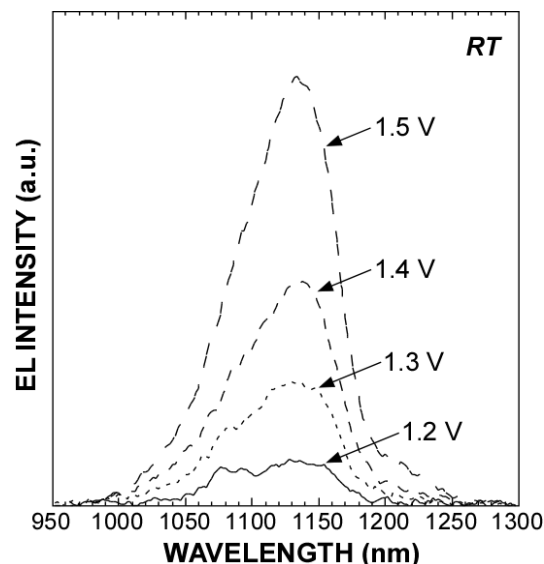


Fig. 3 Electroluminescence (EL) spectra from an Au/self-aligned Si-QDs/n-Si(100) diode, which were taken

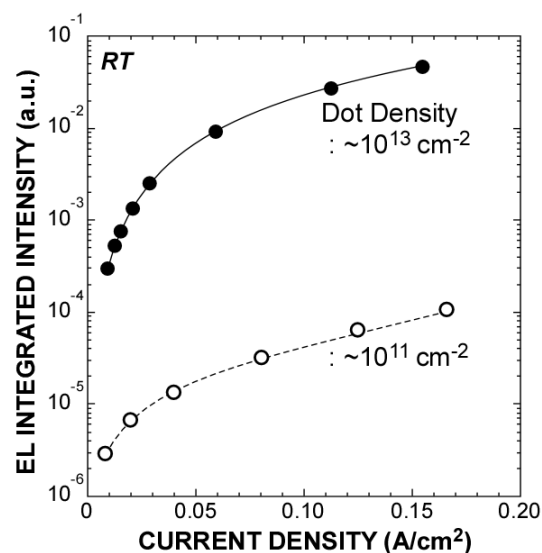


Fig. 4 EL integrated intensities of Au/self-aligned Si-QDs/n-Si(100) diodes with dot densities of ~10<sup>13</sup> and ~10<sup>11</sup> cm<sup>-2</sup> as functions of the current density.

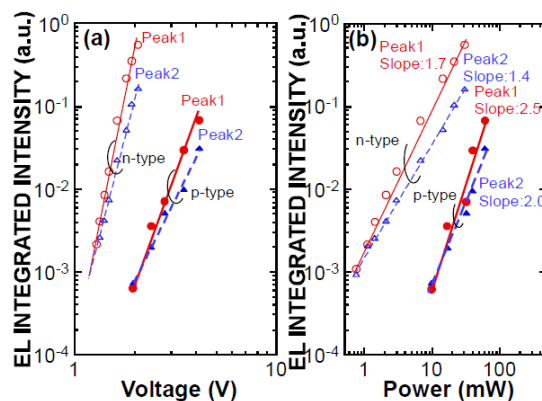


Fig. 5 Integrated EL intensities of 2 compartment peaks at ~1140nm (Peak 1) and ~1080nm (Peak 2) from the diodes of n- and p-Si(100) as functions of applied gate voltage (a) and power (b), respectively.

n-Si(100)基板では、基板からの電子注入および Au 電極からの正孔注入が低バイアス印加で促進するものの、正孔は基板へ抜けることなく基板側ドットの深いポテンシャル井戸に閉じ込められるため、基板からの注入電子が、高効率に再結合すると考えられる。

**今後の課題：** 更なる高効率化・低電圧動作には、不純物添加が極めて有効であると考えられる<sup>4)</sup>。これまでに、Si 量子ドット形成時において、PH<sub>3</sub>(および B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)ガスを極微量パルス添加して、Si 中に P(および B)をデルタドーピングした P(および B)ドーピング Si 量子ドットを形成し、ナノドット内の不純物のイオン化状態を、原子間力顕微鏡(AFM/ケルビンプローブ)を用いて、表面電位像の観察から電子注入および引き抜きによって生じる電位変化を不純物添加しない場合の結果と比較した結果、Si 量子ドットへの P および B のデルタドーピングによって、電子注入/放出に必要な電位が、バンドギャップに相当する程度変化することを明らかにしている。今後は、不純物添加次元連結 Si 系量子ドット構造を新たに創成に、高効率・低電圧動作発光デバイスの実現を目指す。

#### **論文発表状況・特許出願**

[1] K. Makihara, H. Deki, M Ikeda and S, Miyazaki, Jpn. J. Appl. Phys., **51** (2012) 04DG08 (5 pages).

[2] K. Makihara, H. Deki, M Ikeda and S, Miyazaki, 2011 Int. Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM), (口頭発表)

[2] K. Makihara, H. Deki, M. Ikeda and S. Miyazaki, 4th Int. Symp. on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2012), (ポスター発表)

[3] 高見弘貴、牧原克典、出木秀典、池田弥央、宮崎誠一、第 59 回春季応用物理学会(口頭発表)

[4] 牧原克典、恒川直輝、池田弥央、宮崎誠一、第 59 回春季応用物理学会(口頭発表)

[5] 牧原克典、池田弥央、宮崎誠一、第 59 回春季応用物理学会(口頭発表)

[6] 高見弘貴、牧原克典、出木秀典、池田弥央、宮崎誠一、第 72 回秋季応用物理学会(口頭発表)

#### **参考文献**

1) S. Miyazaki, Y. Hamamoto, E. Yoshida, M. Ikeda, and M. Hirose: Thin Solid Films **369** (2000) 55.

2) Y. Darma, R. Takaoka, H. Murakami, and S. Miyazaki: Nanotechnology **14** (2003) 413.

3) K. Makihara, A. Kawanami, M. Ikeda, S. Higashi, and S. Miyazaki: ECS Trans. **16** (2008) 255.

# 磁気記録用ビットパターンド媒体の研究

## Bit Patterned Media for Magnetic Recording

岩田 聡, 加藤 剛志, 大島 大輝, 徐 倩茜, 神原 龍太郎

Satoshi Iwata, Takeshi Kato, Daiki Oshima, Qianqian Xu, Ryutaro Kambara

名古屋大学

Nagoya University

L<sub>12</sub>相のCrPt<sub>3</sub>膜に30 keVのKr<sup>+</sup>イオンを照射することでイオン照射型パターン膜を作成した。パターン境界を透過電子顕微鏡の暗視野像により評価した。L<sub>12</sub>相特有の001回折に制限した暗視野像観察により、イオン照射により局所的にA1相に遷移した領域とイオン照射されていないL<sub>12</sub>相の領域に明瞭なコントラストが得られた。暗視野像から、A1相、L<sub>12</sub>相境界の遷移領域は約5 nmと見積もられ、イオン照射という方式により高密度なビットパターン媒体が得られることを示した。

Ion beam patterned CrPt<sub>3</sub> films were prepared by Kr<sup>+</sup> ion irradiation at a dose of  $2 \times 10^{14}$  ions/cm<sup>2</sup> onto L<sub>12</sub>-ordered CrPt<sub>3</sub> whose surface was partially masked by electron beam patterned resists. Cross-sectional observation using transmission electron microscopy was carried out to study the patterning boundary of the CrPt<sub>3</sub> film. Dark-field imaging showed a distinct contrast between non-irradiated (L<sub>12</sub> phase) and irradiated (A1 phase) regions. The transition width between the two phases was estimated to be about 5 nm, which indicates the possibility of future high density bit patterned media fabricated by the ion irradiation technique.

**背景と研究目的：** ハードディスクドライブ(HDD)の記録媒体として、現在使用されている微粒子媒体は、熱安定性の確保、低記録磁界、低ノイズといういわゆる磁気記録のトリレンマを解決することができず、1 Tbit/in<sup>2</sup>程度の密度が限界であると言われている。一方、微細加工によりビットを定義することでトリレンマを克服するビットパターン媒体が次世代の記録媒体として注目されている。

超高密度なビットパターン媒体を実用化するためには、ビット位置ばらつき、反転磁場分布が小さく、安定なヘッド浮上を可能とする表面平坦性に優れた媒体を低価格に大量に生産できる加工方法の開発が必要となる。これまでに我々は、これらを満足する手法としてイオン照射法に着目し、イオン照射型CrPt<sub>3</sub>パターン媒体

の作成と、これが超高密度パターン媒体の候補となりうることを示してきた[1-3]。

本検討ではイオン照射によるパターン媒体形成において照射/非照射の境界遷移幅を評価することを目的として断面TEM観察を行った。

**実験：** MBE法によりMgO(001)基板の上に600°CでCrとPtを同時蒸着することで、L<sub>12</sub>型のCrPt<sub>3</sub>(001)膜を作製した。イオン照射はイオン注入装置により30 keV Kr<sup>+</sup>イオンを照射した。イオン照射前後の磁気特性は交番磁界勾配型磁力計(AGM)またはトルク磁力計により測定した。膜構造はX線回折(XRD)により評価した。イオン照射型のCrPt<sub>3</sub>パターン膜は、電子ビーム露光により形成したZEP520Aレジストパターンをマスクとし、30 keV Kr<sup>+</sup>イオンを照射すること

で作製した。パターン媒体の表面構造は原子間力顕微鏡 (AFM) により、磁区構造は磁気力顕微鏡 (MFM) により観察した。パターン媒体の断面TEM観察用の試料の切り出しには集束イオンビーム (FIB) 加工装置を用いた。TEM観察は加速電圧1000 kVの日立H-1250STにより行った。

**結果、および、考察：** 図1はFIB マイクロサンプリング法により切り出した電子ビームレジスト付のCrPt<sub>3</sub> (001)膜の(a)断面 TEM 明視野像、(b)回折像および(c)100回折により結像された暗視野像である。図(a)において破線で示したのはZEP520A レジストであり、200 nm ピッチのライン&スペースに微細加工された断面が見えている。レジストパターン形成後に Kr<sup>+</sup>イオン照射を行うことでレジストにマスクされているCrPt<sub>3</sub> 膜はL1<sub>2</sub>型の規則構造を、マスクされていない部分のCrPt<sub>3</sub>は不規則fcc構造となっている。CrPt<sub>3</sub> 膜は図(a)の黒色部分であり、微細加工後も非常にフラットであることが分かる。図(b)の回折像にはCrPt<sub>3</sub>膜がL1<sub>2</sub>相を形成している時に得られる100回折が明瞭に観察されている。この100回折に制限(用いたアパーチャの大きさを点線で示す。)して得られた暗視野像が図(c)であるが、CrPt<sub>3</sub>層内に明瞭なコントラストが観察されている。明部はL1<sub>2</sub>相の領域であり、レジストでマスクされた領域に存在していることが分かる。一方、レジストでマスクされていない領域は暗部であり、A1不規則相となっていることが分かる。CrPt<sub>3</sub>層内の強度プロファイルを図(d)に示す。この強度プロファイルからイオン照射により作成されたL1<sub>2</sub>相/A1相の遷移領域は5 nmと見積もられ、本方式で表面平坦性に優れた高密度ビットパターン媒体が実現できることが示された。

**今後の課題：** 今回の結果から、イオン照射という方式で高密度ビットパターン媒体を実現できることが確認できた。しかしながら、CrPt<sub>3</sub>膜の作成には高温での熱処理が必要であり、応用上この問題を解決する必要がある。このため、Mn系材料などのより生成温度の低い材料について検討を進めていく必要がある。

## 論文発表状況・特許出願

- [1] T. Kato, S. Iwata, Y. Yamauchi, S. Tsunashima, K. Matsumoto, T. Morikawa, K. Ozaki, J. Appl. Phys., **105**, 07C117 (2009).
- [2] T. Kato, S. Iwata, Y. Yamauchi, S. Iwata, J. Appl. Phys., **106**, 053908 (2009).
- [3] T. Kato, D. Oshima, Y. Yamauchi, S. Iwata, and S. Tsunashima, IEEE Trans. Magn., **46**, 1671 (2010).
- [4] D. Oshima, E. Suharyadi, T. Kato, and S. Iwata: J. Magn. Magn. Mat., **324**, 1617 (2012).

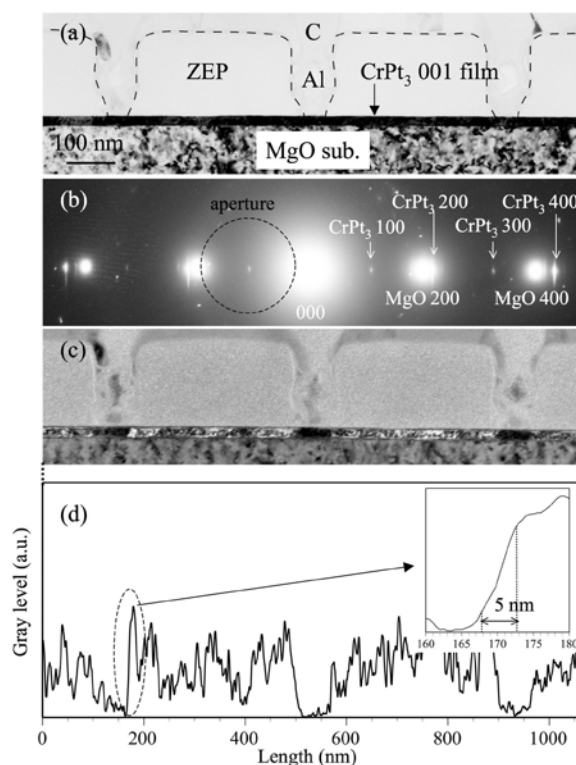


Fig.1. Cross-sectional TEM observations for ion irradiation patterned CrPt<sub>3</sub> film on an MgO substrate: (a) bright-field image, (b) diffraction pattern, (c) dark-field image obtained by using CrPt<sub>3</sub> 100 reflection. The line profile of the brightness along the CrPt<sub>3</sub> in the dark-field image is shown in (d). The inset in (d) shows the magnified profile at the transition between the irradiated and non-irradiated regions [4].

## チタン酸カリウム光触媒の調製と評価

### Preparation and characterization of potassium titanate photocatalysts

吉田 寿雄

Hisao Yoshida

名古屋大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Nagoya University

固相反応法でチタン酸カリウム ( $K_2Ti_6O_{13}$ ) を合成し、貴金属ナノ粒子を添加することにより、常温メタン水蒸気改質反応のための光触媒を調製し、キャラクタリゼーションを行い、構造と光触媒活性との相関を検討した。その結果、チタン酸カリウムは正しく合成され、貴金属としては白金よりもロジウムの方が高活性を与えることが見いだされた。また、酸化的光析出法により添加されたロジウム助触媒は二元機能を発現することが示唆された。

Potassium titanate photocatalysts for photocatalytic steam reforming of methane (PSRM;  $2 H_2O (g) + CH_4 \rightarrow 4 H_2 + CO_2$ ) were prepared in a solid state reaction method followed by loading precious metal nanoparticles as cocatalyst. Some characterization revealed successful synthesis of  $K_2Ti_6O_{13}$ . As for the cocatalyst, rhodium cocatalyst exhibited higher activity and higher selectivity than platinum cocatalyst. In addition, it was revealed that the bifunctional rhodium cocatalyst could be formed on the potassium titanate photocatalyst by an aerobic photodeposition method.

**背景と研究目的：** 光触媒は太陽エネルギーを貯蔵可能な水素エネルギーに変換することができるので、今後ますます重要となる。我々の見出した常温における光触媒的メタン水蒸気改質法 (Photocatalytic Steam Reforming of Methane, PSRM:  $2 H_2O (g) + CH_4 \rightarrow 4 H_2 + CO_2$ ) は、原料としてバイオマス由来のメタンを使い、エネルギー源として太陽エネルギーを利用できるので、有効な水素製造法となることが期待されるが、実用化にはより高活性な光触媒が必要となり、その開発が急務となっている。

チタン酸カリウム ( $K_2Ti_6O_{13}$ ) は水の光触媒分解に活性を持つことが報告されており、水の活性化が必要な本反応においても高活性を示すことが期待された。そこで本研究では、チタン酸カリウムを合成し、そこに貴金属助触媒を添

加することによって、PSRMのための高活性光触媒を開発することを目的とした。<sup>1)</sup>

**実験：** チタン酸カリウムは、原料粉末に湿式ボールミル法で 24 時間粉碎処理を施したものを 1273 K で焼成し、洗浄して得た。白金やロジウムのナノ粒子助触媒は、含浸法や酸化的光析出法など様々な方法により添加した。

光触媒のナノ構造解析には、XRD, SEM, 拡散反射UV スペクトル,  $N_2$ 吸着法 (BET), X線吸収法 (XANES/EXAFS), TEMを用いた。SEMの測定には、名大・VBLのS-5200(HITACHI)を用いた。

光触媒活性は、流通型光触媒反応器を用いて、外部からキセノンランプにより光照射し反応させ、生成物の分析にはGC-TCDを用いた。



**結果と考察：** Fig. 1 に得られたチタン酸カリウムのXRDパターン，SEM像およびUV-visスペクトルを示す。XRDでは，チタン酸カリウム ( $K_2Ti_6O_{13}$ ) の回折線のみが観測され，結晶子径は 22 nm と見積もられた，SEMでは多面形をした多結晶粒子が観測された。また，UV-visスペクトルからはバンドギャップが 3.4 eV であり，バンド間に目立った不純物準位がないことも示された。したがって，比表面積は  $2.3 \text{ m}^2/\text{g}$  と非常に小さかったが，ほぼ目的の試料が得られたことがわかった。

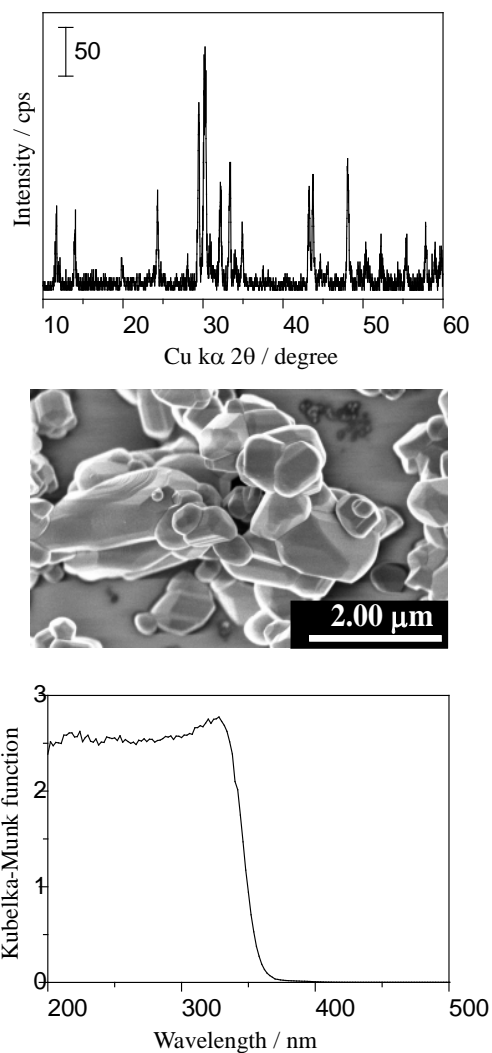


Fig. 1 XRD pattern (upper), SEM image (middle) and UV-vis spectrum (lower) of prepared potassium titanate sample.

これまでの研究では，半導体光触媒に白金ナノ粒子助触媒を添加すると，PSRM活性の高い光触媒が得られてきた。ところが，本 $K_2Ti_6O_{13}$ 試料に白金ナノ粒子助触媒を添加し，光触媒活性を評価したところ，副生成物が生成しかつ時間と共に活性が低下していった。一方，ロジウム助触媒を添加したところ，副生成物は生成せず活性は持続し，特に溶存酸素が存在する条件

下でロジウム前駆体を光触媒的に還元し表面析出させる酸化的光析出法により添加した場合に，これまでの最高活性に匹敵する光触媒活性が得られることがわかった。

XAFS 及び TEM による解析の結果，酸化的光析出法により，チタン酸カリウム上に添加されたロジウム助触媒は，10 nm 程度の半球状の金属ナノ粒子とそれよりもやや大きな酸化物ナノ粒子のおよそ 2 種類として存在し，光触媒反応時にはそれぞれが還元反応，酸化反応を協働して促進することが示唆され，これが高活性の原因であると考えられた。

**今後の課題：** 今回，高活性なチタン酸カリウム ( $K_2Ti_6O_{13}$ ) 光触媒が得られたが，まだ，粒子の大きさや形状が不揃いであり，比表面積も大きくなかった。今後は，半導体結晶の合成法を工夫して，粒子径が小さく高表面積で，かつ欠陥の少ない微結晶からなるチタン酸カリウムを合成し，今回得られた酸化的光析出法によりロジウムを添加することによって，より高性能な光触媒を得ることを目指したい。

#### 論文発表状況・特許出願

- [1] K. Shimura, K. Maeda, H. Yoshida, J. Phys. Chem. C, 115 (2011) 9041-9047.
- [2] K. Shimura, H. Kawai, T. Yoshida, H. Yoshida, Chem. Commun., 47 (2011) 8958-8960.
- [3] K. Shimura, H. Yoshida, Energy Environ. Sci., 4 (2011) 2467-2481.
- [4] K. Shimura, H. Yoshida, Phys. Chem. Chem. Phys., 14 (2012) 2678-2684.
- [5] 手島智輝，吉田寿雄，第 11 回 GSC シンポジウム (ポスター発表)
- [6] 吉田寿雄・志村勝也・吉田朋子，第 30 回光がかかわる触媒化学シンポジウム (口頭発表)
- [7] 吉田寿雄，志村勝也，吉田朋子，第 28 回 PF シンポジウム (ポスター発表)
- [8] 吉田寿雄，志村勝也，吉田朋子，第 14 回 XAFS 討論会 (口頭発表)
- [9] 山田令子，手島智輝，吉田寿雄，第 108 回触媒討論会 (ポスター発表)

#### 参考文献

- 1) K. Shimura, H. Kawai, T. Yoshida, H. Yoshida, Chem. Commun., 47 (2011) 8958-8960.

# 金属ナノクラスター触媒の構造解析

## Characterization of Metal Cluster Catalysts

薩摩 篤・大山 順也

Atsushi Satsuma, Junya Ohyama

名古屋大学工学研究科物質制御工学専攻

Department of Molecular Design and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University

Ru金属粉と様々な金属酸化物担体 ( $\text{CeO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ と $\text{SiO}_2$ ) の物理混合物を焼成、 $\text{H}_2$ 還元した触媒でCO酸化反応を行ったところ、 $\text{Ru}+\text{CeO}_2$ 上がCO酸化に極めて高い触媒活性を示し、含浸法により調製した $\text{Ru}/\text{CeO}_2$ と同等の活性を示した。 $\text{Ru}+\text{CeO}_2$ の高い触媒活性は、 $\text{CeO}_2$ の上でRuの高い分散に起因していることを明らかにした。原料のRu金属は粒子径 36 nmであるが、焼成・還元の過程で約 2 nmの微粒子に分散した。またRamanスペクトルにより、焼成中の表面でのRu-O-Ceサイトの形成がRu分散の鍵であることが示された。Ruは空気中で酸化され、Ru-O-Ce結合を形成することにより担体表面に分散し、 $\text{H}_2$ 中でナノレベルのRu酸化物粒子がRu金属粒子への転化される。Ruのナノ粒子への自己分散がRu金属の酸化に起因することを提案した。

The oxidation of CO was performed using physical mixture of Ru metal powder and various metal oxide supports after calcination in air and reduction in  $\text{H}_2$ . Among various supports ( $\text{CeO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ , and  $\text{SiO}_2$ ), only  $\text{Ru}+\text{CeO}_2$  showed very high catalytic activity for CO oxidation with the light-off temperature below 100 °C, which was comparable to  $\text{Ru}/\text{CeO}_2$  prepared by a conventional impregnation method. It was revealed that the high catalytic activity for  $\text{Ru}+\text{CeO}_2$  is attributed to the high dispersion of Ru on  $\text{CeO}_2$ . The original Ru metal powder having diameter of 36 nm was dispersed during the calcination leading into small Ru particles having diameter around 2 nm. Raman spectra indicated that the formation Ru-O-Ce bond after the calcination is one of the key for the Ru dispersion. It was proposed that the self-dispersion of Ru into nano-particles was caused by oxidation of Ru metal into Ru oxide in air, then dispersion of nano-sized Ru oxide by forming Ru-O-Ce bond, and finally conversion of Ru oxide particles into nano-sized Ru metal particles in a flow of  $\text{H}_2$ .

**背景と研究目的：** 従来型の自動車排ガス浄化触媒は、高温酸化雰囲気下での貴金属(Pt, Rh, Pd)の粒成長による触媒活性の低下が問題である。高温で凝集した貴金属を再分散させることができれば、触媒の大幅な長寿命化により希少かつ高価な貴金属の使用量低減が可能となる[1-5]。 $\text{CeO}_2$ 担体は酸化雰囲気下でPtやAgを再分散させ、これら金属のナノサイズの粒子を形成するという報告があり注目されている[2-6]。本研究ではRuと $\text{CeO}_2$ 担体を物理混合で調製した触媒が、Ru金属粒子が自己分散現象をすること、

CO酸化反応に高活性を示すことを見いだしたので報告する[7]。

**実験：**  $\text{Ru}+\text{MO}_x$ (metal oxide)物理混合触媒は、平均粒子径30 nmのRu金属粉末(2wt%)と各種の金属酸化物を乳鉢で10min混合した後、700 °C, 1 h, 焼成して得た。含浸法触媒は、担体に所定の金属イオンを含む水溶液を含浸させ、蒸発乾燥したのち、700 °C, 1 h, 焼成して得た。CO酸化反応は、常圧固定床流通式反応装置にて触媒試料10 mgを用いて行った。反応の前処理として

触媒は5% $H_2/He$  気流中、 $400^\circ C$ 、10 min還元処理をした。その後、反応ガス( $CO=0.4\%$ 、 $O_2=10\%$ 、 $He$  balance、 $100ml/min$ )気流中、所定の温度にてCO酸化反応を行った[8]。出口ガス組成はCO/ $CO_2$ 計により分析し、30min経過後を定常活性として評価した。

## 結果、および、考察：

### 1. 担体の効果

様々なRu+ $MO_x$ 触媒を用いてCO酸化反応を行ったところ、 $CeO_2$ を担体に用いた場合のみ著しく高いCO酸化活性を得た。反応温度に対するCO酸化活性を測定したところ(Fig. 1)、Ru+ $CeO_2$ 触媒の活性は代表的な酸化触媒であるPt/ $Al_2O_3$ より高く、低温領域では従来の含浸法で調製したPt/ $CeO_2$ の活性に匹敵した。

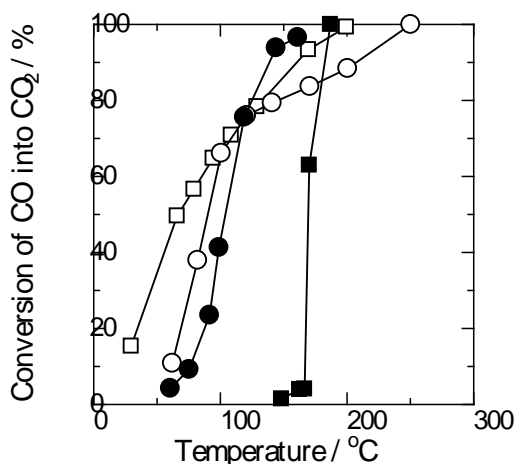


Fig. 1. Conversion of CO into  $CO_2$  over (●) Ru(2)+ $CeO_2$ , (○) Ru(2)/ $CeO_2$ , (□) Pt(2)/ $CeO_2$ , and (■) Pt(2)/ $Al_2O_3$  as a function of temperature.

Ru(2)+ $MO_x$ 触媒のXRDパターンを測定したところ、 $CeO_2$ 以外の担体では金属Ruの(101)に帰属される回折線が、 $2\theta=44.0^\circ$ に明確に現れた。 $CeO_2$ 担体では $2\theta=44.0^\circ$ の回折線は観察されず、Ruが非常に小さい粒子に分散していることが示唆された。また、Ruの粒径はCO吸着からも評価した。MgO、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $SnO_2$ と $SiO_2$ 上で、Ruの粒径は、24-32 nmであり、原料のRu金属粉(36 nm)より若干粒径が減少していた。一方、 $CeO_2$ 上ではRu粒径は、2.0 nm程度と見積もられた。このRu+ $CeO_2$ のXRDパターンからはRu種によるピークは確認できなかった。よって、Ru金属粉末が焼成中に自己分散して微小なRu種となり、還元しても微粒子の状態を保つと考えた。以上よりRu+ $CeO_2$ の高いCO酸化活性は、焼成中にRuが自己分散することでRu金属が微粒子化するためと結論した。

CO酸化活性はRu担持量が2wt%において最大となった。焼成および還元温度の影響をFig. 2に示す。焼成温度を上げていくと $700^\circ C$ までCO転化率が上昇するが、それ以上では急激に減少した。還元温度は $400^\circ C$ が最適であった。

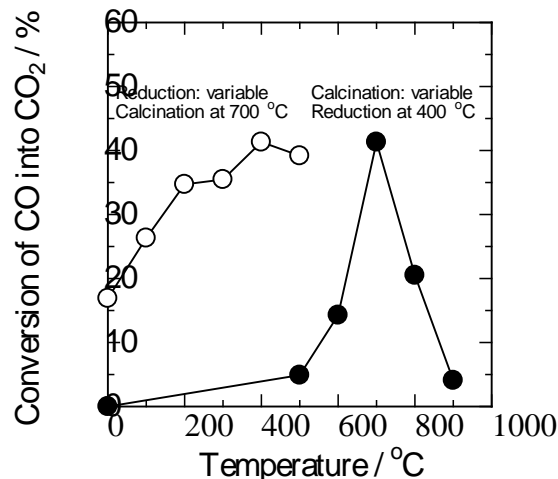


Fig. 2. Effects of (●) calcination temperature in air (○) and reduction temperature in 5% $H_2$  on CO conversion over Ru+ $CeO_2$  at  $100^\circ C$ .

### 2. $CeO_2$ の上のRuの自己分散のメカニズム

$CeO_2$ 表面でのRuの自己分散現象の機構を検討した。焼成を窒素気流中で行ったところ、CO酸化反応の着火温度は $150^\circ C$ であり、空気焼成した場合に比べて $50^\circ C$ 以上高い温度が必要であった。XRD回折線からは窒素気流下で焼成した触媒上のRu粒径は18nmであり、空気中の焼成に比べてRuの分散が不十分であった。すなわち、Ruの自己分散には焼成中の酸素の共存が不可欠であり、Ru粒子の酸化が自己分散プロセスで重要な役割を果たすことが示唆された。

Fig. 3にRu(2)+ $CeO_2$ のRu K-edge EXAFSのフーリエ変換を示す。 $700^\circ C$ 焼成後および $400^\circ C$ 還元後の試料にはそれぞれRu-O、Ru-Ruのシェルが観察された。Ru-Ruの配位数は焼成後が4.79、還元後は7.23であった。Ru-Ru配位数の増加は、還元処理によるRu金属の増加を示している。また、Ru-Oのシェルは水素還元後も微少なながら観察され、還元後もRu粒子がまだ部分的に酸化されていることを示している。また、Ru-Ruの配位数から、金属Ruの粒径は約2 nmと見積もられた[9]。

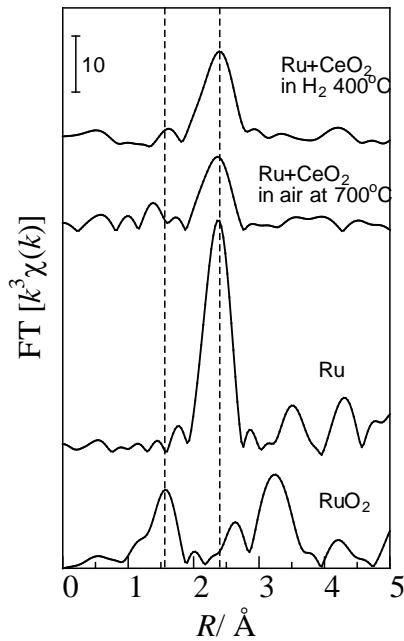


Fig. 3. Fourier transforms of Ru K-edge EXAFS spectra of Ru(2)+CeO<sub>2</sub> and reference samples (Ru foil and RuO<sub>2</sub>).

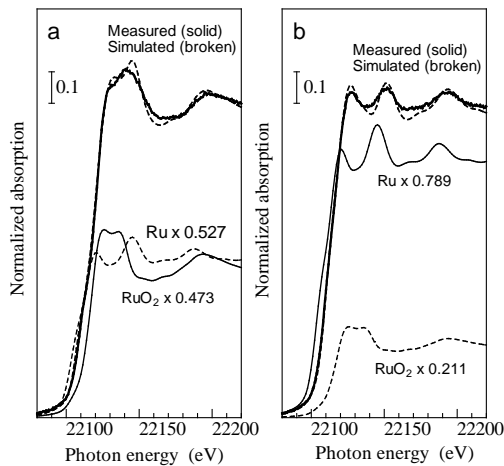


Fig. 4. Ru K-edge XANES spectra of Ru(2)+CeO<sub>2</sub> (a) after calcination at 700 °C in air and (b) followed by reduction in 5% H<sub>2</sub> at 400 °C. Simulated spectra were synthesized by the sum of the spectra of pure Ru metal and pure RuO<sub>2</sub> with appropriate ratios.

Fig. 4 はRu(2)+CeO<sub>2</sub>のRuのK-edge XANESである。太線で示すように、得られたスペクトルはRu金属とRuO<sub>2</sub>のスペクトルの和で示すことができた。700°C焼成後の試料は 53%のRu金属と 47%のRuO<sub>2</sub>の合成スペクトルにより再現することができた。400°C還元後の試料は、Ru金属の寄与は 79%まで増加したが、RuO<sub>2</sub>の成分も未だ 21%残存していた。Ru-Oの寄与が還元後に

減少する結果は、EXAFSでの結果と対応した。

Ru粒子径(2 nm)から半球状のRu粒子の仮定すると、還元後のRu(2)+CeO<sub>2</sub>におけるRuとCeO<sub>2</sub>担体の接合面はRu粒子の約 40%と見積もられる。XANESから求めたRuO<sub>2</sub>の割合(21%)はその半分にあたり、接合面が部分的に酸化していることになる。一方、焼成後の試料ではRuO<sub>2</sub>の比率は、47%と接合面の割合を上回る。還元後の試料との差分である 26%は丁度Ru半球の外表面の割合に一致する。即ち、400°CでのRu+CeO<sub>2</sub>の還元処理では、接合面にあるRu酸化物は還元されず、気相に曝された表面Ruのみが金属Ruへと還元されるとのモデルが妥当である。

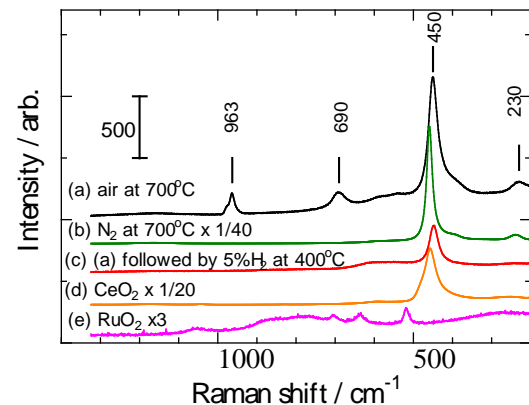


Fig. 5. Raman spectra of Ru(2)+CeO<sub>2</sub> after various treatments and pure CeO<sub>2</sub> and RuO<sub>2</sub> as reference samples.

RuとCeO<sub>2</sub>の接合面での相互作用はFig. 5 に示すRamanスペクトルにより明らかとなった。焼成後の試料ではCeO<sub>2</sub>に帰属する 258、460、595のcm<sup>-1</sup>の散乱バンドが観察された[10-14]。RuO<sub>2</sub>では 522、635、703 cm<sup>-1</sup>に極弱い散乱バンドが観察されたが[15]、CeO<sub>2</sub>帰属のバンドに比べて無視できるほど強度が弱い。物理混合と 700°Cでの焼成後の試料では、2つの新しいバンドが690と963のcm<sup>-1</sup>で観察された。これらは価数の異なるCeOx, RuOxには観察されない[16-18]。したがって、新しいバンドRuとCeO<sub>2</sub>の間の相互作用によって生じた、Ru-O-Ce結合に帰属できる。

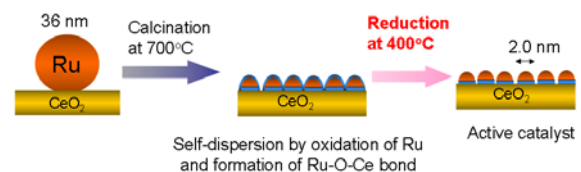


Fig. 6. Schematic model of self-dispersion of Ru on CeO<sub>2</sub> support.

以上の結果から、CeO<sub>2</sub>担体上でのRuの自己分散現象はFig. 6のように説明できる。物理混合後の焼成はCeO<sub>2</sub>の酸化作用によりRu金属を酸化する。酸化したRuO<sub>x</sub>種はCeO<sub>2</sub>表面とRu-O-Ce結合を介して強く相互作用するため、CeO<sub>2</sub>担体表面にRu酸化物微粒子が分散する。400℃での還元はこのRu-O-Ceインターフェースまでは還元することが無く、担体にRuが固定されたままRu粒子表面のみが還元されるため、非常に高分散なRuナノ粒子が自発的に形成され、得られた触媒はCO酸化反応において高い活性を発現する。

#### 論文発表状況・特許出願

- [1] A. Satsuma, M. Yanagihara, J. Ohyama, K. Shimizu, Catal. Today, in press.
- [2] K. Shimizu, T. Yamamoto, Y. Tai, K. Okumura, A. Satsuma, Appl. Catal. A, 400, 171-175 (2011).
- [3] K. Shimizu, T. Yamamoto, Y. Tai, A. Satsuma, J. Mol. Catal. A, 345, 54-59 (2011).
- [4] K. Shimizu, K. Sawabe, A. Satsuma, ChemCatChem, 3, 1290-1293 (2011).
- [5] K. Shimizu, A. Satsuma Energy Environ. Sci., 4, 3140-3153 (2011).
- [6] K. Shimizu, H. Kawachi, S. Komai, K. Yoshida, Y. Sasaki, A. Satsuma, Catal. Today, 175, 93-99 (2011).
- [7] K. Shimizu, M. Katagiri, S. Satokawa, A. Satsuma, Appl. Catal. B, 108-109, 39-46 (2011).
- [8] M. Tamura, H. Wakasugi, K. Shimizu, A. Satsuma, Chem. Euro. J., 17, 11428-11431 (2011).
- [9] K. Shimizu, K. Ohsima, A. Satsuma, Green Chem., 13, 3096-3100 (2011).
- [10] K. Shimizu, K. Shimura, M. Nishimura, A. Satsuma, RSC Advances, 1, 1310-1317 (2011).
- [11] K. Shimizu, K. Shimura, M. Nishimura, A. Satsuma, ChemCatChem, 3, 1755-1758 (2011).
- [12] K. Shimizu, K. Shimura, M. Nishimura, A. Satsuma, Green Chem., Accepted.
- [13] K. Shimizu, N. Tamagawa, M. Tamura, A. Satsuma, J. Mol. Catal. A, Accepted.
- [14] A. Satsuma, R. Sato, K. Osaki, K. Shimizu, Catal. Today, in press.
- [15] K. Shimizu, T. Oda, Y. Kamiya, H. Yoshida, A. Satsuma, Appl. Catal. B, 111-112, 509-514 (2012).
- [16] M. Tamura, T. Tonomura, K. Shimizu, A. Satsuma, Green Chem., 14, p.717-724 (2012)
- [17] M. Tamura, T. Tonomura, K. Shimizu, A. Satsuma, App. Catal. A, 417-418, 6-12 (2012)
- [18] A. Shimizu, K. Shimura, N. Tamagawa, M. Tamura, A. Satsuma, Appl. Catal. A, 417-418, 37-42 (2012).
- [19] Q. Lin, K. Shimizu, A. Satsuma, Appl. Catal. A, 419-420, 142-147 (2012),
- [20] K. Shimizu, T. Kubo, A. Satsuma, Chem. Eur. J., 18, p.2226 - 2229 (2012).
- [21] K. Shimizu, M. Imaiida, K. Sawabe, A. Satsuma, Appl. Catal. A. in press.
- [22] M. Tamura, T. Tonomura, K. Shimizu, A. Satsuma, Green Chem., 14, 984-991 (2012).
- [23] K. Shimizu, Y. Kamiya, K. Osaki, H. Yoshida, A. Satsuma, Catal. Sci. Technol., in press.
- [24] K. Shimizu, K. Ohshima, Y. Tai, M. Tamura, A. Satsuma, Catal. Sci. Technol., in press.

#### 参考文献

- [1] Y. Nishihata, J. Mizuki, T. Akao, H. Tanaka, M. Uenishi, M. Kimura, T. Okamoto, N. Hamada, Nature, 418 (2002) 164-167.
- [2] Y. Nagai, T. Hirabayashi, K. Dohmae, N. Takagi, T. Minami, H. Shinjoh, S. Matsumoto, J. Catal., 242 (2006) 103-109.
- [3] Y. Nagai, K. Dohmae, K. Teramura, T. Tanaka, G. Guilera, K. Kato, M. Numura, H. Shinjoh, S. Matsumoto, Catal. Today, 145 (2009) 279-287.
- [4] C. A. Franchini, D. V. Cesar, M. Schmal, Catal. Lett. 137 (2010) 45-54.
- [5] S. Colussi, A. Gayen, M. F. Camellone, M. Boaro, J. Llorca, S. Fabris, A. Trovarelli, Angew. Chem. Int. Ed. 48 (2009) 8481-8484.
- [6] K. Shimizu, H. Kawachi, S. Komai, K. Yoshida, Y. Sasaki, A. Satsuma, Catal. Today, 175 (2011) 93-99.
- [7] A. Satsuma, M. Yanagihara, J. Ohyama, K. Shimizu, Catal. Today, in press.
- [8] T. Tanabe, Y. Nagai, T. Hirabayashi, N. Takagi, K. Dohmae, N. Takahashi, S. Matsumoto, H. Shinjoh, J.N. Kondo, J.C. Schouten, H.H. Brongersma, Appl. Catal. A, 370 (2009) 108-113.
- [9] A. Jentys, Phys. Chem. Chem. Phys., 1 (1999) 4059-4063.
- [10] A. Nakajima, A. Yoshihara, M. Ishigame, Phys. Rev. B, 50 (1994) 13297-13307.
- [11] J.E. Spanier, R.D. Robinson, F. Zhang, S.-W. Chan, I.P. Herman, Phys. Rev. B, 64 (2001) 245407.
- [12] V.V. Pushkarev, V.I. Kovalchuk, J.L. d'Itri, J. Phys. Chem. B, 108 (2004) 5341-5348.
- [13] Z.-Y. Pu, X.-S. Liu, A.-P. Jia, Y.-L. Xie, J.-Q. Lu, M.-F. Luo, J. Phys. Chem. C, 112 (2008) 15045-15051.
- [14] Z. Wu, M. Li, J. Howe, H.M. Meyer, S.H. Overbury, Langmuir, 26 (2010) 16595-16606.
- [15] S. Bhaskar, P.S. Dobal, S.B. Majumder, R.S. Katiyar, J. Appl. Phys., 89 (2001) 2987-2992.
- [16] H.Y.H. Chan, C.G. Takoudis, M.J. Weaver, J. Catal., 172, (1997) 336-345.
- [17] N. Weinstock, H. Schulze, A. Müller, J. Appl. Phys., 59 (1973) 5063-5067.
- [18] H.C. Jo, K.M. Kim, H. Cheong, S.-H. Lee, S.K. Deb, Electrochem. Solid-State Lett., 8 (2005) E39-E41.

# 機能性ナノワイヤの作製と性能評価に関する研究

## Study on fabrication and evaluation of functional nanowires

細井 厚志, 陳 明繼, 岳 玉梅, 王 鵬, 岩崎 由佳, 手島 浩真

Atsushi Hosoi, Chen Mingji, Yumei Yue, Wang Peng, Yuka Iwasaki, Hiromasa Teshima

名古屋大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Nagoya University

ナノデバイスの超微小化・高集積化によりこれらを接続する配線として、ナノワイヤを用いた配線技術が注目されている。そこで、ナノワイヤをナノデバイスの構成部材として使用するにあたり、ナノワイヤの結晶構造を理解することは重要であるが、作製されたナノワイヤの結晶構造に関する研究は少ない。本研究では、テンプレート法を用いてCu ナノワイヤを作製し、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡による観察を行った。

Along with microminiaturization and high integration of nano devices, a wiring technology based on nanowires is paid attention as a new connection method. It is important to understand the crystal structure of nanowires for using them as the component of nano devices. However, the researches about the crystal structure of nanowires have not been studied well. In this paper, we fabricated Au nanowires by a template method and observed them by SEM and TEM.

**背景と研究目的：** 近年、ナノデバイスの超微小化・高集積化によりこれらを接続する配線として、ナノワイヤを用いた配線技術が注目されている。ミクロンサイズ以上の通常の配線には金属線が用いられるが、ナノサイズでは、金属線自体がすでに原子数個の太さであるため、作製法及び安定性においても用いることは容易ではない。そのためナノワイヤの作製技術の開発が進められ、各種金属や導電性高分子、シリコン化合物など様々な材料のナノワイヤの作製法が確立されつつある。また、ナノワイヤをナノデバイスの構成部材として使用するにあたり、ナノワイヤの結晶構造を理解することは重要である。しかし、作製されたナノワイヤの結晶構造に関する研究は少ない。そこで、本研究ではCu を電着することでCu ナノワイヤを作製し、Cu ナノワイヤの結晶構造について調査した。

**実験：** 本実験では、直径 13 mm, 厚さ 60  $\mu\text{m}$  の陽極酸化ポーラスアルミナをテンプレートとして用いた。陽極酸化ポーラスアルミナテンプレートにはFig. 1 に示すように孔径 200 nm の孔

が多数あいており、孔内にCu 粒子を充填することによりナノワイヤを作製した。

まず陽極酸化ポーラスアルミナテンプレートの片面に電子ビーム蒸着装置を用いて Ta 及びCu 薄膜を形成した。膜厚はそれぞれ 50 nm, 200 nm である。Table 1 に蒸着条件を示す。その後、陽極酸化ポーラスアルミナテンプレートを治具で固定した上で、次に、銅薄膜を電極として定電流 0.005 A で4時間電着を行った。水溶液は0.4 M 硫酸銅(II)五水和物水溶液をpHが2になるように硫酸で調整した。電着の概略図をFig. 2 に示す。電着後、2 M 水酸化ナトリウム水溶液に6時間浸しポーラスアルミナを溶解した。蒸留水で洗浄し十分に乾燥させた。

Cu 薄膜上に作製したナノワイヤの状態を確認するために走査型電子顕微鏡を用いて観察を行った。さらに、Cu ナノワイヤの結晶構造を調べるため、Cu 薄膜をエタノールに入れ、超音波洗浄を行い、Cu ナノワイヤをエタノール中に分散させた。この溶液をマイクログリッド膜貼付メッシュに滴下し、1本のCu ナノワイヤについて透過型電子顕微鏡を用いて観察を行った。

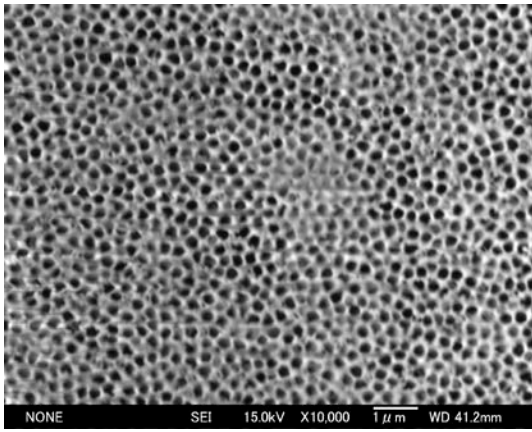


Fig. 1. SEM image of the porous aluminum used in the experiment.

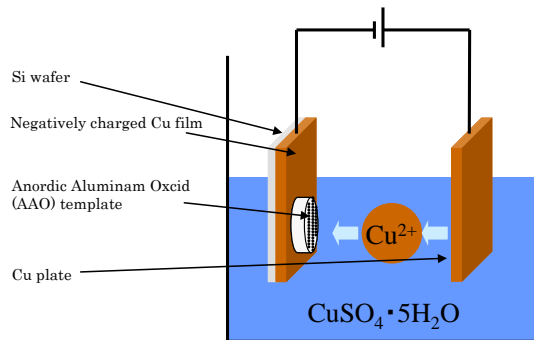


Fig. 2. Schematic diagram of electro-deposition.

Table 1. Conditions of EB-evaporation.

| Metal | Pressure, Pa       | Emission current, A | Evaporation rate, nm/s | Thickness, nm | Time, min |
|-------|--------------------|---------------------|------------------------|---------------|-----------|
| Ta    | $2 \times 10^{-3}$ | 150                 | 10                     | 50            | 10        |
| Cu    | $2 \times 10^{-3}$ | 50                  | 10                     | 200           | 20        |

**測定結果：** Fig. 3 は走査型電子顕微鏡を用いて、エッチング後のCu 薄膜上に作製されたナノワイヤの観察写真を示す。Fig. 3 より、直径 200 nm、長さ 30 μm のナノワイヤが形成されていることが分かった。陽極酸化ポーラスアルミナテンプレートを用いたナノワイヤ作製では直径及び長さが均一なナノワイヤを得ることが可能であることが確認できた。さらに、ナノワイヤは高密度な状態で薄膜上に作製され、数十～数百本程度で凝集していることが分かった。この性質はナノワイヤは体積に対して表面積が大きいのでCu ナノワイヤ同士のファンデルワールス力の影響を受けて生じたものと考えられる。

Fig. 4 からFig. 6 に透過型電子顕微鏡の観察結果を示す。Fig. 4 は超音波洗浄によりエタノール中に分散されたAu ナノワイヤであり、Fig. 5 にCu ナノワイヤの電子回折図形を示す。Fig. 4 より作製したAu ナノワイヤは電子を透過しておらず、密度が高いことが確認できた。またFig. 5 よりFCC構造のCu の単結晶であること

が確認された。さらに、Fig. 6 にFig. 4 に示すナノワイヤを構成する粒子を示す。Fig. 6 より格子面の間隔(面間隔)を計測すると2.1 Åとなり、Cu の最も面間隔の長い(111)面の面間隔が2.1 Åであることから、Fig. 6 で観察できた格子面は(111)面であると考えられる<sup>2)</sup>。

本研究より、陽極酸化ポーラスアルミナを用いた電着によるCu ナノワイヤの作製は、Cu ナノワイヤ同士が凝集するというナノワイヤ特有の結果が得られること、また一度に非常に多くの直径及び長さが均一なナノワイヤが得られること、ナノワイヤは単結晶であることが分かった。

**今後の課題：** 本研究によって、テンプレート法を用いてCuナノワイヤを大量かつ高密度に作製することに成功した。しかし、今後はテンプレートを制御し、自ら定めた位置にCuナノワイヤを作製することを目指す。

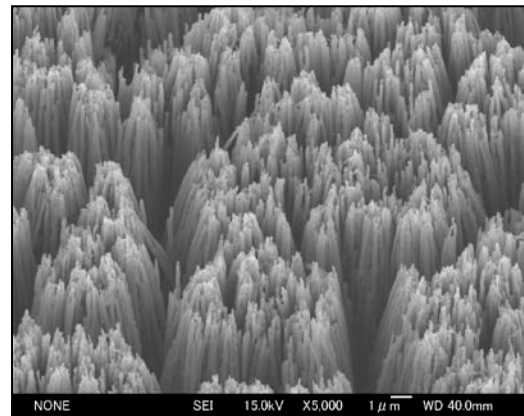


Fig. 3. SEM image of Cu nanowires in a top view after the etching.

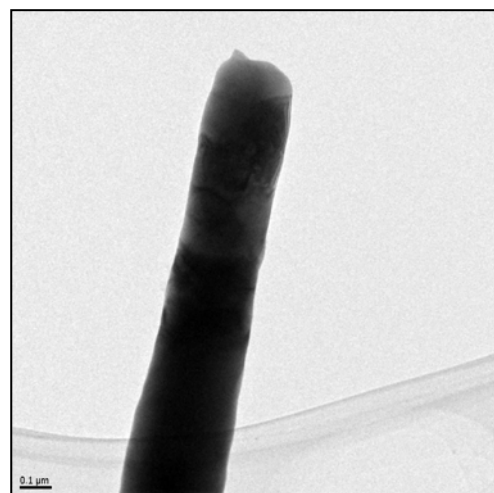


Fig. 4. TEM image of Cu nanowire after ultrasonic cleansing.



Fig. 5. TEM image of the electron diffraction pattern.

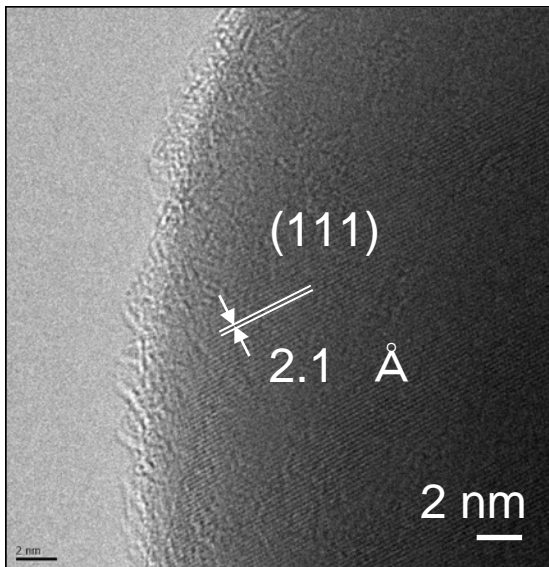


Fig. 6. TEM image of Cu nanowire with (111) direction.

#### 論文発表状況・特許出願

- [1] Yumei Yue, Mingji Chen and Yang Ju, Scripta Materialia, 66 (2012), 81.
- [2] 岩崎由佳, 巨陽, 日本機械学会 2011 年度年次大会 (口頭発表)
- [3] 岳玉梅, 陳明繼, 巨陽, 日本機械学会第 3 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム (ポスター発表)
- [4] 岩崎由佳, 巨陽, 2<sup>nd</sup> nano today conference, (ポスター発表)
- [5] 陳明繼, 巨陽, 2<sup>nd</sup> nano today conference, (ポスター発表)
- [6] Peng Wang, Yang Ju, Yuanhui Song, Yuka Iwasaki, Mingji Chen and Masahiro Amano, 13th International Conference on Electronics Materials and Packaging, (口頭発表)

#### 参考文献

- 1) Bin Wu, Journal of Colloid and Interface Science **303** (2006), 611.
- 2) 坂公恭, 結晶電子顕微鏡学-材料研究者のための-, 内田老鶴圃, (2005), 90-91.



# 同一ウェハ上におけるテラヘルツ波発生・検出素子の開発

## Development of the device emitting and detecting THz wave on a wafer

細井 厚志, 中山 和昭

Atsushi Hosoi, Kazuaki Nakayama

名古屋大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Nagoya University

テラヘルツ電磁波は、非破壊・非接触で物質の識別や電気的特性の評価ができる技術として期待されている。細胞においても、その複素屈折率、複素誘電率を測定することで、細胞の識別が可能となる。しかし空気中の水分に弱く、高強度な信号を得る技術はいまだに確立されていない。そこで、空気中の水分による減衰を無くすため、一枚の基板上でテラヘルツ電磁波の発生と検出を行うデバイスを提案した。本研究では、デバイスの基板として用いられる低温成長ガリウム砒素(LT-GaAs)の作製を行った。また、作製したLT-GaAsの表面形状を観察した。さらにリフトオフ法により、基板上に導波路の作製を行った。

Terahertz electromagnetic wave is expected as a technology that can identify materials and evaluate electrical characteristics of them by nondestructive and noncontact way. It is also possible to distinguish cells by measuring the complex refractive index and the complex dielectric constant of them. However, the technology that obtains the high-intensity signal has not been established yet due to its weakness in water in the air. Therefore, we proposed the device which can emit and detect THz wave on a wafer to lose attenuation by water. This paper reports the way to make the low-temperature grown GaAs (LT-GaAs) used as a substrate of the device. Moreover, the surface figure of them was observed by RHEED. Additionally, we made waveguides on substrate by Lift-off method.

### 背景と研究目的：

テラヘルツ電磁波とは、およそ 300GHzから 10THzの周波数領域のことを指し、この周波数領域内には、様々な励起モードが存在するため、物性の観点から見るとたいへん魅力的な周波数領域である<sup>1)</sup>。しかし、テラヘルツ電磁波は、簡便な高輝度光源や検出器がなかったことから、長い間未開拓領域とされてきた。近年になって、フェムト秒レーザーの目覚ましい進展とそれを用いたテラヘルツ電磁波発生により、テラヘルツ時間領域分光法(TDS)が確立された。

テラヘルツ電磁波領域の分光分析の対象として、自由キャリアのダイナミクスや誘電体中の分極などが挙げられる。自由キャリアは、そのプラズマ振動数や散乱時間はテラヘルツ領域にあるため、キャリア濃度や移動度に依存した特長的な振る舞いがスペクトルに現れることが知られている<sup>2)</sup>。そのため、テラヘルツ時間領域分

光法を用いて試料を透過したテラヘルツ電磁波を計測することで、試料の誘電率や導電率、キャリア濃度、移動度といった電気的特性を得ることが出来る。さらにテラヘルツ電磁波を用いることで、非破壊・非接触での測定が可能となる。また、誘電分極において、液体分子の速い緩和過程がテラヘルツ領域内で観測されることが知られており、物質のスペクトルを計測することにより、物質の種類および機能の特定が可能になる。生体試料においても、テラヘルツ時間領域分光法を用いることで、試料のスペクトルおよび複素屈折率、複素誘電率の計測が可能になると期待されている。しかし、テラヘルツ電磁波には、未だに高強度な信号の発生ができておらず、空気中の水分による減衰が大きいという問題点がある。そこで本研究では、一枚の基板上でテラヘルツ電磁波の発生と検出を行うことで水分による減衰をなくし、少量の試料で

測定が可能な光伝導アンテナの作製を目指した。光伝導アンテナは、半導体基板上に金属の電極を形成することで作製される。基板に必要な要素としては、キャリア寿命が短いことと、キャリア移動度が高いことが挙げられる。これらを併せ持つものとしてLT-GaAsがある。そこでまず、LT-GaAsの作製を行った。

## 実験：

### LT-GaAsの作製

LT-GaAsを作製する際の基板としては、面方位が(100)、厚さが350  $\mu\text{m}$ 、直径が2 inchのノンドープの半絶縁性GaAsウェハを用いた。この基板上に、分子線エピタキシー(MBE)装置を用いてLT-GaAsを作製した<sup>3)4)</sup>。

まずGaAsウェハを、プリベーク室においてAs圧下で250  $^{\circ}\text{C}$ で60 minプリベークした後、成長室に移し800  $^{\circ}\text{C}$ で酸化膜除去を行った。その後Ga圧を加え700  $^{\circ}\text{C}$ で15 minバッファ層を成長した(200 nm)。バッファ層を成長した後、300  $^{\circ}\text{C}$ と250  $^{\circ}\text{C}$ の2パターンでLT-GaAsの成長を行った。この時のAs圧とGa圧は、それぞれ $1-2 \times 10^{-5}$  Torrと $7 \times 10^{-7}$  Torrであり、1.5 h成長を行った(1.5  $\mu\text{m}$ )。その後、それぞれの試験片を700  $^{\circ}\text{C}$ で10 minアニールした。

またプリベーク、酸化膜除去、バッファ層成長、LT-GaAs成長、アニールのそれぞれの後に、反射光速電子回折(RHEED)を用いて表面形状を観察した。

次に、基板上に電磁波の発生・検出を行うための金属電極と導波路の作製を行った。始めに、イメージ反転型のポジ型フォトリソAZ-5214E(1  $\mu\text{m}$ )を塗布した。次にパターンの露光を行い、前面露光してイメージの反転を行った。現像にはNMD-3(2.38%)を使用した。現像後、EB蒸着により金薄膜(200  $\mu\text{m}$ )の作製を行った。最後にアセトンによる超音波洗浄でレジストを剥離した。

### 実験結果：

まず、RHEEDで観察したプリベーク後の表面形状をFig.1に示す。わずかにストリークパターンが観測されたが、パターンは弱く、まだ表面に凹凸があると考えられる。次に酸化膜除去後、バッファ層成長後の表面形状をそれぞれFig.2、Fig.3に示す。Fig.2では強いストリークパターンが、Fig.3では更に強いストリークパターンが観察された。これらの図より、原子レベルで凹凸のないGaAsの層が得られたと考えられる。次に、300  $^{\circ}\text{C}$ で成長を行った際のLT-GaAs層成長後とアニール後の表面形状をFig.4、Fig.5に示す。Fig.4ではドットパターンが、Fig.5ではより弱

いドットパターンが観察された。この図より原子レベルでの凹凸があると考えられ、文献<sup>4)</sup>より、成長温度が理論値よりも高いと考えられる。また250  $^{\circ}\text{C}$ でのLT-GaAs層成長後とアニール後の表面形状をFig.6、Fig.7に示す。Fig.6ではハローパターンが、Fig.7ではより弱いハローパターンが観察された。これは非晶質(アモルファス)状態と呼ばれ、結晶ではない長距離的に無秩序な状態を表している。文献<sup>4)</sup>よりLT-GaAsの表面ではこのハローパターンが観察されることが知られている。よって、LT-GaAsを作製することに成功したと考えられる。

次に導波路作製にあたり、パターンの現像を行ったものをFig.8に、その拡大図をFig.9に示す。これにより、細部までパターンニングが行えていることが確認された。また、金の成膜後、リフトオフを行った結果をFig.10に、その拡大図をFig.11に示す。これにより $\mu\text{m}$ 単位の精度により、電磁波の導波路の作製に成功した。



Fig.1. The surface shape of GaAs after pre-baking.



Fig.2. The surface shape after removing surface oxide.



Fig.3. The surface shape after growing GaAs buffer layer.



Fig.4. The surface shape after growing LT-GaAs at 300°C.



Fig.5. The surface shape after annealing of LT-GaAs growing at 300°C.



Fig.6. The surface shape after growing LT-GaAs at 250°C.



Fig.7. The surface shape after annealing of LT-GaAs growing at 250°C.

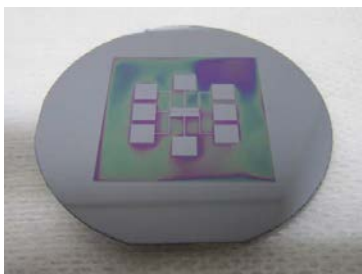


Fig.8. The resist pattern after development.

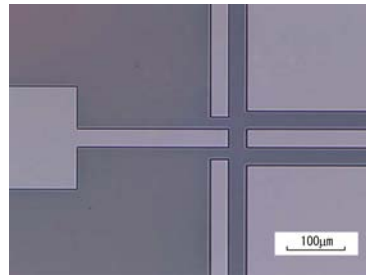


Fig.9. The enlarged figure of Fig.8.

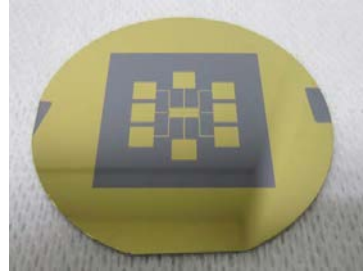


Fig.10. The gold pattern after lift-off methods.

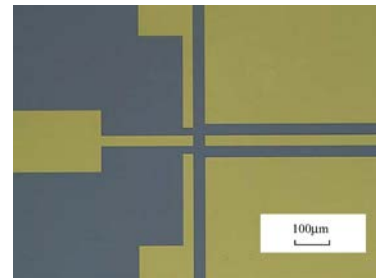


Fig.11. The enlarged figure of Fig.10.

#### 今後の課題：

本研究によって、光伝導アンテナを作製するために必要な LT-GaAs の作製に成功した。また、基板上に金属の電極と導波路を作製した。今後は、一枚の基板上でのテラヘルツ電磁波の発生・検出を目指す。

#### 参考文献

- 1) 平尾一之, 邱建榮, フェムト秒テクノロジー, 化学同人, (2006) paper no. 103-112.
- 2) Tae-In Jeon, D.Grischkowsky, Nature of Conduction in Doped Silicon, Phys. Rev. Lett.78 (1997) paper no.4416-1109.
- 3) S.Gupta, M.Frankel, J.Valdmanis et al, Subpicosecond carrier lifetime in GaAs grown by molecular beam epitaxy low temperature, Appl. Phys. Lett.59 (1991) paper no.3276-3278.
- 4) Masahiko Tani, Kiyomi Sakai, Hajime Abe et al, Spectroscopic Characterization of Low-Temperature Grown GaAs Epitaxial Films, Appl. Phys. Vol.33 (1994) paper no.4807-4811.

# 希ガスプラズマ照射によるタングステンの表面損傷

矢嶋美幸<sup>a</sup>, 平畑佑樹<sup>a</sup>, 梶田信<sup>b</sup>

Miyuki Yajima<sup>a</sup>, Yuki Hirahata<sup>a</sup>, Shin Kajita<sup>b</sup>

<sup>a</sup>名古屋大学大学院工学研究科, <sup>b</sup>名古屋大学エコトピア科学研究所

<sup>a</sup>Graduate School of Eng., Nagoya University, <sup>b</sup>EcoTopia Science Institute, Nagoya University

希ガスプラズマ照射を行った W の水素同位体保持特性および希ガスプラズマ-W 相互作用について調べた。その結果、He 照射を行った W 試料においては表面近傍水素同位体濃度の照射量依存性があることがわかった。また、He プラズマ照射ではナノ構造が形成される条件であっても、Ar および Ne プラズマ照射ではバブル・ホールやナノ構造といった照射損傷が形成されないことがわかった。

The interaction between the tungsten and plasmas with noble gases and its hydrogen isotope retention properties were investigated. Helium irradiated tungsten had a strong fluence dependence on the hydrogen isotope retention. Ar and Ne irradiations to tungsten were conducted; it was found that they did not lead to the nanostructure formation different from the cases of helium irradiations.

**背景と研究目的：** 実用核融合炉の実現において炉内のトリチウム蓄積の正確な把握は、安全面および経済的な観点から必要不可欠である。特にプラズマ対向壁材料であるタングステン (W) と水素同位体相互作用の解明は非常に重要な課題として位置づけられている。しかし近年、He プラズマに曝された W 表面にフィラメント状の構造 (以下、ナノ構造と表記する) [1、2] や He バブル・ホール [3] といった損傷が形成されることが分かった。このような損傷が材料表面に形成されると、比表面積が増大し、多量のトリチウムを吸着または固定してしまう可能性がある。しかし、このような損傷を受けた材料への水素同位体の吸着に関しては十分な研究がなされていない。そこで本研究ではプラズマ照射損傷を有する W 試料のトリチウム吸蔵特性調査を行った。

また国際熱核融合炉実験炉 (ITER) では炉壁

への熱負荷低減を目的として、放射冷却用に Ar や Ne などの希ガスを導入する可能性がある。希ガスである Ar や Ne も W 中の熱空孔に捕捉され、He 同様、ナノ構造等の照射損傷を形成する可能性があるが、それらの W の照射効果は十分にわかっていない。そこで本研究では W と希ガスプラズマ相互作用も同じく調査した。

**実験装置・調査方法：** 本研究では、直線型プラズマ照射装置 NAGDIS-II を用いた。鏡面に研磨した W 試料 (粉末焼結 W 試料、株式会社ニラコ製) を希ガスプラズマに曝した。ナノ構造を有する W の表面積を液体窒素温度における Kr ガスの吸着量から BET 法を用いて測定した。加えて、試料をトリチウム・重水素 (DT) 混合ガスに曝露した後、イメージング・プレート (IP) を用いてトリチウム濃度を測定した。一方、希ガスプラズマによる照射損傷に関して

は、様々な条件下で希ガスプラズマを照射した試料の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察した。また、試料を集束イオンビーム(FIB)装置によって切り出し、透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて断面観察を行った。さらに、エネルギー分散形X線分光器(EDX)を用いて照射表面近傍および内部の元素分析を行った。

試料には次に述べる2種類の純タングステン板材を用いた。①表面にフィラメント状ナノ構造が発達した試料(NAGDIS-IIを用いて試料温度1500 K、入射イオンエネルギー55 eV、照射量 $1.0 \times 10^{25}$  -  $5.0 \times 10^{26}$  m<sup>2</sup>でHeプラズマ照射を行ったもの。以下、ナノWと表記する)。②平滑な表面を持つ試料(タングステン試料の表面を研磨し、鏡面に仕上げた試料。以下、Polished Wと表記する)。まず、ナノW試料の表面積をBET法を用いて求めた。そして、ナノWおよびPolished Wを全圧1.2 kPa、トリチウム濃度5%のDT混合ガスに573 Kで5 h曝露した後、暗所でIP上に試料を3 h静置し、IPからの輝尽発光(PSL)強度をイメージアナライザーで読み取った。ここで述べたSPL強度とは、IPに照射されたトリチウムからのβ線量、すなわちトリチウム濃度に比例する値を意味し、この値が大きいほど表面近傍のトリチウム濃度は高くなる。

表面積測定の結果、Heプラズマ照射条件1500 K、55 eV、 $5.0 \times 10^{26}$  m<sup>2</sup>のナノW試料の表面積はマクロな幾何学的形状から得られる値の約17倍となることがわかった。続いて、表1にそれぞれの試料の573 K曝露直後の表面近傍のトリチウム濃度を示す。

IP測定結果、ナノWの表面近傍のトリチウム濃度がPolished Wに比べて明らかに増大することがわかった。また、He照射量が低いものほど曝露直後のナノWの表面近傍のトリチウム濃度が小さくなることがわかった。しかし、照射量が $5.0 \times 10^{25}$  m<sup>2</sup>以上のナノWのトリチウム濃度はどの試料もPolished Wの約20倍程度に収まり、表面近傍のトリチウム濃度にほとんど差は見られなかった。またその値は表面積測定結果から求めたナノWの表面積増加量とよく一致した。このような結果となった理由として、低照射量領域ではナノ構造の成長とともにナノ構造の厚みが増し、表面積が増大していくが、フルエンスが一定以上になるとナノ構造の成長および表面積の増大が停滞し[2]、表面近傍に保持されたトリチウム量がほぼ一定の値でとどまったのではないかと推察される。また、照射量 $2.0 \times 10^{26}$  m<sup>2</sup>の試料の表面積およびトリチウム濃度の増加量が近い値を示したことから、ナノ構造の形成によるトリチウム保持量の

増大は表面積の増大で説明できる程度であることがわかった。

表1 表面近傍のトリチウム濃度

|                           | Polished W | W1                   | W2                   | W3                   | W4                   |
|---------------------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Fluence [m <sup>2</sup> ] | —          | $1.3 \times 10^{25}$ | $5.0 \times 10^{25}$ | $2.0 \times 10^{26}$ | $5.0 \times 10^{26}$ |
| PSL [mm <sup>2</sup> ]    | 155        | 2223                 | 3265                 | 3035                 | 3045                 |

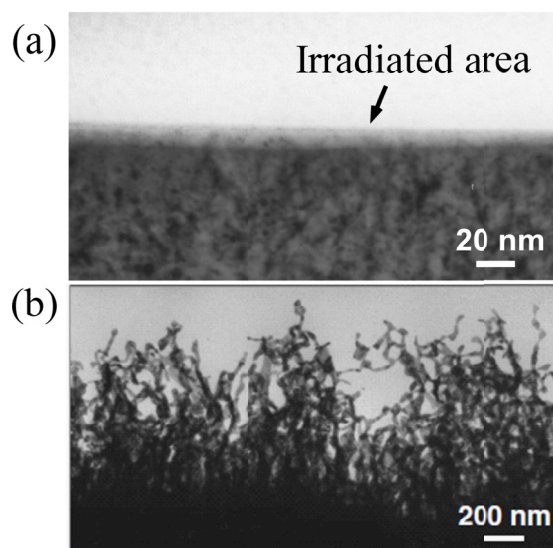


図2 (a)Arおよび(b)He[1]の照射断面図

直径5 mmで切り出したW試料の表面を研磨により鏡面に仕上げた。Heプラズマ照射によってナノ構造が形成される照射条件(>20 eV、1000 K < T < 2000 K)で、ArおよびNeプラズマ照射を行った。照射後、SEMおよびTEMを用いて照射表面および断面観察を行った。またEDXを用いて試料の照射表面近傍および内部の元素分析を行った。

図2(a)に1550 K、30 eV、 $5.0 \times 10^{26}$  m<sup>2</sup>でAr照射を行った試料、図2(b)に1400 K、50 eV、 $5.5 \times 10^{25}$  m<sup>2</sup>でHe照射を行った試料[1]の断面観察結果を示す。どちらの試料もスパッタリング閾値以下の照射となっている。

その結果、Ar照射試料ではバブル・ホールやナノ構造といった照射損傷は確認されなかった。また、スパッタリング閾値およびはじき出し損傷閾値以上の入射イオンエネルギーでもHe照射のような照射損傷は確認できなかった。またNe照射においても同様の結果が得られた。このように同じ希ガスプラズマ照射でもガス種によってWに形成される照射損傷が異なる理由として、同じ入射イオンエネルギーであってもArおよびNeの飛程がHeより短いため、ArやNeはW中の熱空孔に捕捉される前に脱離し

てしまうのではないかと考えられる。また、Ar および Ne の照射では、バブル及びナノ構造形成のために必要な飛程を与える入射イオンエネルギーでは、スパッタリングが発生するため、バブル・ホール/ナノ構造形成とスパッタリングとの競争が起きていると考えられる。

- 1) S. Kajita *et al.*, Nucl.Fusion **49** (2009) 095005.
- 2) M.J. Baldwin *et al.*, J. Nucl. Mater. **390-391** (2009) 886 -890.
- 3) D. Nishijima *et al.*, J. Nucl. Mater. **329-333** (2004)1029.

# タングステン酸化物ナノロッドの選択成長

## Selective Growth of Tungsten Oxide Nanorods on Tungsten Substrate

徳永 智春<sup>1</sup>, 野田 好孝<sup>b</sup>

Tomoharu Tokunaga<sup>1</sup>, Yoshitaka Noda<sup>1</sup>

名古屋大学 量子工学専攻

Department of Quantum Engineering, Nagoya University

電子デバイスへの応用が期待されるタングステン酸化物ナノロッドは、酸素雰囲気下でタングステン基板を加熱することにより得ることができる。しかしながら、タングステン酸化物ナノロッドの選択成長方法が確立しておらずナノロッドの成長制御ができていないため、均質な材料を得ることができず実用化には至っていない。本研究では、タングステン酸化物ナノロッドの成長を行わない選択した面の自然酸化膜を除去することにより、ナノロッドの選択成長に成功した。

Tungsten oxide nanorod targeted for applications in electric devices were grown from tungsten substrate heated in an oxygen atmosphere . However, the selective growth of tungsten oxide nanorods has not been well demonstrated . Therefore, the growth control of tungsten oxide nanorods is not succeeded, and it has not put into practical use yet because of not obtaining uniformly materials. In this study, selective growth of tungsten oxide nanorods was successful with selective with selective surface oxide layer etching, which is not needed for growth of tungsten oxide nanorods.

**背景と研究目的:** MgO、ZnO、MnO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、やWO<sub>3</sub>といった金属酸化物ナノ構造体は優れた光学特性や電気特性を有する半導体材料として広く知られ、その特性を生かした電子デバイスや新規光学材料への応用が期待される<sup>1,2)</sup>。そのため、金属酸化物ナノ構造体のサイズや形状の制御に関する研究が活発に行われている<sup>3,4)</sup>。金属酸化物ナノ構造体の中でもタングステン酸化物ナノロッドは、タングステンを酸素の存在する雰囲気中で加熱するという簡便な方法により得られるため、注目を集めている材料の一つである<sup>5)</sup>。しかし、タングステン酸化物ナノロッドの成長制御方法は未だ明らかになっておらず、均質な材料が得られていないため実用化にはいたっていない。これを用いたデバイス作製において所望の特性を得るには、ナノレベルでの物質制御が必要不可欠である。

そこで本研究では、タングステン材料の酸素雰囲気加熱実験を行い、TEM および SEM によって成長条件を探索した。さらにタングステン材料上へ選択的にナノロッドを成長させる方法を調査した。

**実験:** TEM用加熱ホルダーを用いた酸素雰囲気加熱によりタングステンワイヤーを加熱して、タングステン酸化物ナノロッドを作製した。ナノロッドの成長最適条件を調査するために、酸素分圧および加熱温度を変化させてタングステンワイヤーを加熱し、加熱後のタングステンワイヤー表面のSEMおよび表面近傍のTEM観察を行った。最もナノロッドが数多く成長した酸素分圧及び加熱温度を最適条件とした。次に、タングステンワイヤーの代わりに、タングステン箔を付着したプラチナワイヤーを成長最適条

件で加熱し、箔上にタングステン酸化物ナノロッドの成長を行った。また、箔表面の自然酸化膜がナノロッド成長に与える影響を調査するため、FIB装置により自然酸化膜を除去したタングステン箔を同様に加熱し、自然酸化膜除去を行っていないタングステン箔とのナノロッド成長の様子の違いを、SEMを用いて比較した。

**結果、および、考察：** 酸素分圧および加熱温度を変化させてタングステンワイヤーの加熱を行った結果、酸素分圧  $6.0 \times 10^{-4}$  Pa、加熱温度  $1000^\circ\text{C}$  において最もタングステン酸化物ナノロッドが数多く成長することが明らかになった。

同様の酸素分圧及び加熱温度でタングステン箔を加熱したところ、箔上全体にナノロッドが成長する様子が確認された。また、自然酸化膜を除去したタングステン箔を加熱してナノロッドの成長を試みたところ、ナノロッドの成長は見られなかった。この結果から、ナノロッドの成長には自然酸化膜が必要であることが明らかになった。さらに、選択的に自然酸化膜を除去したタングステン箔の加熱を行うことで、ナノロッドの選択成長に成功した。

**今後の課題：** タングステン酸化物ナノロッドの選択成長には成功したが、ナノロッドの成長方向は不均一であり、成長制御方法が不明確であるため、タングステンの単結晶を用いた加熱実験によりナノロッドの成長制御方法を探りたい。また、タングステン酸化物ナノロッドの実用化に向けて、ナノロッドの特性評価を行いたい。

#### 論文発表状況・特許出願

- [1] 日本金属学会 2011 年秋季講演大会
- [2] 日本鉄鋼協会・日本金属学会東海支部 第 21 回材料フォーラム
- [3] International Symposium on Role of Electron Microscopy in Industry
- [4] T. Tokunaga, T. Kawamoto, K. Tanaka, N. Nakamura, Y. Hayashi, K. Sasaki, K. Kuroda, T. Yamamoto, Growth and structure analysis of tungsten oxide nanorods using environmental TEM, *Nanosc. Res. Lett.*, 7, 1, 85, (2012)

#### 参考文献

- 1) P. D. Yang et al., *Adv. Funct. Mater.* 12, 323 (2002)
- 2) Y. W. Wang, V. Schmidt, S. Senz, and U. Gosele, *Nat. Nanotechnol.* 1, 186 (2006)
- 3) T. I. Kamins, R. S. Williams, Y. Chen, Y. L. Chang, and Y. A. Chang, *Appl. Phys. Lett.* 76, 562 (2000)
- 4) Z. R. Dai, Z. W. Pan, and Z. L. Wang, *Adv.*

*Funct. Mater.* 13, 9 (2003)

5) 藤田真士:名古屋大学大学院 修士学位論文

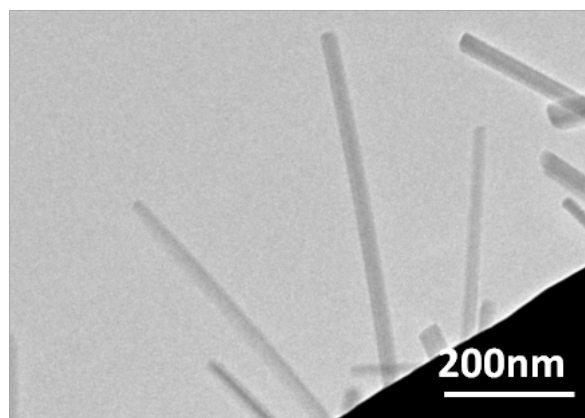


Fig.1. TEM image of nanorods on a tungsten wire.

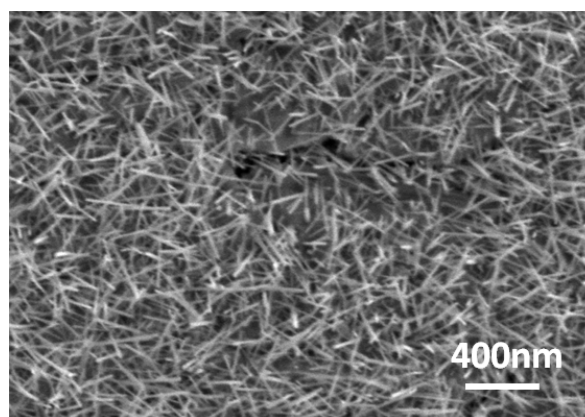


Fig.2. SEM image of nanorods on a tungsten foil.

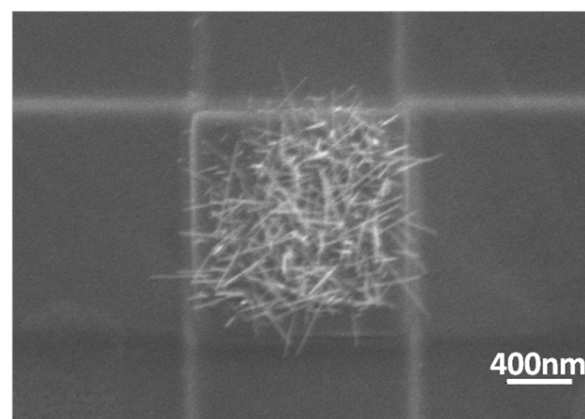


Fig.3. SEM image of selective growth of nanorods on a tungsten foil.



# SiC 表面分解法により形成したカーボンナノチューブ/n-type 6H-SiC ヘテロ接合界面電子構造に関する研究

## Study on Electronic Structure of Carbon Nanotube/n-type 6H-SiC Heterojunction formed by Surface Decomposition of SiC

丸山 隆造, 榊原 悟史, 成塚 重弥

**Takahiro Maruyama, Satoshi Sakakibara, Shigeya Naritsuka**

名城大学理工学部

Department of Materials Science and Engineering, Meijo University

SiC 表面分解法を用いて形成したカーボンナノチューブ (CNT) /n-type 6H-SiC ヘテロ接合の電気的特性評価ならびに界面電子構造の決定を行った。電流-電圧特性測定結果は CNT 側に正のバイアスを加えたときに電流が増加する整流特性を示した。光電子分光測定の結果から CNT 膜が金属的であると考えられることから、本接合界面にショットキー障壁が形成している可能性があることが示された。

We investigated the electrical and electronic properties of carbon nanotube (CNT)/n-type 6H-SiC heterojunctions formed by surface decomposition of 6H-SiC(000-1). Consistent with previous results, rectifying behavior was observed in current-voltage measurements, with the forward direction occurring at positively biased CNTs. Photoemission measurements showed that the CNT film were metallic, indicating the possibility that this heterojunction is Schottky type.

**背景と研究目的:** SiC(0001)カーボン面を真空中で高温に加熱すると、Siの脱離につれて炭素が表面に堆積し、カーボンナノチューブ (CNT) が自己組織的に成長することが報告されている[1]。本手法は、金属触媒を用いることなしに、直径2~5 nmで2~3層の構造をもつ多層ナノチューブが多数生成し、特にzigzagタイプのみのCNTが生成することが大きな特徴である。したがって、CNTのカイラリティ制御が不要であり、素子への応用という点で有効な成長手法である。また、本手法は、Siの脱離とともに表面に堆積したカーボンがCNTへと構造変化していくため、基板内部にCNTが伸びていく成長となることも、通常の成長手法とは大きく異なる。さらに、生成後にCNT/SiC界面でCNT中の炭素原子がSiCと原子結合を形成しているこ

とも大きな特徴である[2]。これは、他の生成法では困難な、CNTと半導体の直接接合が容易に形成されることを意味している。過去にもCNT-半導体のヘテロ接合に関する研究はいくつか報告があるものの、CNT成長のためのバッファ層を半導体基板上に挿入していたり[3]、あるいは、界面に酸化物層が存在するなど、本接合のように界面層無しに接合が形成されている例は皆無であった。以上のように興味深い接合系ではあるにもかかわらず、本接合の界面電気的特性に関する研究はこれまでほとんど行われて来なかった。我々のグループでは、これまで本接合界面の電気的特性の測定を行い、本接合が整流特性を示す可能性があることを報告してきた。

本研究では、CNT膜形成条件を制御し、界面結晶性と電気的特性の関係について調べるとともに、高分解能光電子分光測定により界面電子

構造の決定を試みた。

**実験：** n-type の 6H-SiC(000 $\bar{1}$ ) 上に長さ約 200-400 nm のCNT膜を形成した基板を用意し、電流-電圧 (I-V) 測定を行った。CNT膜表面にはTi/Au電極を、裏面 (SiC(0001)面) にNi電極を蒸着により形成した。アニール処理により各抵抗の接触抵抗を低減したのち、Ni-Au電極間に電圧を印加しI-V特性の測定を行った。

**結果, および, 考察：** 図 1 にCNT/SiC接合に対して行ったI-V特性の一例を示す。図の横軸は、SiC側に対してCNT側に引加した電圧である。CNT膜に正のバイアスを印加した際に、電流が増加する整流特性を示すことがわかった。

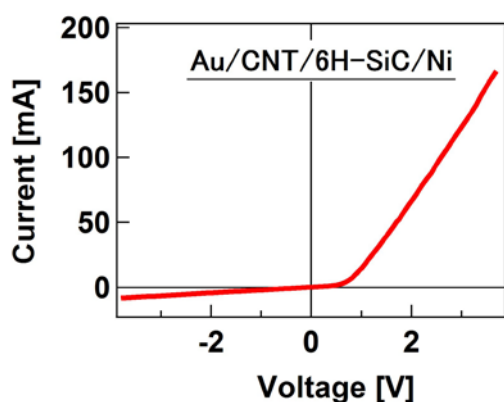


Fig. 1. I-V characteristics of the CNT/n-type 6H-SiC heterojunction measured by adding a bias voltage between the Au and Ni electrodes. The bias voltage is positive when the CNTs are positively biased.

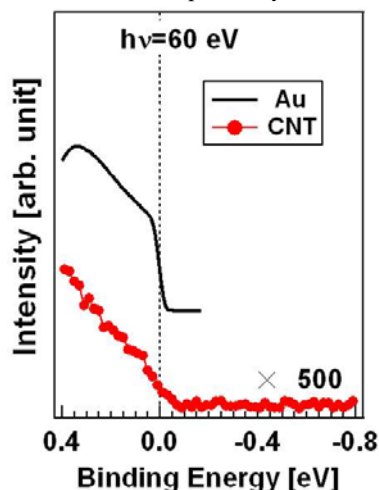


Fig.2. PES spectra of both CNTs and Au near Fermi edge are shown. The binding energy is relative to the Fermi edge of Au.

また、CNT膜に対して光電子分光測定を行っ

たところ、図2のような価電子帯上端のスペクトルが得られた。同条件で測定したAuのフェルミ端と同じエネルギー位置に状態密度の段差がみられたことから、本手法により生成したCNT膜もフェルミ端を有し、金属的であると考えられる。以上から、CNT/n-type 6H-SiC接合界面がショットキー型の接合となっている可能性がある。

**今後の課題：** CNT/SiC接合の整流特性を利用したデバイス応用について検討を行う。

**謝辞：** 本研究を実施するにあたり、電極形成ならびに試料表面のAES測定は、中部地区ナノテク総合支援(名古屋大VBL)を利用して行われた。また、高分解能光電子分光測定は、分子科学研究所小杉グループとの共同研究により、UVSORにて実施しました。ここに深く感謝いたします。

#### 論文発表状況・特許出願

- [1] Takahiro Maruyama, Yoshihiro Mizutani, Shigeeya Naritsuka, Sumio Iijima, Mater. Express 20 (2011)1325.
- [2] Takahiro Maruyama, Satoshi Sakakibara, Shigeeya Naritsuka, Diamond & Relat. Mater. 20 (2011)1325.
- [3] S. Sakakibara, H. Ito, S. Naritsuka, H. Yamane, E. Shigemasa, N. Kosugi and T. Maruyama, 12<sup>th</sup> International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT11), Cambridge, UK, July 11-14 (ポスター発表).
- [4] 榊原悟史, 丸山隆浩, 成塚重弥, 山根宏之, 小杉信博, 第59回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012年3月(ポスター発表).

#### 参考文献

- 1) M. Kusunoki, T. Suzuki, T. Hirayama and N. Shibata, Appl. Phys. Lett. **77** (2000) 531.
- 2) M. Kusunoki, T. Suzuki, C. Honjo, T. Hirayama and N. Shibata, Chem. Phys. Lett. **366** (2002) 458.
- 3) T. -F. Kuo, M. B. Tzolov, D. A. Straus and J. Xu: Appl. Phys. Lett. **92** (2008) 212107.

# アンモニウム塩触媒による水中脱水縮合法の開発

越俣 良樹<sup>a</sup>, 坂倉 彰<sup>b</sup>

Yoshiki Koshikari<sup>a</sup>, Akira Sakakura<sup>b</sup>

<sup>a</sup>名古屋大学工学研究科, <sup>b</sup>名古屋大学エコトピア科学研究所

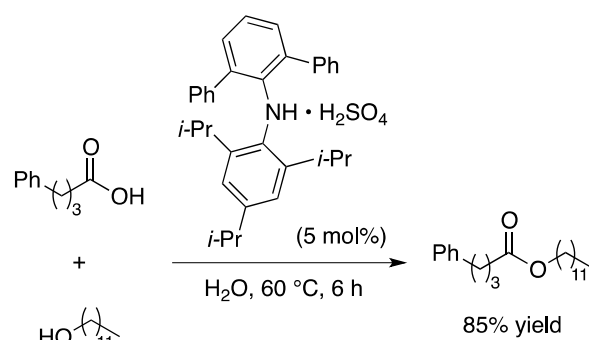
<sup>a</sup>Graduate School of Engineering, Nagoya University, <sup>b</sup>EcoTopia Science Institute, Nagoya University

嵩高く疎水的な *N,N*-ジアリールアミンと硫酸から調製されるアンモニウム塩が水中でエステル脱水縮合反応を効率よく促進することを見出した。本触媒は、*N,N*-ジアリールアミンと硫酸を室温で混合しただけでは触媒活性を示さないのに対し、その室温で調製した塩を 80 °C にて 30 分間加熱すると高い活性を示す。加熱により優れた触媒活性種として、ピロ硫酸塩が生成しているものと考えられる。

We have found that the ammonium salts prepared from bulky and hydrophobic *N,N*-diarylamines and sulfuric acid showed high catalytic activity for the dehydrative ester condensation reaction under aqueous conditions. Although ammonium salts prepared by mixing *N,N*-diarylamines and sulfuric acid at ambient temperature showed poor activity, heat treatment of the inert salts at 80 °C for 30 min produced the high active catalysts. It is conceivable that *N,N*-diarylammonium pyrosulfates are generated as active species.

**背景と研究目的：** エステル脱水縮合は、有機合成における基幹反応であり、世界中で工業スケールで実施されている。そのため、現行法よりもさらに環境に優しい効率的なエステル脱水縮合法の開発が強く求められている。このような背景のもと我々は、環境低負荷型合成プロセスの開発の一環として、エステル脱水縮合法の開発に取り組んできた。

エステル脱水縮合反応を実施する上で有機溶媒の使用を回避することを目的として、我々が以前に開発した嵩高く疎水的な *N,N*-ジアリールアミンとペンタフルオロベンゼンスルホン酸の塩を触媒として用いるエステル脱水縮合法[1]を基盤とし、水中でのエステル脱水縮合法の開発を行ったところ、嵩高い *N,N*-ジアリールアミンと硫酸から調製されるアンモニウム塩が優れた触媒活性を示すことを見出した (Scheme 1)。



Scheme 1. Dehydrative ester condensation in water catalyzed by hydrophobic *N,N*-diarylammonium salt

特に興味深いのは、嵩高い *N,N*-ジアリールアミンと硫酸を室温で混合して調製したアンモニウム塩がほとんど触媒活性を示さなかったのに対して、その室温で調製した塩を 80 °C にて 30 分間加熱すると高い触媒活性を発現する。これは、加熱処理によって新たな触媒活性種が生成

したためであると考えられる。

我々は、Halsted らの硫酸アンモニウムの熱分解に関する研究[2]をもとに、触媒活性種としてピロ硫酸アンモニウム塩が生成しているものと考察した。そこで本研究では、真の触媒活性種としてのピロ硫酸 *N,N*-ジアリールアンモニウムの同定を目的として研究を実施した。硫酸の脱水体であるピロ硫酸の塩が耐水性の高い触媒の真の活性種であることが確認できれば、環境調和型の触媒化学において極めて重要である。

**実験：** LeCaptainらは硫酸アンモニウムの熱分解によって生成するピロ硫酸塩をラマン分光法によって観測 ( $850\text{ cm}^{-1}$ ) することに成功している[3]。そこで、本研究においてもピロ硫酸 *N,N*-ジアリールアンモニウムのラマン分光法による分析を行った。測定は、532 および 785 nm の励起光を用いて  $200\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$  の範囲で行った。

また、 $^1\text{H NMR}$  を用いて、加熱調製したアンモニウム塩触媒と加熱処理前の不活性なアンモニウム塩の比較を行った。測定は、日本電子 ECS-400装置 (400 MHz) を用い、重アセトニトリル中で行った。

**結果、および、考察：** ラマン分光法によってピロ硫酸 *N,N*-ジアリールアンモニウムの測定を行ったが、分子内のアリール基に由来する強い蛍光が生じたため、残念ながら目的とする  $850\text{ cm}^{-1}$  付近のラマンスペクトルは観測できなかった。

そこで次に、 $^1\text{H NMR}$  を用いてピロ硫酸 *N,N*-ジアリールアンモニウムの測定を行ったところ、アンモニウムプロトンの化学シフトが、不活性な硫酸塩 (7.59 ppm) に比べて低磁場に大きくシフトしている (9.01 ppm) ことが明らかになった (Table 1)。この結果は、酸性度の高いピロ硫酸塩が生成していることを示唆していると考えられる。さらに、水中エステル脱水縮合反応は基質層 (有機層) / 水層の 2 相系であるため、触媒が基質層にどれだけ存在するかを酸塩基滴定で測定したところ、活性の高いピロ硫酸塩はその 71% が基質層に存在するのに対して、不活性な硫酸塩はその 25% しか有機層に存在しないことが明らかとなった。

**今後の課題：** 我々が開発した新規脱水縮合触媒に関して、加熱処理によって生成する触媒活性種の性質についていくつかの点が明らかとなった。これらはいずれも真の触媒活性種がピロ硫酸塩であることを示唆する。今後は、ピロ硫酸塩の直接的な観測に向けた研究を引き続き計画したい。

Table 1. Comparison of *N,N*-Diarylammonium Salt Catalysts

| 触媒                                   | アンモニウム<br>プロトンの化<br>学シフト<br>(ppm, $^1\text{H NMR}$ ) | 触媒の基質層<br>における含量<br>(%) |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 加熱処理した<br>アンモニウム<br>塩 (活性なピロ<br>硫酸塩) | 9.01   | 71                      |
| 加熱処理前の<br>アンモニウム<br>塩 (不活性な硫<br>酸塩)  | 7.59   | 25                      |

### 論文発表状況・特許出願

- [1] Akira Sakakura, Yoshiki Koshikari, Matsujiro Akakura, Kazuaki Ishihara, *Org. Lett.* 14 (2012), 30.
- [2] Yoshiki Koshikari, Akira Sakakura, Matsujiro Akakura, Kazuaki Ishihara, The 3rd Asia-Oceania Conference on Green and Sustainable Chemistry (ポスター発表)
- [3] Akira Sakakura, International Symposium on EcoTopia Science 2011 (ISETS11) (ポスター発表)
- [4] 越仮良樹, 坂倉 彰, 赤倉松次郎, 石原一彰, 日本化学会第 92 春季年会 (口頭発表)
- [5] 石原一彰, 坂倉 彰, 越仮良樹, 特願 2011-289040, ナノ計測・分析

### 参考文献

- 1) K. Ishihara, S. Nakagawa, A. Sakakura, *J. Am. Chem. Soc.* 127 (2005), 4168.
- 2) W. D. Halstead, *J. Appl. Chem.* 20 (1970), 129.
- 3) M. Jariwala, J. Crawford, and D. J. LeCaptain, *Ind. Eng. Chem. Res.* 46 (2007), 4900.

マイクロ波励起・高密度近接プラズマを用いた細穴内面 DLC  
成膜における膜硬度に及ぼす基板バイアスの影響  
**Effect of substrate bias voltage on the hardness of diamond-like carbon (DLC)  
film deposited by internal DLC coating  
with microwave-excited high-density near plasma**

上坂 裕之, 野老山 貴行, 梅原 徳次

Hiroyuki Kousaka, Takayuki Tokoroyama, and Noritsugu Umehara

名古屋大学大学院工学研究科

Graduate School of engineering, Nagoya University

高圧高温下におけるシリサイドナノチューブの構造相転移について、x線回折の  
その場観察を行った。(2000字程度、MS明朝 -10.5pt, Times New Roman-10.5pt.)

The structural transitions of silicide nanotube at high pressures and high temperatures were investigated by in situ x-ray diffraction technique. The observed structural sequence in nanotube is different from that already known in bulk materials. This is due to the fact that the same structure is observed at the same volume region in nanotubes.(about 100 words, Times New Roman-10.5pt.)

**背景と研究目的:** 低摩擦・高耐久性を両立しうるダイヤモンドライクカーボン (DLC: Diamod-Like Carbon) 膜を摺動部品へ適用し、低摩擦化による省エネルギー駆動や耐久性向上による部品の長寿命化を達成することに産業界の注目が集まっている。DLC膜の形成にはプラズマやイオンの非平衡反応場が必要となる。内面へのDLC成膜にはつきまわり性に優れるプラズマCVD法が使用されるが、どれだけ細い径の内面にプラズマを生成維持できるかは、主としてプラズマの電子密度に支配されており<sup>(1-3)</sup>、より細い穴の内面にDLCを成膜したければ、より高電子密度のプラズマを用いる必要がある。そのような観点で我々は、ミリメートルサイズの内面でプラズマを安定して生成維持し内面へのDLC成膜を行うのに適した、マイクロ波励起・高密度近接プラズマ生成法 (MVP法) を開発した。

これまで、MVP法による細穴内面DLC成膜技術は、パイプやバルブの内面に耐食性を付与するために開発されてきた。耐食性のために開発したDLC膜は、低摩擦係数や耐摩耗性といった摺動部品に必要な特性を備えておらず<sup>(4)</sup>、そのままではインジェクター、軸受、などの摺動部品内面に適用できない。そこで、MVP法による細穴内面DLC成膜技術によって成膜されるDLC膜に良好な摺動特性 (低摩擦係数、高硬度、低い摩耗率、高い密着強度、およびそれらの軸方向の均一な分布) を付与することを目指した。具体的には本実験では、印可バイアスの増加による硬質化を狙い、成功した。また、硬度増加の要因をラマン分光法による解析を利用して探った。

**実験:** 一般にプラズマCVDで成膜されるDLC膜は、基板バイアスの増加とともに膜硬度

が増加するといわれている。そこで基板バイアスを昨年度までの-200 Vから、今年度は-300 Vに増加させて膜硬度の増加を試みた。

図1はMVP方式による細穴内面DLC成膜装置の構成図である。チャンバーはステンレス製で内径150 mm、高さ190 mmであり、電氣的に接地されている。チャンバーの下部には2.45 GHzのマイクロ波を導入するための同軸導波管が取り付けられており、マイクロ波を透過する石英部品を通して、大気側から真空側へマイクロ波が導入される。基材である金属製のパイプは石英部品上に設置される。マイクロ波投入とパイプへの負バイアス印加を同時に行うことにより、図6に示すようにパイプの内面でプラズマが生成される。

本装置を利用して以下の手順でDLC成膜を行った。まず被成膜基材である内径4.4 mm、長さ50 mmのステンレス鋼製パイプ（呼び径1/4インチ、材質：SUS304、BA処理）を、アセトン中で超音波洗浄し、チャンバー内にセットした。その後、ロータリーポンプによってチャンバー内圧力を1 Pa未満まで排気した。次に、成膜ガスを表1の流量で流した上で、チャンバー内圧力を80 Paに調整した。次に、表に示すピークパワーのマイクロ波を所定の周波数とDuty比でパルス状に投入し、同時に基板バイアス電圧を同じ周波数とDuty比でパルス状にパイプに印加し、細穴内面にプラズマを点火した。パイプ内面へのDLC成膜を120分間行った。

**結果、および、考察：** 表1の成膜条件Aで成膜されたDLC膜の光学顕微鏡写真を図2に示す。本写真から明らかなように、DCバイアスを用いたため、膜の表面にはこれまでのDCバイアスでの成膜と同様にディンプル状凹凸が形成されている。成膜レートは図3に示すように、今回の条件下で増加した。以上のような膜の硬度をナノインデンテーションで計測したところ図4に示すように軸方向の全箇所膜硬度が増加した。このことより基板バイアス量の増加が膜硬度の増加に有効であることが確認された。しかしながら、バイアスを-300 V以上に増加するとアーキングが激しくなりアーク痕が基材まで達し、成膜面をDLC膜で覆うことが困難になった（目視で基材の露出が確認できるような状態であった）。これにより、本年度の実験で達成できた硬度は、-300 Vにおけるz=45 mmでの13 GPaが最大であった。

バイアス量の増加に伴う膜の硬質化の要因を検討するためにVBLの顕微鏡型ラマン分光分析装置により膜のラマンスペクトルを計測した（図5）。-200 Vで成膜された膜のDピーク（1350  $\text{cm}^{-1}$

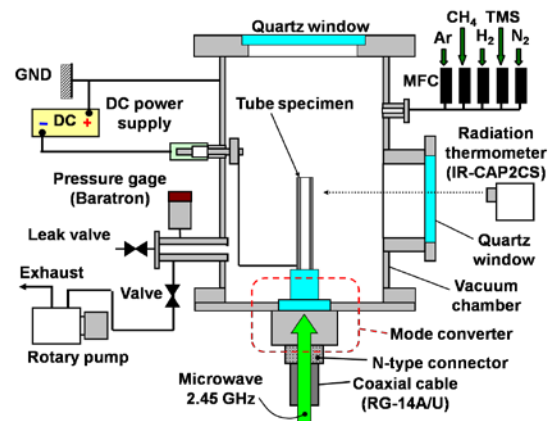


Fig. 1 Apparatus for internal DLC coating of mm-sized narrow metal tube, employing microwave-excited high-density near plasma (MVP method).

Table 1 Coating condition

|                                 | 条件A(今回)   | 条件B(昨年度)  |
|---------------------------------|---|---|
| Gas                             | Ar, CH <sub>4</sub> , TMS<br>=14, 2, 0.2 sccm             | Ar, CH <sub>4</sub> , TMS<br>=14, 2, 0.2 sccm               |
| Microwave (2.45 GHz) Peak power | 1000 W  | 800 W   |
| Pulse Frequency                 | 10 Hz   | 10 Hz   |
| Duty ratio                      | 1.0 %<br>Plasma on time, 1.0 ms<br>Plasma off time, 99 ms | 3.2 %<br>Plasma on time, 3.2 ms<br>Plasma off time, 96.8 ms |
| Substrate bias                  | -300 V  | -200 V  |
| Substrate                       | SKH51   | SCM420  |

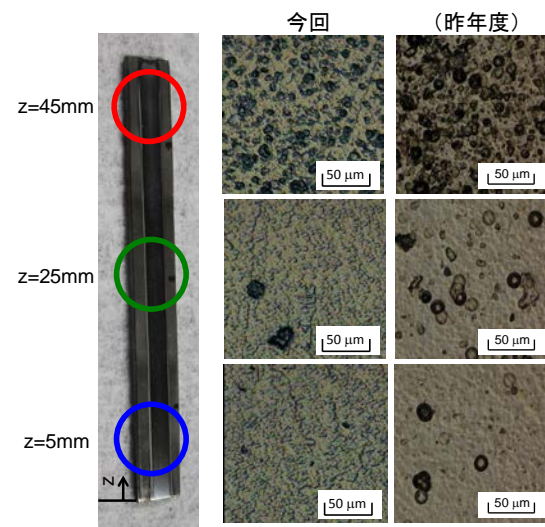


Fig. 2 Photograph of DLC-coated specimen and optical microscope images of DLC at z=5, 25, and 45 mm.

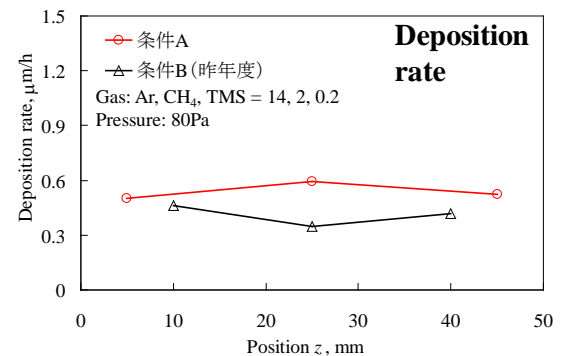


Fig. 3 Axial distribution in deposition rate of DLC film, measured for DLCs A and B.

付近)とGピーク ( $1580\text{ cm}^{-1}$ 付近)はピークの広がり小さく、それぞれのピークが孤立的に確認できた。一方、 $-300\text{ V}$ で成膜された膜のDピーク ( $1350\text{ cm}^{-1}$ 付近)とGピーク ( $1580\text{ cm}^{-1}$ 付近)は各ピークの広がりが大きく、両ピークが重なったスペクトルとなっていた。2つのDLC膜に対してGピークの半値幅と軸方向位置の関係をグラフ化すると図6のようになった。Gピークの半値幅の増加は膜密度の増加を表すとされていることから、 $-300\text{ V}$ で成膜された膜は膜密度の増加によって硬質化したことが示唆された。

**今後の課題：** 更なる硬度増加を達成するとともに硬度増加が摩擦特性に及ぼす影響を明らかにする。

### 論文発表状況・特許出願

- [1] 自動車技術会秋季大会(2011年, 札幌), 産学連携ポスターセッション (出典)
- [2] Matsui, R., Kousaka, H., Umehara, N., ISPLASMA2012 (ポスター発表).
- [3] Matsui, R., Kousaka, H., Umehara, N., IC-PLANTS 2012 (ポスター発表).
- [4] 松井良輔, 上坂裕之, 梅原徳次, 第59回応用物理学関係連合講演会(口頭発表).
- [5] Hiroyuki Kousaka, Kazunori Mori, Noritsugu Umehara, Noboru Tamura, and Toyohiko Shindo: Internal DLC Coating of Narrow Metal Tubes using High-Density Near Plasma Sustained by Microwaves Propagating along Plasma-Sheath Interfaces, Surf. Coat. Technol., accepted.
- [6] 上坂裕之, ミリメートルサイズの細穴内面形状へのプラズマ成膜, 砥粒加工学会誌, 2月号 (2012), p.90-93.

### 参考文献

- 1) 上坂裕之, 解説記事: 金属 (アグネ技術センター), 2月号, p.18-24 (2009).
- 2) 上坂裕之, 解説記事: トライボロジスト (日本トライボロジー学会), 11月号, p.790-796 (2010).
- 3) 上坂裕之, 解説記事: 砥粒加工学会誌 (砥粒加工学会), 2月号, p.90-93 (2012).
- 4) Hiroyuki Kousaka, Kazunori Mori, Noritsugu Umehara, Noboru Tamura, and Toyohiko Shindo: Internal DLC Coating of Narrow Metal Tubes using High-Density Near Plasma Sustained by Microwaves Propagating along Plasma-Sheath Interfaces, Surf. Coat. Technol., accepted.
- 5) M.A. Tamor, W.C. Vassell: Raman Fingerprinting of Amorphous-Carbon Films, Journal of Applied Physics, 76/6 (1994) 3823.

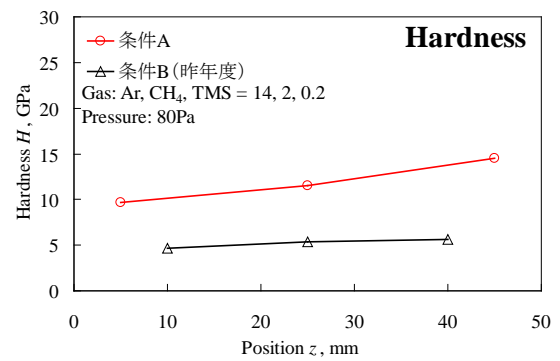


Fig. 4 Axial distribution in indentation hardness of DLC film, measured for DLCs A and B.

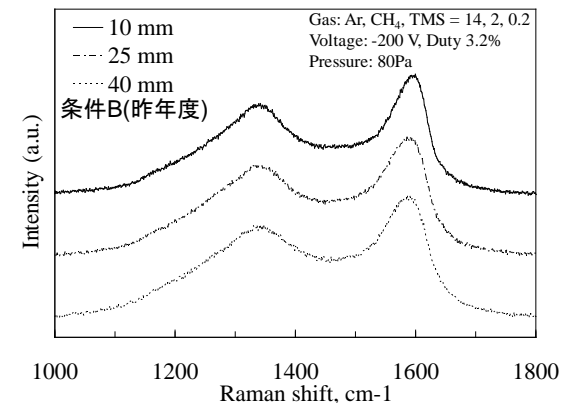
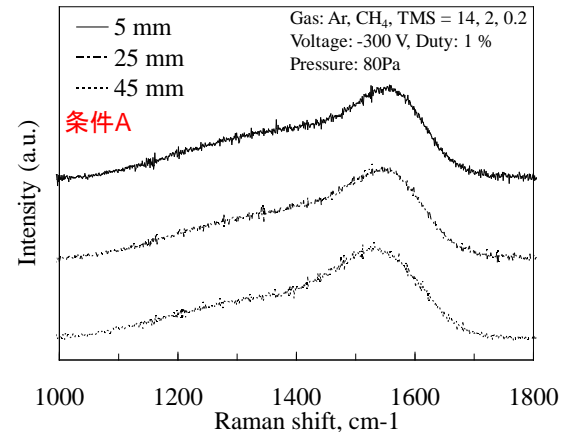


Fig. 5 Raman spectra of DLC at  $z=10, 25$ , and  $40\text{ mm}$ , obtained for (a) DLC A (Substrate bias  $-300\text{ V}$ ) and (b) DLC B (Substrate bias  $-200\text{ V}$ ).

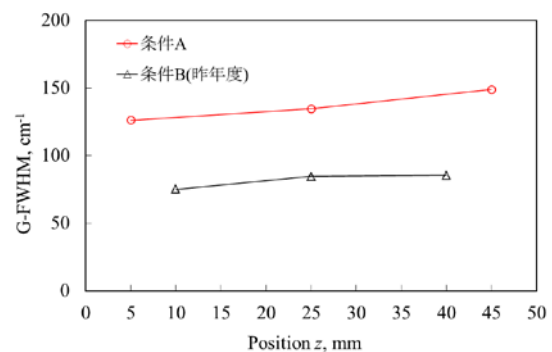


Fig. 6 Axial distribution in FWHM of G peak derived from the Raman spectrum of DLC film, obtained for for DLCs A and B.

# RTV615 を使用した多層マイクロ流路作成

## Create multi-layer microfluidic devices using RTV615

宇理須 恒雄<sup>a</sup>, 楠本 康司<sup>a</sup>

Tsuneo Urisu<sup>a</sup>, Koji Kusumoto<sup>a</sup>

<sup>a</sup>名古屋大学革新ナノバイオデバイス研究センター

<sup>a</sup> FIRST Research Center for Innovative Nanobiodevice, Nagoya Univ.

RTV615AB を使用して土台側と固定側の二つの層を作成。二層を重ね合わせ加熱させる事で二層が一体化したマイクロ流路が完成。

Create two layers and the fixed side of the foundation by using the RTV615AB. Completion of two microchannel layer is integrated by heating to align the two layer.

**背景と研究目的：** 電気生理学の分野では、パッチクランプ法は、イオンチャネルタンパク質を調査するために確立され、広く使われているテクニックである。イオンチャンネル電流の測定は、神経細胞や神経回路網の機能を理解するために特に有用である。しかし、従来のピペットパッチクランプや平面パッチクランプ法は、長期インキュベーションを必要とする神経系のマルチ測定目的には適していない。我々は、インキュベーション型の平面パッチクランプ法を開発し[1]HEK293細胞を用いた光ゲートおよびリガンド依存性イオンチャネルの活動を観察に成功している。そこで、マルチチャンネル測定ソリューションを処理するために高密度マイクロ流体回路の開発を実施した。

**実験：** RTV615にはA剤とB剤があり、A剤にはビニル基、B剤にはシリコン水素基が過剰に含まれている。支持層側はA剤:B剤=3:1、固定層側はA剤:B剤=30:1の割合で作成し、過熱する事で最終的には二層が完全に一体化したデバイスが完成する。

- 1) RTV615AB 剤を 3:1 の割合の混合物および RTVAB 剤を 30:1 の割合の混合物を一時間脱気する。
- 2) 3:1 の割合の混合物は、シリコン上の鋳型に流し込む。30:1 の割合の混合物は、2000rpm

- で 30sec スピンコートを実施
- 3) 2)で作成された二層を再び 1 時間脱気
- 4) 二層を 80°Cで 1.5h 処理
- 5) 硬化した支持層の流路の開口部をポンチで穴を空ける。
- 6) 支持層と固定層を張り合わせて、80°Cで 1.5h 処理
- 7) 二層が一体化したデバイスが完成

**結果、および、考察：** 論文の記載通り二層が一体化したデバイスが完成した。

**今後の課題：** マイクロ流路は完成したが、流路の流れを制御するバルブの開発を進める必要がある。

### 論文発表状況・特許出願

[1] Urisu T, Asano T, Zhang ZL, Uno H, Tero R, Junkyu H, Isoda H, Arima Y, Iwata H, Shibasaki K, Tominaga M (2008) Anal Bioanal Chem 391:2703-2709.



7. 他機関との交流  
(Reports of Collaborations)

1. 「先進プラズマナノデバイスプロセスに関する研究」

共同研究

工学研究科 電子情報システム専攻 堀 勝

豊田工業大学 大学院工学研究科 佐々木 実

- 先進プラズマナノ科学・工学を核として、省エネ・環境負荷低減に貢献するナノ先進部材の高機能化やナノ加工技術の高度化に向けた研究開発の一部である先進プラズマナノデバイスプロセスの開発に係る研究を実施した。

2. 「超高密度ラジカル装置ソース・プロセス技術の開発」

共同研究

工学研究科 電子情報システム専攻 堀 勝

名城大学 理工学部 平松美根男

- 超高密度ラジカル装置ソース及びそれを用いた材料プロセス技術に関する研究開発を実施するとともに、カーボンナノチューブやカーボンナノウォールなどカーボンナノ材料のプラズマ CVD 技術及び合成されたカーボンナノ材料の応用に関する研究を実施した。

3. 「カーボンナノ材料の合成および応用に関する研究」

共同研究

工学研究科 電子情報システム専攻 堀 勝

名城大学 理工学部 平松美根男

- 超高密度ラジカル装置ソース及びそれを用いた材料プロセス技術に関する研究開発を実施するとともに、カーボンナノチューブやカーボンナノウォールなどカーボンナノ材料のプラズマ CVD 技術及び合成されたカーボンナノ材料の応用に関する研究を実施した。

4. 「先進プラズマ計測・診断研究」

共同研究

工学研究科 電子情報システム専攻 堀 勝

名城大学 理工学部 伊藤昌文, 太田貴之

- プラズマプロセス技術のモニタリング技術及び装置の構築に関する研究を実施するとともに、大気圧プラズマプロセスにおける粒子反応のメカニズム解析に関する研究を実施した。

5. 「次世代パワーデバイス半導体 SiC 溶液成長における多形選択メカニズム」

共同研究(日仏交流促進事業<SAKURA>)

工学研究科 マテリアル理工学専攻 宇治原 徹

MINATEC, Grenoble INP,(Didier Chaussende, Thierry Ouisse), Lyon University(France)

6. 「GaN MISHET の作製」  
共同研究  
工学研究科量子工学専攻 水谷孝  
松下電器 上田哲三
7. 「GaN MOCVD結晶の評価とデバイス応用」  
共同研究  
工学研究科量子工学専攻 水谷孝  
パウデック 中村文彦
8. 「InSb MOSFET の作製」  
共同研究  
工学研究科量子工学専攻 水谷孝  
富山大学 前澤宏一
9. 「InAs ナノワイヤ MOSFET の作製」  
共同研究  
工学研究科量子工学専攻 水谷孝  
デュイスブルグーエッセン大学 ウェマー・プロスト
10. 「カーボンナノチューブ薄膜の形成とトランジスタ応用」  
共同研究 工学研究科量子工学専攻 大野雄高  
ヘルシンキ工科大学 エスコ・カウピネン
11. 「印刷プロセスによるカーボンナノチューブ薄膜トランジスタの作製」  
共同研究  
工学研究科量子工学専攻 大野雄高  
バンドー化学 畑克彦
12. 「FWCNT を用いたフレキシブル配線・電極」  
共同研究  
工学研究科量子工学専攻 大野雄高  
東京大学 野田優

13. 「スピンフィルターを介した GaAs 量子井戸へのスピン注入効果に関する研究」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 山口雅史  
東京工業大学 谷山智康
14. 「不純物ドーピング GaAs ナノワイヤの光学特性に関する研究」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 山口雅史  
宮崎大学 福山敦彦
15. 「Si 基板上的 InGaN ナノワイヤにおける光学的評価」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 山口雅史  
豊田工業高等専門学校 室谷英彰
16. 「Si 基板上的窒化物半導体結晶成長および評価」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 本田善央  
韓国海洋大学 (韓国) 安 亨洙
17. 「Si 基板上的窒化物半導体結晶における光学的評価」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 本田善央  
豊田工業高等専門学校 杉浦藤虎(准教授)
18. 「フラーレン、芳香族分子内包カーボンナノチューブ作製と光学特性の研究」  
工学研究科 マテリアル理工学専攻応用物理学分野 中村新男  
産業技術総合研究所、齊藤 毅
  - カーボンナノチューブに C<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>、C<sub>84</sub> やペリレンなどを内包させたカーボンナノチューブを作製し、その線形および非線形光学特性の研究を行っている。
19. 「金属錯体超構造分子の電子伝導」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 中里 和郎  
中央大学理工学部応用化学科 芳賀 正明、金井塚 勝彦
  - Si 基板の上に電極を形成し金属錯体超構造体分子を吸着させて電子伝導を計測しその伝導機構を明らかにする。
20. 「配位プログラミング化学素子」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 中里 和郎  
東京大学大学院理学系研究科化学専攻 西原 寛、坂本 良太
  - Si 半導体と金属錯体超構造体分子の融合による新機能デバイスを実現する
21. 「CMOS 集積化回路による生体分子計測」  
共同研究  
工学研究科 電子情報システム専攻 中里 和郎  
日立製作所中央研究所 釜堀政男、石毛 悠
  - CMOS 集積回路を用いて生体分子を計測する技術を確立する。

22. 「カーボンナノチューブピラーアレイの成長と電子放出に関する研究」  
工学研究科 量子工学専攻 齋藤弥八  
三重大学 佐藤英樹
- 化学気相成長法によるカーボンナノチューブ (CNT) ピラーアレイの電界放出ディスプレイや光源への応用を目指して、電子エミッタとして適した構造を有するCNTの合成とその電子放出特性の評価を行う。
23. 「電界電離型イオン源エミッタの形状最適化に関する研究」  
工学研究科 量子工学専攻 齋藤弥八  
三重大学 畑 浩一
- 電界電離型希ガスイオン源(GFIS)の開発を目指して、電界誘起酸素エッチング法により作製されたタングステンGFISエミッタの先端構造を透過電子顕微鏡でナノレベルで評価する。
24. 「カーボンナノチューブの電気特性試験」  
受託研究  
工学研究科 量子工学専攻 齋藤弥八  
岩谷瓦斯株式会社 岩下博信, 開 渉
- 化学気相成長法で生成された CNT の電気抵抗を 1 本 1 本個別に測定し、電気伝導率の合成条件による変化の有無をを明らかにする。
25. 「DNA の超高感度検出」  
共同研究  
工学研究科 化学・生物工学専攻 馬場嘉信  
スウェーデン ウップサラ大学 M. Nilsson 教授
- DNA の 1 分子検出と 1 分子シーケンスのための研究を進めた。
26. 「イムノピラーデバイスの開発」  
共同研究  
工学研究科 化学・生物工学専攻 馬場嘉信  
スウェーデン カロリンスカ研究所 Agneta Richter-Dahlfors 教授
- イムノピラーデバイスの開発と臨床研究への応用を進めた。
27. 「システムバイオロジーナノデバイスに関する研究」  
共同研究  
工学研究科 化学・生物工学専攻 馬場嘉信

オランダ トウエンテ大学 Albert van den Berg 教授

- 細胞中の遺伝子のバイオリバスタネスを解析するための新規デバイス開発を進め、その要素技術について論文発表した。

28. 「遺伝子治療技術開発に関する研究」

共同研究

工学研究科 化学・生物工学専攻 馬場嘉信

北海道大学大学院薬学研究科 原島秀吉教授

- 遺伝子治療の効率を向上させるためのナノデバイス開発とナノデバイス構築のためのチップ開発を行い、特許出願するとともに、論文を発表した。本成果は、ナノテクノロジーネットワークの5大成果に選ばれた。

29. 「有機エレクトロニクス関連薄膜・界面の電子構造と電子過程」

共同研究

理学研究科物質理学専攻 大内幸雄

日本 千葉大学 上野信雄教授 他 5 機関 15 名

ドイツ ビュルツブルグ大学 Friedrich Th. Reinert 教授 他 14 機関 16 名

スウェーデン リンシェーピン大学 William R. Salaneck 教授 他 4 機関 5 名

USA プリンストン大学 Antoine Kahn 教授 他 7 機関 10 名

- 近年進展の著しい有機エレクトロニクスの基礎研究、特に有機薄膜・界面の電子構造や電子過程の研究に関わる日本、アメリカ、ドイツ、スウェーデンの研究者が、共同研究、研究集会、研究者交流などを通じて強力な国際ネットワークを形成し、これを通じて優れた研究成果を挙げることをめざしている。また、実験・理論にわたる共同研究や相互訪問、若手スクールを含むセミナーの開催などを通じ、若手研究者からシニア研究者にわたる広い人的交流を行って、次世代を担う若手を育成し、また研究情報の円滑な発信と流通も促進して、分野の将来発展を推進している。本計画は基礎学術研究として重要なだけでなく、次世代の科学技術として期待される有機エレクトロニクスの基盤を固めるものとして社会に貢献することもめざしている。

30. 「非線形分光法を用いた有機機能性物質の表面・界面構造に関する研究」

共同研究

理学研究科物質理学専攻 大内幸雄

西江大学物理学科 Doseok Kim

- 赤外-可視和周波発生振動分光法を用いたソフトマターの表面構造に関する研究を行っている。とくに最近進展著しいイオン液体に注目し、イオン液体

／水 混合系の表面構造について表面張力との相関関係を明らかにした。

31. 「非線形分光を用いたイオン液体／電極界面の研究」

共同研究

理学研究科物質理学専攻 大内幸雄

ヒューストン大学 Steven Baldelli

- 赤外－可視和周波発生振動分光を用いたイオン液体／電極界面のナノ構造に関する共同研究を行っている。特に電極上に有機機能性物質を蒸着した場合のナノ構造生成について広範な見当を加えている。

32. 「立体特異性リビングラジカル重合による立体規則性ブラシポリマーの合成とそのステレオコンプレックス形成に関する研究」

共同研究

工学研究科 化学・生物工学専攻 応用化学分野 上垣外正己、佐藤浩太郎、石竹賢次

豪州・メルボルン大学 化学生物工学科 Greg G. Qiao

- 立体特異性リビングラジカル重合によりシンジオタクチックポリメタクリル酸メチルを合成し、これをノルボルネン型のマクロモノマーとし、開環メタセシス重合をすることでブラシポリマーとし、直鎖状のイソタクチックポリメタクリル酸メチルとのステレオコンプレックス形成を検討した。

33. 「立体特異性リビングラジカル重合による立体規則性環状ポリマーの合成とそのステレオコンプレックス形成に関する研究」

共同研究

工学研究科 化学・生物工学専攻 応用化学分野 上垣外正己、佐藤浩太郎

豪州・メルボルン大学 化学生物工学科 Greg G. Qiao, Jing Ming Ren

- 立体特異性リビングラジカル重合と後反応により、末端にアルキンとアジドを有するシンジオタクチックポリメタクリル酸メチルを合成し、クリック反応により環状ポリマーとし、直鎖状のイソタクチックポリメタクリル酸メチルとのステレオコンプレックス形成を検討した。

34. 「逐次・連鎖同時ラジカル重合による自己分解性抗菌ポリマーの合成と性質」

共同研究

工学研究科 化学・生物工学専攻 応用化学分野 上垣外正己、佐藤浩太郎、水谷将人

米国・ミシガン大学 歯学部 Kenichi Kuroda

- 遷移金属触媒による逐次・連鎖同時ラジカル重合により、主鎖にエステル結合と側鎖にアミノ基を有するポリマーを合成し、その自己分解挙動と抗菌活性を明らかとした。

35. 「立体規則性ポリ(N-イソプロピルメタクリルアミド)の動的水和物阻害剤としての研究」

共同研究

工学研究科 化学・生物工学専攻 応用化学分野 上垣外正己、佐藤浩太郎、石竹賢次

名古屋大学特別招へい教授 岡本佳男

ノルウェー・スタバングル大学 理工学部 Malcolm A. Kelland, Pei Cheng Chua

- 立体特異性ラジカル重合により立体規則性の異なるポリ (N-イソプロピルメタクリルアミド) を合成し、立体規則性が天然ガスに対する動的水和物阻害能に与える影響を明らかとした。

### 36. 「シンクロトロン放射光を用いた好圧生物由来酵素蛋白質の耐圧機構の研究」

共同研究

工学研究科 化学生物工学専攻 渡邊 信久

(独) 海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域 加藤千秋

- 深海に棲息している好圧生物の酵素はその現場の高圧力に適応していることが知られている。細菌の棲息深度とその細菌由来の酵素蛋白質の耐圧性には相関がある。例えば常圧菌 *S. oneidensis* MR-1由来IPMDHの活性は、100 MPa下では常圧下の活性の70%程度まで失われるが、一方マリアナ海溝水深10,898 mで採取された絶対好圧菌 *S. benthica* DB21MT-2由来IPMDHの活性は95%程度に保持される。我々は深海の好圧生物由来酵素の耐圧機構を明らかにすることを目的とし、常圧菌と好圧菌由来酵素の高圧下結晶構造解析を進めている。

### 37. バナジウム酸化物の金属絶縁体転移と軌道状態

共同研究

理学研究科物質理学専攻(物理系) 伊藤正行

東京大学物性研究所 上田寛

- 強相関電子系の物理では、軌道自由度を持った金属絶縁体転移とその近傍の電子状態が注目されている。共同研究では、 $V_2O_3$ 、 $VO_2$ 、 $V_5O_9$ 、 $V_6O_{13}$ などの2元バナジウム酸化物の軌道状態についてNMRを用いて調べ、金属絶縁体転移における軌道状態の役割について研究した。特に、複数個のバナジウムサイトを持つ混合原子価バナジウム酸化物では、軌道状態が原因で各バナジウムサイトの金属絶縁体転移への寄与が異なることを示した。

### 38. 新規クロム酸化物の磁気抵抗の起源

共同研究

理学研究科物質理学専攻(物理系) 伊藤正行

物質・材料研究機構 桜井裕也

- 強相関電子系遷移金属酸化物では、強磁性マンガン酸化物で大きな磁気抵抗



を示すことが知られている。最近、発見されたクロム酸化物  $\text{NaCr}_2\text{O}_4$  は、反強磁性体であるにもかかわらず、大きな磁気抵抗効果を示し、その起源が注目されている。NMR を用いて、磁気抵抗効果と密接に関係すると考えられるスピン構造の研究を進め、基本的なスピン構造に関する情報を得た。

#### 39. 鉄系超伝導体の物性

共同研究

理学研究科物質理学専攻(物理系) 伊藤正行

総合科学研究機構 佐藤正俊

- 鉄系超伝導体の物性に関する共同研究を進めた。名古屋大学は、物質合成、電気抵抗・帯磁率・比熱などの巨視的物理量の測定および NMR 測定を担当し、総合科学研究機構では、中性子回折と  $\mu\text{SR}$  実験による研究を分担した。Ca-Fe-Pt-As 系超伝導体の基本構造の決定や磁気励起スペクトルの測定を行い、また、超伝導と反強磁性のミクロな共存の可能性が指摘されていた  $\text{Rb}_x\text{Fe}_{2-y}\text{Se}_2$  では、両者の相分離が起きることなどを明らかにした。

#### 40. プロトン伝導性高分子の主鎖配向膜の作製と配向構造評価

共同研究

名古屋大学 VBL 永野修作

北陸先端科学技術大学院大学 長尾 祐樹

- プロトン伝導性高分子材料の主鎖配向手法の研究およびその構造評価を行っている。Langmuir-Blodgett 法や界面配向手法によって配向膜を作製し、伝導度の異方性を評価している。

#### 41. 導電性高分子の主鎖配向膜の作製と配向構造評価

共同研究

名古屋大学 VBL 永野修作

大阪大学大学院 赤井 恵

- 導電性高分子材料の主鎖配向手法の研究およびその構造評価を行っている。名古屋大学の研究グループで開発された疎水性高分子に適用可能な液晶混合展開法を用いた Langmuir-Blodgett 法を用いて、HT-ポリ (3-ヘキシルチオフェン) の配向膜を作製し、ナノギャップ電極を用いた導電異方性を評価している。

#### 42. 導電性高分子の主鎖配向膜の作製と配向構造評価

共同研究

名古屋大学 VBL 永野修作

大阪大学大学院 赤井 恵

- 導電性高分子材料の主鎖配向手法の研究およびその構造評価を行っている。  
名古屋大学の研究グループで開発された疎水性高分子に適用可能な液晶混合展開法を用いた Langmuir-Blodgett 法を用いて、*HT*-ポリ(3-ヘキシルチオフェン)の配向膜を作製し、ナノギャップ電極を用いた導電異方性を評価している。

8. 発表論文リスト  
(List of Published Papers)

## 8.1 原著論文

1. H. Yamamoto, K. Takeda, K. Ishikawa, M. Ito, M. Sekine, M. Hori, T. Kaminatsui, H. Hayashi, I. Sakai, T. Ohiwa, "H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> plasma damage on porous dielectric SiOCH film evaluated by in situ film characterization and plasma diagnostics", *J. Appl. Phys.*, **109**, 084112-1:8 (2011).
2. M. Hori, H. Kondo, M. Hiramatsu, "Radical-controlled plasma processing for nanofabrication", *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **44**, 174027-1:15(2011).
3. K. Mase, H. Kondo, S. Kondo, M. Hori, M. Hiramatsu, H. Kano, "Formation and mechanism of ultrahigh density platinum nanoparticles on vertically grown graphene sheets by metal-organic chemical supercritical fluid deposition", *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 193108-1:3 (2011).
4. K. Ishikawa, N. Sumi, A. Kono, H. Horibe, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Synergistic Formation of Radicals by Irradiation with Both Vacuum Ultraviolet and Atomic Hydrogen: A Real-time In Situ Electron Spin Resonance Study", *J. Phys. Chem. Lett.*, **2**, 1278-1281 (2011).
5. T. Yamaguchi, T. Kimura, C. Koshimizu, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Spatial Distributions of Electron, CF, and CF<sub>2</sub> Radical Densities and Gas Temperature in DC-Superposed Dual-Frequency Capacitively Coupled Plasma Etch Reactor Employing Cyclic-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>/N<sub>2</sub>/Ar Gas", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **50**, 056101-1:6 (2011).
6. 岩田義幸, 坂本一, 乾裕俊, 堀勝, "O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> ガスを用いた 60Hz 非平衡大気圧プラズマによるソルダーレジストとドライフィルムの表面改質", *表面技術*, **62**, 311-316 (2011).
7. M. Minami, S. Tomiya, K. Ishikawa, R. Matsumoto, S. Chen, M. Fukasawa, F. Uesawa, M. Sekine, M. Hori, T. Tatsumi, "Analysis of GaN Damage Induced by Cl<sub>2</sub>/SiCl<sub>4</sub>/Ar Plasma", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **50**, 08JE03-1:4 (2011).
8. K. Hattori, M. Osato, T. Maeda, K. Okumura, M. Sekine, M. Hori, "High-Performance Decomposition and Fixation of Dry Etching Exhaust Perfluoro-Compound Gases and Study of Their Mechanism", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **50**, 117301-1:8 (2011).
9. S. Kondo, H. Kondo, Y. Miyawaki, H. Sasaki, H. Kano, M. Hiramatsu, M. Hori, "Reactive Ion Etching of Carbon Nanowalls", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **50**, 075101-1:8 (2011).
10. H. Kondo, W. Takeuchi, M. Hori, S. Kimura, Y. Kato, T. Muro, T. Kinoshita, O. Sakata, H. Tajiri, M. Hiramatsu, "Synchrotron x-ray analyses of crystalline and electronic structures of carbon nanowalls", *Appl. Phys. Lett.*, **99**, 213110-1:3 (2011).
11. T. Takeuchi, S. Amasaki, H. Kondo, K. Ishikawa, H. Toyoda, M. Sekine, S-Y. Kang, I. Sawada, M. Hori, "Impacts of CF<sup>+</sup>, CF<sub>2</sub><sup>+</sup>, CF<sub>3</sub><sup>+</sup>, and Ar Ion Beam Bombardment with Energies of 100 and 400 eV on Surface Modification of Photoresist", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **50**, 08JE05-1:5 (2011).
12. T. Hayashi, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, A. Kono, K. Suu, "Quantum Chemical

- Investigation for Chemical Dry Etching of SiO<sub>2</sub> by Flowing NF<sub>3</sub> into H<sub>2</sub> Downflow Plasma”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 016201-1:5 (2012).
13. H. Yamamoto, H. Kuroda, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Feature Profiles on Plasma Etch of Organic Films by a Temporal Control of Radical Densities and Real-Time Monitoring of Substrate Temperature”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 016202-1:6 (2012).
  14. T. Yamaguchi, T. Komuro, C. Koshimizu, S. Takashima, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, “Direct current superposed dual-frequency capacitively coupled plasmas in selective etching of SiOCH over SiC”, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **45**, 025203-1:7 (2012).
  15. H. Watanabe, H. Kondo, M. Sekine, M. Hiramatsu, M. Hori, “Control of Super Hydrophobic and Super Hydrophilic Surfaces of Carbon Nanowalls Using Atmospheric Pressure Plasma Treatments”, *J. Appl. Phys.*, **51**, 01AJ07-1:4 (2012).
  16. S. Kozawa, K. Seki, Alexander, Y. Yamamoto, T. Ujihara Y. Takeda, “Defect evaluation of SiC crystal grown by solution method: the study by synchrotron X-ray topography and etching method”, *Materials Science Forum*, 679-680, 28-31, (2011).
  17. Alexander, K. Seki, S. Kozawa, Y. Yamamoto, T. Ujihara Y. Takeda, “Polytype stability of 4H-SiC seed crystal on solution growth”, *Materials Science Forum*, 679-680, 24-27, (2011).
  18. M. Kuwahara, Y. Takeda, K. Saitoh, T. Ujihara, H. Asano, T. Nakanishi N Tanaka, “Development of spin-polarized transmission electron microscope”, *J. Phys.:Conf. Ser.*, **298**, 012016 (2011).
  19. N. Yamamoto, X.G.Jin, A. Mano, T. Ujihara, Y. Takeda, S. Okumi, T. Nakanishi, T. Yasue, T. Koshikawa, T.Oshima, T. Saka H. Horinaka, “Status of the high brightness polarized electron source using transmission photocathode”, *J. Phys.:Conf. Ser.*, 298, 012017 (2011).
  20. R. Tero, G. Sazaki, T. Ujihara, T. Urisu, “Anomalous Diffusion in Supported Lipid Bilayers Induced by Oxide Surface Nanostructures”, *Langmuir*, **27**, 9662–9665 (2011).
  21. T. Kawaguchi, H. Uemura, T. Ohno, M. Tabuchi, T. Ujihara, Y. Takeda H. Ikuta, “Molecular Beam Epitaxy Growth of Superconducting NdFeAs(O,F) Thin Films Using a F-Getter and a Novel F-Doping Method”, *Appl. Phys. Express*, **4**, 083102 (2011).
  22. K. Seki, Alexander, S. Kozawa, T. Ujihara, P. Chaudouët, D. Chaussende, Y. Takeda, “Formation process of 3C-SiC on 6H-SiC (0001) by low-temperature solution growth in Si–Sc–C system”, *Journal of Crystal Growth*, **335**, 94-99 (2011).
  23. T. Kawaguchi , H. Uemura , T. Ohno , M. Tabuchi , T. Ujihara , K. Takenaka , Y. Takeda , H. Ikuta , “Epitaxial growth of LaFeAs(O,F) thin films by molecular beam epitaxy”, *Physica C: Superconductivity*, **471**, 1174-1176 (2011).
  24. A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, M. Mori, K. Maezawa, E. Miyazaki T. Mizutani, “Characterization of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/InSb/Si MOS diodes having various InSb thicknesses

- grown on Si(1 1 1) substrates”, *Semicond. Sci. Technol.*, **27**, 045007-1-6 (2012).
25. H. Imaeda, S. Ishii, S. Kishimoto, Y. Ohno, T. Mizutani, “Observation of N-Type Conduction in Carbon Nanotube Field-Effect Transistors with Au Contacts in Vacuum”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 02BN06-1-4 (2012).
  26. Y. Okigawa, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, “Estimation of Height of Barrier Formed in Metallic Carbon Nanotube”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 02BN01-1-4 (2012).
  27. M. Y. Timmermans, D. Estrada, A. G. Nasibulin, J. D. Wood, A. Behnam, D.-M. Sun, Y. Ohno, J. W. Lyding, A. Hassanien, E. Pop, E. I. Kauppinen, “Effect of Carbon Nanotube Network Morphology on Thin Film Transistor Performance”, *Nano Res.*, **5**, (2012).
  28. S. Ishii, S. Kishimoto, Y. Ohno, T. Mizutani, “Air-Free Fabrication and Investigation of Effect of Air Exposure on Carbon Nanotube Field-Effect Transistors”, *Materials Express*, **1**, 285-290 (2011).
  29. Y. Miyata, K. Shiozawa, Y. Asada, Y. Ohno, R. Kitaura, T. Mizutani, H. Shinohara, “Length-Sorted Semiconducting Carbon Nanotubes for High-Mobility Thin Film Transistors”, *Nano Research*, **4**, 963-970 (2011).
  30. E. Miyazaki, Y. Goda, S. Kishimoto, T. Mizutani, “Comparative study of AlGaIn/GaN metal–oxide–semiconductor heterostructure field-effect transistors with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and HfO<sub>2</sub> gate oxide”, *Solid State Electron.*, **62**, 152-155 (2011).
  31. Z. H. Wu, Y. Kawai, Y.-Y. Fang, C.Q. Chen, H. Kondo, M. Hori, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, “Spontaneous formation of highly regular superlattice structure in InGaIn epilayers grown by molecular beam epitaxy”, *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 141905 (2011).
  32. J. H. Paek, M. Yamaguchi, H. Amano, “MBE-VLS growth of catalyst-free III-V axial heterostructure nanowires on (111)Si substrates,” *J. Cryst. Growth*, **323**, 315-318 (2011).
  33. T. Tanikawa, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, “Effect of lateral vapor-phase diffusion during the selective growth of InGaIn/GaN MQW on semi-polar and non-polar GaN stripes”, *phys. stat. sol. (a)*, **208**, 1175-1178 (2011).
  34. T. Taniyama, E. Wada, M. Itoh M. Yamaguchi, “Electrical and optical spin injection in ferromagnet/semiconductor heterostructures”, *NPG Asia Mater.*, **3**, 65-73 (2011).
  35. M. H. Kim, T. Fujita, S. Fukahori, T. Inazu, C. Pernot, Y. Nagasawa, A. Hirano, M. Ippommatsu, M. Iwaya, T. Takeuchi, S. Kamiyama, M. Yamaguchi, Y. Honda, H. Amano, I. Akasaki, “AlGaIn-Based Deep Ultraviolet Light-Emitting Diodes Fabricated on Patterned Sapphire Substrates”, *Appl. Phys. Express*, **4**, 092102 (2011).
  36. T. Taniyama, I. Suzuki, E. Wada, Y. Shirahata, T. Naito, M. Itoh, M. Yamaguchi, “Optically oriented electron spin transmission across ferromagnet/semiconductor interfaces”, *SPIE*, **8100**, 81000A (2011).
  37. M. Yamaguchi, I. Horiuchi, J. H. Paek, N. Sawaki, “In-assisted Catalyst-free MBE-VLS

- Growth of InAs Nanowires on Si Substrate”, *AIP Conf. Proc.*, **1399**, 229-230 (2011).
38. T. Sugiura, E.-H. Kim, Y. Honda, H. Takagi, T. Tsukamoto, H. Andoh, M. Yamaguchi, N. Sawaki, “Raman Spectroscopic Study Of Residual Strain In (1-101) GaN And (0001) GaN Layers Grown On Si Substrate”, *AIP Conf. Proc.*, **1399**, 503-504 (2011).
  39. K. Ninoi, G. Ju, H. Kamiya, S. Fuchi, M. Tabuchi, Y. Takeda, “Novel system for X-ray CTR scattering measurement on in-situobservation of OMVPE growth of nitride semiconductor heterostructures”, *Journal of Crystal Growth*, **318**, 1139-1142 (2011)
  40. G. Ju, K. Ninoi, H. Kamiya, S. Fuchi, M. Tabuchi, Y. Takeda, “X-ray characterization at growth temperatures of  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  growth by MOVPE”, *Journal of Crystal Growth*, **318**, 1143-1146 (2011)
  41. A. Era, M. Tabuchi, T. Nishitani, Y. Takeda, “A study on EXAFS analysis of Cs/GaAs NEA surface”, *Journal of Physics : Conference Series*, **298**, 012012 (2011).
  42. T. Nishitani, M. Tabuchi, K. Motoki, T. Takashima, A. Era, Y. Takeda, “Superlattice Photocathode for High Brightness and Long NEA-surface lifetime”, *Journal of Physics : Conference Series*, **298**, 012010 (2011).
  43. H. Sugiyama, K. Ogawa, J. Azuma, K. Takahashi, M. Kamada, T. Nishitani, M. Tabuchi, T. Motoki, K. Takashima, A. Era, Y. Takeda, “A study of an electron affinity of cesium telluride thin film”, *Journal of Physics : Conference Series*, **298**, 012014 (2011).
  44. T. Kawaguchi, H. Uemura, T. Ohno, M. Tabuchi, T. Ujihara, Y. Takeda, H. Ikuta, “Molecular Beam Epitaxy Growth of Superconducting  $\text{NdFeAs}(\text{O},\text{F})$  Thin Films Using a F-Getter and a Novel F-Doping Method”, *Appl. Phys. Express*, **4**, 083102 (2011).
  45. S. Sutin, N. Sokolov, A. Banskikh, R. Kyutt, O. Sakata, T. Shimura, J. Harada, M. Tabuchi, Y. Takeda, “Initial Stages of High-Temperature  $\text{CaF}_2/\text{Si}(001)$  Epitaxial Growth Studied by Surface X-Ray Diffraction”, *J. Nanoscience and Nanotechnology*, **11**, 2990-2996 (2011).
  46. T. Kawaguchi, H. Uemura, T. Ohno, M. Tabuchi, T. Ujihara, K. Takenaka, Y. Takeda, H. Ikuta, “Epitaxial growth of  $\text{LaFeAs}(\text{O},\text{F})$  thin films by molecular beam epitaxy”, *Physica C*, in press.
  47. M. Tabuchi, H. Tameoka, T. Kawase, Y. Takeda, “Evaluation of newly developed X-ray diffractometer equipped with Johansson monochromator”, *IOP Conf. Ser.*, **24**, 012007 (2011).
  48. Y. Takeda, K. Ninoi, G. Ju, H. Kamiya, T. Mizuno, S. Fuchi, M. Tabuchi, “X-ray characterization of GaN and related materials at growth temperatures -- system design and measurements”, *IOP Conf. Ser.*, **24**, 012003 (2011).
  49. Y. Takeda, M. Masuda, M. Tabuchi, A. Nakamura, “Composition fluctuations in  $\text{InP}/\text{GaInAs}/\text{InP}$  heterostructures -- X-ray CTR scattering and cross-sectional STM measurement”, *IOP Conf. Ser.*, **24**, 012004 (2011).

50. H. Uemura, T. Kawaguchi, T. Ohno, M. Tabuchi, T. Ujihara, Y. Takeda, H. Ikuta, "Substrate dependence of the superconducting properties of NdFeAs(O,F) thin films", *Solid State Communications*, **152**, 735-739 (2012).
51. D. Hosooka, T. Koyama, H. Kishida, K. Asaka, Y. Saito, T. Saito, A. Nakamura, "Enhancement of third-order optical nonlinearities in carbon nanotubes by encapsulated fullerenes", *AIP Conf. Proc.*, **1399**, 831-832 (2011).
52. T. Koyama, K. Asaka, N. Hikosaka, H. Kishida, Y. Saito, A. Nakamura, "Exciton energy transfer between single-walled carbon nanotubes in femtosecond regime", *AIP Conf. Proc.*, **1399**, 759-760, (2011).
53. T. Koyama, Y. Asada, N. Hikosaka, Y. Miyata, H. Shinohara, A. Nakamura, "Ultrafast exciton energy transfer between nanoscale coaxial cylinders: Intertube transfer and luminescence quenching in double-walled carbon nanotubes", *ACS Nano*, **5(7)**, 5881-5887, (2011).
54. H. Kishida, T. Ito, A. Ito, A. Nakamura, "Room-temperature current oscillation based on negative differential resistance in a one-dimensional organic charge-transfer complex", *Applied Physics Express*, **4**, 031601, (2011).
55. T. Koyama, S. Shimizu, T. Saito, Y. Miyata, H. Shinohara, A. Nakamura, "Ultrafast luminescence kinetics of metallic single-walled carbon nanotubes: Possible evidence for excitonic luminescence", *Physical Review B* **85**, 045428-1 - 045428-7, 2012 (*Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology*, **25**, Issue 6, February 6, 2012)
56. T. Koyama, Y. Miyata, K. Asaka, H. Shinohara, Y. Saito, A. Nakamura, "Ultrafast energy transfer of one-dimensional excitons between carbon nanotubes: a femtosecond time-resolved luminescence study", *Physical Chemistry Chemical Physics*, **14**, 1070-1084, (2012). (*Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology*, **25**, Issue 2, January 9, 2012, *Virtual Journal of Ultrafast Science*, **11**, Issue 1, January 2012)
57. Y. Wang, Y. Yang, X. Zhang, X. Liu, A. Nakamura, "Optical investigation on cadmium-doped zinc oxide nanoparticles synthesized by using a sonochemical method", *CrystEngComm.*, **14**, 240-245, (2012).
58. J. Hasegawa, S. Uno, .K. Nakazato, "Amperometric Electrochemical Sensor Array for On-Chip Simultaneous Imaging: Circuit and Microelectrode Design Considerations", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **50**, 04DL03 (2011). DOI:10.1143/JJAP.50.04DL03
59. B. Kim, S. Uno, K. Nakazato, "Wireless Charge Based Capacitance Measurement Circuits with On-Chip Spiral Inductor", *Jpn. J. Appl. Phys.*, **51**, 04DE08 (2012). DOI:10.1143/JJAP.51.04DE08
60. S. Uno, J. Hattori, K. Nakazato, N. Mori, "Acoustic Phonon Modulation and Electron-Phonon Interaction in Semiconductor Slabs and Nanowires", *J. Comput. Electron.*, **10**, 104-120 (2010). DOI:10.1007/s10825-010-0343-6



61. K. Asaka, M. Karita Y. Saito, "Joining of multiwall carbon nanotubes for the end-contact configuration by applying electric current", *Materials Lett.*, **65**, 1832–1834 (2011).
62. K. Asaka, M. Karita, Y. Saito, "Graphitization of amorphous carbon on a multiwall carbon nanotube surface by catalyst-free heating", *App. Phys. Lett.*, **99**, 091907 (2011).
63. Y. Sugiura, H. Liu, T. Iwata, S. Nagai, K. Kajiwara, K. Asaka, Y. Saito K. Hata, "Fabrication of gas field ion emitter by field induced oxygen etching method", *e-J. Surf. Sci. Nanotech.*, **9**, 344-347 (2011).
64. H. Nakahara, S. Ichikawa, T. Ochiai, Y. Kusano Y. Saito, "Carbon Nanotube Electron Source for Field Emission Scanning Electron Microscopy", *e-J. Surf. Sci. Nanotech.*, **9**, 400-403 (2011).
65. T. Koyama, Y. Miyata, K. Asaka, H. Shinohara, Y. Saito A. Nakamura, "Ultrafast energy transfer of one-dimensional excitons between carbon nanotubes: a femtosecond time-resolved luminescence study", *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **14**, 1070–1084 (2012).
66. K. Asaka, T. Nakayama, K. Miyazawa Y. Saito, "Structures and field emission properties of heat-treated C60 fullerene nanowhiskers", *Carbon*, **50**, 1209–1215 (2012).
67. H. Hu, A. Ruammitree, H. Nakahara, K. Asaka Y. Saito, "Few-layer epitaxial graphene with large domains on C-terminated 6H-SiC", *Surface and Interface Analysis*, (2011), DOI 10.1002/sia.4814
68. M. Karita, K. Asaka, H. Nakahara Y. Saito, "In-situ TEM study on the improvement of contact resistance between a carbon nanotube and metal electrodes by local melting", *Surface and Interface Analysis*, (2012), in press
69. K. Asaka, T. Nakayama, K. Miyazawa Y. Saito, "Study on structure of heat-treated fullerene nanowhiskers and their field electron emission characteristics", *Surface and Interface Analysis*, (2012), in press
70. M. F. Serag, N. Kaji, C. Gaillard, Y. Okamoto, K. Terasaka, M. Jabasini, M. Tokeshi, H. Mizukami, A. Bianco Y. Baba, "Trafficking and sub-cellular localization of multi-walled carbon nanotubes in plant cells", *ACS Nano*, **5**, 493-499 (2011).
71. S. Yatsushiro, Y. Yamaguchi, S. Yamamura, Y. Shinohara, Y. Baba, M. Kataoka, "Highly sensitive DNA detection with a combination of two intercalating dyes for microchip electrophoresis", *J. Pharm. Biomed. Anal.*, **55**, 202-205 (2011).
72. J. Wang, Y. Zhang, Y. Okamoto, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, "Online transient isotachopheresis concentration by the pseudo-terminating electrolyte for the separation of DNA-aptamer and its thrombin complex in poly(methyl methacrylate) microchip electrophoresis", *Analyst*, **136** (6), 1142 – 1147 (2011).
73. Y.-S. Park, Y. Okamoto, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, "Aqueous Phase Synthesized CdSe Magic-Sized Clusters: Solution Composition Dependence of Adsorption Layer Structure", *J.*

*Nanosci. Nanotech.*, 2011, in press.

74. Y.-S. Park, Y. Okamoto, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, "Aqueous Phase-Synthesized Small CdSe Quantum Dots: Adsorption Layer Structure and Strong Band-Edge and Surface Trap Emission", *J. Nanoparticle Res.*, **13**, 5781-5798 (2011).
75. H. Hatakeyama, E. Ito, M. Yamamoto, H. Akita, Y. Hayashi, K. Kajimoto, N. Kaji, Y. Baba, H. Harashima, "A DNA Microarray-based Analysis of the Host Response to a Nonviral Gene Carrier: A Strategy for Improving the Immune Response", *Mol. Therapy*, **19**, 1487-1498 (2011).
76. S. Yatsushiro, R. Akamine, S. Yamamura, M. Hino, K. Kajimoto, K. Abe, H. Abe, J. Kido, M. Tanaka, Y. Shinohara, Y. Baba, T. Ooie, M. Kataoka, "Quantitative analysis of serum procollagen type I C-terminal propeptide by immunoassay in microchannel", *PLOS One*, **6(4)**: e18807 (2011).
77. Y. Yamaguchi, S. Yatsushiro, S. Yamamura, H. Abe, K. Abe, M. Watanabe, K. Kajimoto, Y. Shinohara, Y. Baba, M. Kataoka, "Ribonuclease protection assay on microchip electrophoresis", *Analyst*, **136**, 1142-1147 (2011).
78. H. Hatakeyama, H. Akita, E. Ito, Y. Hayashi, M. Oishi, Y. Nagasaki, R. Danev, K. Nagayama, N. Kaji, H. Kikuchi, Y. Baba, H. Harashima, "Systemic delivery of siRNA to tumors using a lipid nanoparticle containing a tumor-specific cleavable PEG-lipid", *Biomaterials*, **32**, 4306-4316 (2011).
79. J. Wang, Y. Okamoto, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, "Label-free detection of DNA binding proteins based on microfluidic solid state molecular beacon sensor", *Anal. Chem.*, **83**, 3528-3532 (2011).
80. S. Inoue, N. Kaji, M. Kataoka, Y. Shinohara, Y. Okamoto, M. Tokeshi, Y. Baba, "Rapid Qualitative Evaluation of DNA Transcription Factor Nf-kb By Microchip Electrophoretic Mobility Shift Assay In Mammalian Cells", *Electrophoresis*, **32**, 3241-3247 (2011).
81. K. Kitazoe, J. Wang, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi, K. Kogure, H. Harashima, Y. Baba, "Touch-and-Go Lipids Wrapping Technique in Microfluidic Channel for Preparation of Multifunctional Envelope-Type Nanodevice", *Lab on a Chip*, **11**, 3256-3262 (2011).
82. T. Yasui, Y. Omoto, K. Osato, N. Kaji, N. Suzuki, T. Naito, M. Watanabe, Y. Okamoto, M. Tokeshi, E. Shamoto Y. Baba, "Microfluidic baker's transformation device for three-dimensional rapid mixing", *Lab on a Chip*, **11**, 3356-3360 (2011).
83. T. Yasui, N. Kaji, R. Ogawa, S. Hashioka, M. Tokeshia, Y. Horiike Y. Baba, "DNA Separation in Nanowall Array Chips", *Anal. Chem.*, **83**, 6635-6640 (2011).
84. T. Tachi, T. Hase, Y. Okamoto, N. Kaji, T. Arima, H. Matsumoto, M. Kondo, M. Tokeshi, Y. Hasegawa, Y. Baba, "A clinical trial for therapeutic drug monitoring using microchip-based Fluorescence Polarization Immunoassay", *Bioanal. Chem.*, **401**, 2301-2305 (2011).
85. T. Yasui, Noritada Kaji, M. Reza Mohamadi, Y. Okamoto, M. Tokeshia, Y. Horiike Y. Baba,

- “Electroosmotic Flow in Nanopillar Chips”, *ACS Nano.*, **5**, 7775-7780 (2011).
86. Y. Takasaki, M. Watanabe, H. Yukawa, A. Sabarudin, K. Inagaki, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Okamoto, Y. Miyamoto, H. Noguchi, T. Umemura, S. Hayashi, Y. Baba, H. Haraguchi, “Estimation of the Distribution of Intravenously Injected Adipose Tissue-Derived Stem Cells Labeled with Quantum Dots in Mice Organs through the Determination of their Metallic Components by ICP-MS”, *Anal. Chem.*, **83**, 8252-8258 (2011).
  87. M. F. Serag, N. Kaji, E. Venturelli, Y. Okamoto, K. Terasaka, M. Jabasini, M. Tokeshi, H. Mizukami, A. Bianco, Y. Baba, “A Cellular Address Tag for Controlled Subcellular Distribution of Single Walled Carbon Nanotubes in the Plant Cell”, *ACS Nano.*, **5**, 9264-9270 (2011).
  88. D. Shrabanti, H. Mizuguchi, D. A. Kumar, Y. Baba, H. Fukui, “Transcriptional microarray analysis reveals suppression of histamine signaling by Kujin alleviates allergic symptoms through down-regulation of FAT10 expression”, *Int. Immuno.*, **11**, 1504-1509 (2011).
  89. T. Yasui, M. R. Mohamadi, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi, Y. Baba, “Characterization of Low Viscosity Polymer Solutions for Microchip Electrophoresis of Non-Denatured Proteins on Plastic Chips”, *Biomicrofluidics.*, **5**, 044114-044119.
  90. M. F. Serag, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, “Introducing Carbon Nanotubes into Living Walled Plant Cells through Cellulase-Induced Nanoholes”, *RSC Advances.*, **2**, 398-400 (2012).
  91. K. Hirano, M. Ichikawa, T. Ishido, M. Ishikawa, Y. Baba, K. Yoshikawa, “How environmental solution condition decide the compaction velocity of single DNA molecules” *Nucleic Acids Res.*, **40(1)**, 284-289 (2012).
  92. T. Yasui, Y. Omoto, K. Osato, N. Kaji, N. Suzuki, T. Naito, Y. Okamoto, M. Tokeshi, E. Shamoto, Y. Baba, “Confocal Microscopic Evaluation of Mixing Performance for Three-Dimensional Microfluidic Mixer”, *Anal. Sci.*, **28**, 57-59 (2012).
  93. H. Yukawa, M. Watanabe, Y. Okamoto, M. Tokeshi, N. Kaji, Y. Miyamoto, H. Noguchi, Y. Baba, S. Hayashi, “Fluorescence imaging using quantum dots reveals increased accumulation of transplanted adipose tissue-derived stem cells in the liver when combined with heparin”, *Biomaterials.*, in press (2012).
  94. M. Fouad, N. Kaji, M. Tokeshi, A. Bianco Y. Baba, “The plant cell uses carbon nanotubes to build tracheary elements”, *Integrative Biology.*, **4**, 127-131 (2012).
  95. S. Yamamura, S. Yatsushiro, Y. Yamaguchi, Y. Shinohara, E. Tamiya, T. Horii, Y. Baba, M. Kataoka, “Accurate detection of carcinoma cells by use of a cell microarray chip”, *PLoS One.*, in press (2012).
  96. D. Onoshima<sup>1</sup>, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, “Microfluidic visualization of encounter complex in enzymatic digestion of single dna molecule by dual molecular tagging”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 2061-2063 (2011).
  97. T. Yasui, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi, Y. Horiike Y. Baba, “label-free detection of dna

- using Diffracted laser in nanowall array structures”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 54-56 (2011).
98. M. F. Serag, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi Y. Baba, “A dna size probe based on energy migration in cross-linked chromatin”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 58-60 (2011).
  99. T. Yasui, N. Kaji, R. Ogawa, S. Hashioka, M. Tokeshi, Y. Horiike Y. Baba, “Nanowall array chips for dna separation”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 638-640 (2011).
  100. T. Naito, R. Arayanarakool, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi, S. L. Gac, A. v. d. Berg Y. Baba, “Temperature-driven self-actuated microvalve for pcr”, *Micro Total Analysis Systems.*, 248-250 (2011).
  101. K. Iijima, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi, Y. Baba, “Single molecule enzymatic kinetics in subcellular-sized nanospaces using pneumatic valve-assisted atto-liter chamber array devices”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 1092-1094 (2011).
  102. T. Naito, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi, Y. Baba, “Long-term stressless cell culture chips for non-adhesive cells”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 816-818 (2011).
  103. Y. Okamoto, Y. Nakakita, T. Sano, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, “Microfluidic cell separation with antibody modified euglena by using phototaxis mediated migration”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 1909-1911 (2011).
  104. T. Sano, Y. Okamoto, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, “Epigenetic analysis of a single dna molecule by microfluidic device with quantum dot”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 299-301 (2011).
  105. K. Motoyama, T. Yasui, N. Kaji, Y. Okamoto, M. Tokeshi Y. Baba, “DNa trapping at the interface of nanopillar and nanopillar-free regions for long dna separation”, *Micro Total Analysis Systems 2011.*, 647-649 (2011).
  106. 安井、加地、岡本、渡慶次、堀池、馬場, “ナノ構造体を用いた無標識検出”, The papers of Technical Meeting on Bio Micro Systems, IEE Japan 2011(8), 43-45 (2011).
  107. D. Onoshima, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, “Tracking Degradations of Single DNA and Protein Molecules in Fluid”, *Biophysical Journal.*, **100**, 151a-152a
  108. T. Iwahashi, Y. Sakai, D. Kim, T. Ishiyama, A. Morita Y. Ouchi, “Nonlinear Vibrational Spectroscopic Studies on Water/Ionic Liquid([C<sub>n</sub>mim]TFSA: *n* = 4, 8) Interfaces”, *Faraday Discuss.* **154**, 289-301 (2011).
  109. Y. Jeon, D. Vaknin, W. Bu, J. Sung, Y. Ouchi, W. Sung D. Kim, “Surface Nano-crystallization of an Ionic Liquid”, *Phys. Rev. Lett.*, **108**, 055502 (2012).
  110. K. Kanai, M. Honda, H. Ishii, Y. Ouchi, K. Seki, “Interface electronic structure between organic semiconductor film and electrode metal probed by photoelectron yield spectroscopy”, *Organic Electronics*, **13**, 309-319 (2012).
  111. Y. Miyoshi, K. Takahashi, T. Fujimoto, H. Yoshikawa, M. M. Matsushita, Y. Ouchi, M.

- Kepekian, V. Robert, M. P. Donzello, C. Ercolani, K. Awaga, "Crystal Structure, Spin Polarization, Solid-State Electrochemistry, and High n-Type Carrier Mobility of a Paramagnetic Semiconductor: Vanadyl Tetrakis(thiadiazole)porphyrazine", *Inorg. Chem.*, **51**, 456-462 (2012).
112. K. Maeda, K. Kuroyanagi, S.-i. Sakurai, T. Yamanaka, E. Yashima, "Enantioselective Adsorption of Chiral Amines on an Induced Helical Poly(bis(4-carboxyphenoxy)phosphazene): Chiral Filter Effect", *Macromolecules*, **44**, 2457-2464 (2011).
113. K. Maeda, H. Mochizuki, K. Osato, E. Yashima, "Stimuli-Responsive Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Cyclodextrin Pendants that Exhibit Enantioselective Gelation in Response to Chirality of a Chiral Amine and Hierarchical Super-Structured Helix Formation", *Macromolecules*, **44**, 3217-3226 (2011).
114. T. Kajitani, H. Onouchi, S. Sakurai, K. Nagai, K. Okoshi, K. Onitsuka, E. Yashima, "Lattice-like Smectic Liquid Crystal Phase in a Rigid-Rod Helical Polyisocyanide with Mesogenic Pendants", *J. Am. Chem. Soc.*, **133**, 9156-9159 (2011).
115. S. Iwahana, H. Iida, E. Yashima, "Oxidative Esterification, Thioesterification, and Amidation of Aldehydes by a Two-Component Organocatalyst System Using a Chiral N-Heterocyclic Carbene and Redox-Active Riboflavin", *Chem. Eur. J.*, **17**, 8009-8013 (2011).
116. K. Tamura, N. S. M. Sam, T. Ikai, Y. Okamoto, E. Yashima, "Synthesis and Chiral Recognition Ability of a Poly(phenylenevinylene)-Encapsulated Amylose Derivative", *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **84**, 741-747 (2011).
117. Y. Furusho, H. Goto, K. Itomi, H. Katagiri, T. Miyagawa, E. Yashima, "Synthesis and Optical Resolution of a Cu(I) Double-Stranded Helicate with Ketimine-Bridged Tris(bipyridine) Ligands", *Chem. Commun.*, **47**, 9795-9797 (2011).
118. N. Ousaka, Y. Takeyama, H. Iida, E. Yashima, "Chiral Information Harvesting in Dendritic Metallopeptides", *Nature Chem.*, **3**, 856-861 (2011).
119. G. M. Miyake, H. Iida, H.-Y. Hu, Z. Tang, E. Y.-X. Chen, E. Yashima, "Synthesis of Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Cinchona Alkaloid Pendants and Their Application to Asymmetric Organocatalysis", *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, **49**, 5192-5198 (2011).
120. K. Maeda, M. Muto, T. Sato, E. Yashima, "Effect of Polyelectrolyte Function on Helical Structures of Optically Active Poly(phenylacetylene) Derivatives Bearing Basic or Acidic Functional Pendant Groups", *Macromolecules*, **44**, 8343-8349 (2011).
121. T. Miyabe, H. Iida, M. Banno, T. Yamaguchi, E. Yashima, "Synthesis and Visualization of a Core Cross-Linked Star Polymer Carrying Optically Active Rigid-Rod Helical Polyisocyanide Arms and Its Chiral Recognition Ability", *Macromolecules*, **44**, 8687-8692 (2011).
122. Y. Furusho, K. Miwa, R. Asai, E. Yashima, "Synthesis and Helical Structure of Spiroborate-Based Double-Stranded Helicate with Oligophenol Strands Bearing Bipyridine Units", *Chem. Eur. J.*, **17**, 13954-13957 (2011).

123. S. Ohsawa, S.-i. Sakurai, K. Nagai, K. Maeda, J. Kumaki, E. Yashima, "Amplification of Macromolecular Helicity of Dynamic Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Non-Racemic Alanine Pendants in Dilute Solution, Liquid Crystal and Two-Dimensional Crystal", *Polym. J.*, **44**, 42-50 (2012).
124. N. Ousaka, Y. Takeyama, E. Yashima, "Dinuclear Metal Complexes Composed of Peptide Chains: Solvent-Induced Switching and Inversion of the Metal-Centered Chirality", *Chem. Sci.*, **3**, 466-469 (2012).
125. Z. Tang, H. Iida, H.-Y. Hu, E. Yashima, "Remarkable Enhancement of the Enantioselectivity of an Organocatalyzed Asymmetric Henry Reaction Assisted by Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Cinchona Alkaloid Pendants via an Amide Linkage", *ACS Macro Lett.*, **1**, 261-265 (2012).
126. T. Miyabe, H. Iida, A. Ohnishi, E. Yashima, "Enantioseparation on Poly(phenyl isocyanide)s with Macromolecular Helicity Memory as Chiral Stationary Phases for HPLC", *Chem. Sci.*, **3**, 863-867 (2012).
127. H. Goto, Y. Yokochi, E. Yashima, "Chirality Induction in Metal-Induced Achiral Polythiophene Aggregates Assisted by Optically Active Amines and Polythiophene", *Chem. Commun.*, **48**, 3291-3293 (2012).
128. Liang, X. G.; Mochizuki, T.; Fujii, T.; Kashida, H.; Asanuma, H., "Design of an Artificial Functional Nanomaterial with High Recognition Ability", *Natural Computing*, *accepted*.
129. H. Ito, M. Urushihara, X. G. Liang, H. Asanuma, "Improvement of RNAi activity and strand-selectivity of RISC formation by modified siRNA involving intercalators near 5'-termini", *ChemBioChem*, **13**, 311-315 (2012).
130. H. Asanuma, T. Osawa, H. Kashida, T. Fujii, X. G. Liang, K. Niwa, Y. Yoshida, N. Shimada, A. Maruyama, "Polycation-chaperoned in-stem molecular beacon system", *Chem. Commun.*, **48**, 1760-1762 (2012).
131. H. Nishioka, X. G. Liang, T. Kato, H. Asanuma, "Photon-fueled DNA nanodevice carrying two different photoswitches", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **51**, 1165-1168 (2012).
132. T. Chen, A. Yamaguchi, K. Igarashi, N. Nakagawa, H. Nishioka, H. Asanuma, M. Yamashita, "Ultrafast photoisomerization and its single-shot pump pulse efficiency of trans-azobenzene derivative: Compound for photosensitive DNA", *Opt. Commun.*, **285**, 1206-1211 (2012).
133. H. Kashida, K. Sekiguchi, N. Higashiyama, T. Kato, H. Asanuma, "Cyclohexyl "base pairs" stabilize duplexes and intensify pyrene fluorescence by shielding it from natural base pairs", *Org. Biomol. Chem.*, **9**, 8313-8320 (2011).
134. T. Chen, K. Igarashi, N. Nakagawa, K. Yamane, T. Fujii, H. Asanuma, M. Yamashita, "Femtosecond photoisomerization of azobenzene-derivative binding to DNA", *J. Photochem. Photobiol. A*, **223**, 119-123 (2011).

135. X. G. Liang, K. Fujioka, H. Asanuma, "Nick Sealing by T4 DNA Ligase on a Modified DNA Template Tethering a Functional Molecule on D-Threoninol", *Chem. Eur. J.*, **17**, 10388-10396 (2011).
136. H. Asanuma, H. Nishioka, T. Ishikawa, X. G. Liang, "Preparation of photoresponsive DNA tethering ortho-methylated azobenzene as a supraphotoswitch.", *Current Protocols in Nucleic Acid Chemistry*, 4.45.1-4.45.18.(2011)
137. H. Kashida, N. Kondo, K. Sekiguchi, H. Asanuma, "Detection of three-base deletion by exciplex formation with perylene derivatives", *Chem. Commun.*, **47**, 6404-6406 (2011)
138. A. Kanazawa, K. Satoh, M. Kamigaito, "Iron Oxides as Heterogeneous Catalysts for Controlled/Living Radical Polymerization of Styrene and Methyl Methacrylate", *Macromolecules*, **44**, 1927-1933 (2011).
139. M. Mizutani, K. Satoh, M. Kamigaito, "Degradable Poly(*N*-isopropylacrylamide) with Tunable Thermosensitivity by Simultaneous Chain- and Step-Growth Radical Polymerization", *Macromolecules*, **44**, 2382-2386 (2011).
140. C. S. Biswas, V. K. Patel, N. K. Vishwakarma, V. K. Tiwari, B. Maiti, P. Maiti, M. Kamigaito, Y. Okamoto, B. Ray, "Effects of Tacticity and Molecular Weight of Poly(*N*-isopropylacrylamide) on Its Glass Transition Temperature", *Macromolecules*, **44**, 5822-5824 (2011).
141. K. Ishitake, K. Satoh, M. Kamigaito, Y. Okamoto, "Stereospecific Free Radical and RAFT Polymerization of Bulky Silyl Methacrylates for Stereo- and Molecular Weight-Controlled Poly(methacrylic Acid)", *Macromolecules*, **44**, 9108-9117 (2011).
142. A. Nakahara, K. Satoh, M. Kamigaito, "Random Copolymer of Styrene and Diene Derivatives via Anionic Living Polymerization Followed by Intramolecular Friedel-Crafts Cyclization for High-Performance Thermoplastics", *Polym. Chem.*, **3**, 190-197 (2012).
143. K. Ishitake, K. Satoh, M. Kamigaito, Y. Okamoto, "From-Syndiotactic-to-Isotactic Stereogradient Methacrylic Polymers by RAFT Copolymerization of Methacrylic Acid and Its Bulky Esters", *Polym. Chem.*, in press
144. K. Satoh, J. E. Poelma, L. M. Campos, B. Stahl, C. J. Hawker, "A Facile Synthesis of Clickable and Acid-Cleavable PEO for Acid-Degradable Block Copolymers", *Polym. Chem.*, in press
145. A. Nakahara, K. Satoh, M. Kamigaito, "Intramolecular Friedel-Crafts Cyclization and Subsequent Hydrogenation of Styrene-Isoprene Random Copolymers Prepared by Anionic Polymerization for Thermally-Resistant and Optical Applications", *J. Polym. Sci., Part A, Polym. Chem.*, **50**, 1298-1307 (2012).
146. K. Satoh, T. Abe, M. Kamigaito, "Metal-Catalyzed Step-Growth Radical Polymerization of AA and BB Monomers for Monomer Sequence Regulation", *ACS Symp. Ser.*, **1100**, 134-144 (2012).
147. H. Han, J. Wu, C. Avery, M. Mizutani, X. Jiang, M. Kamigaito, Z. Chen, C. Xi, K. Kuroda, "Immobilization of Amphiphilic Polycations by Catechol Functionality for Antimicrobial

- Coatings”, *Langmuir*, **27**, 4010-4019 (2011).
148. H. Aoshima, K. Satoh, M. Kamigaito, “In-Situ Direct Mechanistic Transformation from FeCl<sub>3</sub>-Catalyzed Living Cationic to Radical Polymerizations”, *Macromol. Symp.*, in press.
149. M. Matsuda, K. Satoh, M. Kamigaito, “Controlled Radical Copolymerization of Naturally-Occurring Terpenes with Acrylic Monomers in Fluorinated Alcohol”, *Kautschuk Gummi Kunststoffe*, in press.
150. ED. Goddard-Borger, K. Sakaguchi, S. Reitingger, N. Watanabe, M. Ito SG. Withers, “Mechanistic Insights into the 1,3-Xylanases: Useful Enzymes for Manipulation of Algal Biomass”, *J. Am. Chem. Soc.*, **134(8)**, 3895-3902 (2012).
151. T. Nagae, T. Kawamura, LMG. Chavas, K. Niwa, M. Hasegawa, C. Kato N. Watanabe, “High-pressure-induced water penetration into 3-isopropylmalate dehydrogenase”, *Acta Cryst.*, **D68(3)**, 300-309 (2012).
152. T. Nagae, C. Kato, N. Watanabe, “Structural analysis of 3-isopropylmalate dehydrogenase from the obligate piezophile *Shewanella benthica* DB21MT-2 and the nonpiezophile *Shewanella oneidensis* MR-1”, *Acta Cryst.*, **F68(3)**, 265-268 (2012).
153. Y. Shimizu, K. Matsudaira, M. Itoh, T. Kajita, T. Katsufuji, “Spin-singlet trimer state induced by competing orbital order in triangular-lattice BaV<sub>10</sub>O<sub>15</sub>”, *Phys. Rev. B*, **84**, 064421/1-6 (2011).
154. Y. Shimizu, K. Okai, M. Itoh, M. Isobe, J. Yamaura, T. Yamauchi, Y. Ueda, “Metal-insulator transition in the hollandite K<sub>2</sub>V<sub>8</sub>O<sub>16</sub> with a frustrated zigzag ladder probed by <sup>51</sup>V NMR”, *Phys. Rev. B*, **83**, 155111/1-8 (2011).
155. M. Itoh, H. Takeda, Y. Shimizu, H. Sakurai, M. Isobe, Y. Ueda, “Magnetic interactions and orbital state in double chain systems investigated by NMR measurements”, *J. Phys. : Conf. Series*, **320**, 012070/1-6 (2011).
156. Y. Shimizu, K. Matsudaira, M. Itoh, T. Kajita, T. Katsufu, M. Sato, T. Kawamata, Y. Kobayashi, Y. Yasui, T. Iida, K. Suzuki, M. Itoh, T. Moyoshi, K. Motoya, R. Kajimoto, M. Nakamura, Y. Inamura, M. Arai, “Magnetic excitation spectra of superconducting Ca-Fe-Pt-As system”, *J. Phys. : Conf. Series*, **320**, 012701/1-6 (2011).
157. M. Sato, T. Kawamata, Y. Kobayashi, Y. Yasui, T. Iida, K. Suzuki, M. Itoh, T. Moyoshi, K. Motoya, R. Kajimoto, M. Nakamura, Y. Inamura, M. Arai, “Magnetic excitation spectra of superconducting Ca-Fe-Pt-As system”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **80**, 093709/1-4 (2011).
158. T. Kawamata, E. Satomi, Y. Kobayashi, M. Itoh, M. Sato, “Study of Ni-doping effect of specific heat and transport properties for LaFe<sub>1-y</sub>Ni<sub>y</sub>AsO<sub>0.89</sub>F<sub>0.11</sub>”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **80**, 084720/1-4 (2011).
159. T. Kawamata, T. Iida, K. Suzuki, E. Satomi, Y. Kobayashi, M. Itoh, M. Sato, “Crystal structure of new Pt-doped Fe pnictide superconductors”, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **80**, 073710/1-4 (2011).



160. K. Takagi, T. Isomura, Y. Ito, M. Sakaida, S. Nagano, T. Seki, "Synthesis and isomerization of conjugated oligomers containing azoimidazole unit", *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, **49**(23), 4993-5000 (2011).
161. S. Nagano, T. Kinumatsu, Y. Ohnuma, T. Seki, "Inversed" surface micelle array fabrication of an amphiphilic block copolymer on water surface", *J. Nanosci. Nanotech.*, **11**(4), 2973-2978 (2011).
162. S. Watanabe, H. Tanaka, S. Kuroda, A. Toda, H. Tomikawa, S. Nagano, T. Seki, "Charge Transport Anisotropy due to Interfacial Molecular Orientation in Polymeric Transistors with Controlled In-Plane Chain Orientation", *Appl. Phys. Exp.*, **5**, 021602-021604 (2012).

## 8.2 総説

1. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスによる健康予知診断”, *臨床化学*, **40**, 36-44 (2011).
2. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く未来医療”, *サイテック*, 1-19 (2011).
3. 渡辺将生, 湯川博, 鏡味幸真, 加地範匡, 宮本義孝, 岡本行広, 渡慶次学, 林衆治, 馬場嘉信, “量子ドットによる幹細胞の *in vivo* イメージング”, *生命化学研究レター*, **35**, 38-42 (2011).
4. Y. Baba, Nanobiodevice for genome analysis, proteome analysis, and biomedical applications, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 2011, **84** (8), 819-828 (2011) (The Award Accounts).
5. 大内幸雄, “非線形振動分光法を用いたソフトマター埋没界面の研究”, *Colloid & Interface Communication*, **37**, 20 (2012).
6. 飯田拓基, 八島栄次, “機能性キラル材料としてのらせん高分子”, *未来材料*, **11**, 20-28 (2011).
7. 飯田拓基, 八島栄次, “らせん高分子の合成とキラル識別材料への応用”, *化学工業*, **63**, 54-62 (2012).
8. 佐藤浩太郎, 水谷将人, 上垣外正己, “遷移金属触媒による逐次ラジカル重合”, *高分子論文集*, **68**, 433-456 (2011).
9. 関隆広, 永野修作, “界面作用に基づく薄膜の構造形成と配向誘起”, *高分子*, **60**(9), 665-668 (2011).
10. 永野修作, 関隆広, “マイクロ相分離構造の光配向制御”, *液晶*, **15**(4), 288-297 (2011).
11. 戸田章雄, 児玉誠一郎, 永野修作, 関隆広, “疎水性共役高分子の新規分子組織化手法の開発と階層構造の構築”, *名古屋大学 X 線回折研究のあゆみ*, **31**, 3-9 (2011)
12. 原光生, 土肥知樹, 日影達夫, 二村佑樹, 永野修作, 関隆広, “ラボスケールの GI-SAXS 測定によるマイクロ相分離構造の配向評価”, *名古屋大学 X 線回折研究のあゆみ*, **31**, 17-21 (2011)
13. 永野修作, 原光生, 関隆広, “垂直配向メソ多孔構造膜の解析”, *名古屋大学 電子光学研究のあゆみ*, **23**, 15-16 (2011).
14. S. Nagano, “Opto-orientation control of microphase separation structure”, *Molecular Electronics and Bioelectronics*, **22**(2), 93-96 (2011).

## 8.3 著書

1. H. Kondo, M. Hori, M. Hiramatsu, “Nucleation and Vertical Growth of Nano-Graphene Sheets”, Intech, pp21-36 (2011).
2. M. Hiramatsu M. Hori, “Aligned Growth of Single-Walled and Double-Walled Carbon Nanotube Films by Control of Catalyst Preparation”, Intech, pp 191-216 (2011).
3. 宇治原徹, “半導体 SiC 技術と応用 第2版 3.3.2 六方晶基板上への 3C-SiC 溶液成長, 松浪弘之, 大谷昇, 木本恒暢, 中村孝 編著, 日刊工業新聞社, pp.59-68 (2011).
4. 宇治原徹, “これで使える 機能性材料パーフェクトガイド”, 『17 インバータ』pp.98-101, 『24 結晶シリコン太陽電池』 pp.128-132, 『25 アモルファスシリコン太陽電池』 pp.133-136, 『26 化合物系太陽電池』 pp.137-141, 『27 熱電変換素子・ペルチエ素子』 pp.142-146, 大竹 尚登, 神崎 昌郎, 宇治原 徹, 高崎 正也 編著, 講談社サイエンティフィク(2012).
5. 大野雄高, “プラスチック基板上に高性能なカーボンナノチューブ集積回路を実現する技術”, プリンテッドエレクトロニクスのすべて 日本工業出版, 113-119 (2012).
6. 大野雄高, “13.6.4 半導体特性と輸送特性”, 炭素学 田中一義, 東原秀和, 篠原久典編 化学同人, 371-376 (2011).
7. 篠原久典, 齋藤弥八, “フラーレンとナノチューブの科学” (名古屋大学出版会, 2011年6月) 全 372 頁
8. フラーレン・ナノチューブ・グラフェン学会 編 (編集委員長 齋藤弥八), “カーボンナノチューブ・グラフェンハンドブック” (コロナ社, 2011年8月) 全 370 頁
9. 馬場嘉信, “人間と健康のための表面科学”, 現代表面科学シリーズ 5 ひとの暮らしと表面科学、日本表面科学会編、共立出版, 2011, 第1章 1.1, pp. 1-12
10. 馬場嘉信, “革新論文から見たこの10年の進歩と未来: ナノバイオデバイス分野 化学のブレイクスルー【機器分析編】”, 化学同人, 2011, 38-42.
11. 馬場嘉信, “PCR 内蔵型 DNA チップ”, 試料分析講座、日本分析化学会編、丸善
12. 馬場嘉信, “論文にみる最重要概念と革新実験データ”, CSJ カレントレビュー06 核酸化学のニュートレンド、日本化学会編、化学同人, pp. 28-31, 2011.
13. 馬場嘉信、鈴木孝治編, “5.4 生体物質”, 分析化学便覧, 丸善、2011, 496-531.
14. 馬場嘉信, “5.4.1 ゲノミクス”, 分析化学便覧、丸善、2011, 496-500
15. 馬場嘉信, “8.2.2 ナノ材料”, 分析化学便覧、丸善、2011, 608-609.
16. 馬場嘉信, “食の安全・安心を計測するナノバイオ技術, 食のバイオ計測の最前線—機能解析と安全・安心の計測を目指して—” CMC, pp. 186-193, 2011.
17. 馬場嘉信, “恩師を語る 大橋茂先生”, 日本の分析化学者
18. Y.-S. Park, Y. Okamoto, N. Kaji, M. Tokeshi, Y. Baba, “Size-Selective Synthesis of Ultrasmall

Hydrophilic CdSe Nanoparticles in Aqueous Solution at Room Temperature, *Nanoparticles in Biology and Medicine*, Methods and Applications, Humana Press, 2011

19. 馬場嘉信, “私の選んだ革新論文：ナノバイオデバイス分野, 化学のブレークスルー”, 化学同人, 2011, 235-238.
20. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスによる医療機器開発, 医療機器・医療技術の過去・現在・未来”, 医療機器センター創立 25 周年記念誌, 57-60, 2011
21. 馬場嘉信監修, “ナノテクノロジー時代のバイオ分離・計測技術 (ナノテク・バイオ MEMS 時代の分離・計測技術, 2006 年版の普及版)”, シーエムシー出版, 2011, pp. 1-322.
22. 馬場嘉信, “量子ドットおよび無機蛍光体, 蛍光イメージング・MRI プローブの開発”, 菊池和也監修, CMC, 2011, 51-58.
23. 安井隆雄, 渡慶次学, 馬場嘉信, “ナノピラーデバイス・ナノウォールデバイス, ナノ融合による先進バイオデバイス”, 監修民谷栄一, 2011, CMC
24. H. Iida, E. Yashima, “Synthesis and Application of Helical Polymers with Macromolecular Helicity Memory”, in: *Polymeric Chiral Catalyst Design and Chiral Polymer Synthesis*, S. Itsuno, Ed., Wiley, Chapter 7, pp. 201-222, 2011.
25. 浅沼浩之、梁興国, “カートリッジ型人工ヌクレオチドによる光応答性 DNA の設計, 核酸化学のニュートレンド”, 日本化学会 編、p.56-62、*化学同人*(2011)
26. K. Satoh, M. Kamigaito,, “New Polymerization Methods for Bio-Based Polymers from Renewable Vinyl Monomers”, In "Bio-Based Polymers", Y. Kimura, ed., CMC, Japan, in press.
27. K. Satoh, M. Kamigaito, M. Sawamoto, “Transition Metal Complexes for Metal-Catalyzed Atom Transfer Controlled/Living Radical Polymerization”, In "Comprehensive Polymer Science, 2nd Edition," M. Moeller and K. Matyjaszewski, eds, Elsevier, in press.

## 9. 発表会議リスト

(List of Academic Activities)

## 9.1 国際会議

1. M. Hori, "Global Innovations on Industries by Advanced Plasma Science and Technology", International Conference on Materials For Advanced Technologies, MM1-1, Singapore, June 26-July 1, 2011 (Invited).
2. M. Hori, "The High Density Atmospheric Plasma Process and Diagnostics for Bioscience", The 1st International Symposium for Plasma Biosciences, Plasma Bioscience Research Center, Kwangwoon University, Korea, August 14-16, 2011 (Invited).
3. M. Hori, "The role of plasmas in nano-fabrication", 30<sup>th</sup> International Conference on Phenomena in Ionized Gases, Belfast, August 28- September 2, 2011 (Invited).
4. M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Carbon nanowalls: synthesis and application", 4th International conference on advanced plasma technologies, Strunjan, Slovenia, EU, Sep. 9-13, 2011 (Invited).
5. H. Kondo, M. Hori, M. Sekine, M. Hiramatsu, "Controlled Synthesis of Carbon Nanowalls for Functional Device Applications", 4th International conference on advanced plasma technologies, Strunjan, Slovenia, EU, Sep. 9-13, 2011 (Invited).
6. M. Shiratani, T. Urakawa, G. Uchida, K. Koga, Y. Setsuhara, M. Sekine, M. Hori, "Carbon protective layer on top surface of trench substrate using H-assisted plasma CVD", 4th International conference on advanced plasma technologies, Strunjan, Slovenia, EU, Sep. 9-13, 2011 (Invited).
7. M. Hori, K. Takeda, "Systematical Measurement of Reactive Oxygen Species in Surface Wave Excited O<sub>2</sub>/Ar and O<sub>2</sub>/Kr Plasmas and Their Applications to Si Oxidation Processing", 4th International conference on advanced plasma technologies, Strunjan, Slovenia, EU, Sep. 9-13, 2011 (Invited).
8. M. Sekine, Y. Miyawaki, Y. Kondo, K. Takeda, K. Ishikawa, T. Hayashi, M. Hori, "Mechanism of Highly Selective SiO<sub>2</sub> Etching over Si<sub>2</sub>N<sub>4</sub> using a Hydro-fluorocarbon Gas", 4th International conference on advanced plasma technologies, Strunjan, Slovenia, EU, Sep. 9-13, 2011 (Invited).
9. M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Carbon nanowalls: growth mechanism and nucleation control", International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC'2011), Quebec City Convention Center, Canada, Aug. 1-5, 2011 (Invited).
10. M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Carbon nanowalls: synthesis and application", IV International Conference on Surfaces, Materials and Vacuum and Specialist Meeting on Carbon (SMC2011), Conference Centre of the Hotel Krystal, Puerto Vallarta, Jalisco, Mexico, Sep. 25-28, 2011 (Invited).
11. M. Hori, "Suppleand Intelligential Approach to Soft Materials For Flexible Electronics By

Advanced PLasma-Nano Technology”, Topical Workshop On Plasma-nano Techonology-Green Energy And Flexible New Materials, Sungkyunkwan University, Korea, Oct. 28-29, 2011 (Invited).

12. H. Kondo, “Advanced Plasma Nanotechnology fir Control Synthesis and Biomedical Applications of Carbon Nanomaterials”, NanoMedicine-2011, Shenzhen Convention & Exhibition Center, Nov. 3-5, 2011 (Invited).
13. M. Hori, M. Hiramatsu, “Challenge and Scope of Carbon Nanowalls for Green Plasma Innovation”, The 14th International Workshop on Advanced Plasma Processing andDiagnostics, The 2nd Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-NanoMaterials,Kyushu University, Fukuoka, Japan, Jan. 7-8, 2012 (invited).
14. K. Takeda, M. Hori, “Clarification of Si Oxidation Mechanism in O<sub>2</sub> and Rare Gas Mixture Plasmawith Plasma Diagnostics”, The 14th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, The 2nd Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-NanoMaterials,Kyushu University, Fukuoka, Japan, Jan. 7-8, 2012 (invited).
15. K. Ishikawa, N. Sumi, A. Kono, H. Horibe, K. Takeda, H. Kondo,M. Sekine, M. Hori , “Real-time Electron-Spin-Resonance Study of Plasma-Surface”, The 13th international workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, p-5, Daejeon Convention Center, Deajeon, Korea, Jul. 21-22, 2011.
16. H. Shimoeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Hiramatsu, M. Sekine, M. Hori, “Effects of Oxgen Radical Irradiation on Crystalline Structures of Carbon Nanowalls”, The 13th international workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, p-17, Daejeon Convention Center, Deajeon, Korea, Jul. 21-22, 2011.
17. S. Chen, Y. Lu, R. Kometani, K. Ishikawa, H. Kondo, K. Takeda, H. Kano, M. Sekine, M. Hori, “Recovery of plasma-damaged GaN by atomic nitrogen hydrogen”, The 13th international workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, p-25, Daejeon Convention Center, Deajeon, Korea, Jul. 21-22, 2011.
18. K. Hattori, M. Sekine, M. Hori, “High performance and Reaction Mechanism for Decomposition and Fixation of Dry Etching exhaust Perfluoro-Compound Gases”, The 13th international workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, p-27, Daejeon Convention Center, Deajeon, Korea, Jul. 21-22, 2011.
19. M. Hori, “Plasma Nano-Technologyv(green energy and bio-technology)”, Advanced Plasma Technology for Green Energy and Biomedical Applications, Centra Duangtawan Hotel, Chaingmai, Thailand, Aug. 11-12, 2011.
20. M. Hori, “Plasma fundamentals and diagnostics”, Advanced Plasma Technology for Green Energy and Biomedical Applications, Centra Duangtawan Hotel, Chaingmai, Thailand, Aug. 11-12, 2011.

21. M. Hori, Y. Abe, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, "Surface reaction of hydrogen radical on plasma enhanced chemical vapor deposition of silicon thin films", 30<sup>th</sup> International Conference on Phenomena in Ionized Gases, Belfast, Aug. 28-Sep. 2, 2011.
22. A. Malinowski, M. Sekine, M. Hori, K. Ishikawa, H. Kondo, T. Suzuki, T. Takeuchi, H. Yamamoto, A. Jakubowski, L. Lukasiak, D. Tomaszewski, "Sticking coefficient of hydrogen radicals on ArF photoresist estimated by parallel plate structure in conjunction with numerical analysis", SISPAD2011, P-26, Hotel Hankyu Expo Park, Osaka, Sep. 8-10, 2011.
23. K. Asano, H. Yamamoto, K. Ishikawa, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "In-situ Analysis of Modification on Porous SiOCH During and After O<sub>2</sub> Plasmas", ADMETA Plus 2011, 3-4, Shibaura Institute of Technology (Toyosu Campus), Tokyo, Sep. 12-15, 2011.
24. M. Suzuki, E. Murakami, K. Kawata, K. Takeda, M. Hori, "Improvement of Polymer Electrode Fuel Cell Performance Using Atmospheric-Pressure Plasma Processing to Gas Diffusion Layer", エコトピア科学に関する国際シンポジウム (ISETS'11), 名古屋大学, 2011年12月9-10日
25. S. Mitsuguchi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, H. Kano, "Fabrication of Carbon Nanowalls on Carbon Fiber Paper", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, K-1-2, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.
26. K. Takeda, M. Hori, "Effect of H<sub>2</sub> gas addition on Si Oxidation Process with Ar and O<sub>2</sub> Mixture Surface Wave Plasma", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, C-1-5, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.
27. Y. Abe, A. Fukushima, Y. Lu, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Effect of Hydrogen Radical Injection on Growth Property and Crystallinity of Microcrystalline Silicon Thin Film", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, L-2-6, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.
28. Y. Lu, S. Chen, R. Kometani, K. Takeda, H. Kondo, T. Egawa, K. Ishikawa, H. Amano, M. Sekine, M. Hori, "Plasma-Induced Damage of GaN and Its Recovery by Atomic Hydrogens at a Room Temperature", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, P-6-4, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.
29. T. Suzuki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, Y. Setsuhara, M. Shiratani, M. Sekine, M. Hori, "Field Emission Properties of 10-nm Pillars of Organic Fabricated by Pt particles and Plasma Etching", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, P-8-3, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.
30. T. Hagino, H. Kondo, H. Kano, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Ultrafast Synthesis of Nanographene Employing an Ultrahigh-density In-liquid Alcohol Plasma", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, P-13-14, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.



31. H. J. Cho, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Crystallographic and Electrical Properties of Semiconducting Graphene Nanoribbon Grown Employing CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> plasma", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, P-13-19, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.
32. H. Yamamoto, K. Asano, K. Ishikawa, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "In situ Analysis of Plasma-Induced Modification on Porous SiOCH Films", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, C-9-2, WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30, 2011.
33. S. Mitsuguchi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, H. Kano, "Fabrication of Carbon Nanowalls on Carbon Fiber Paper", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2011), WINC AICHI, Nagoya, Japan, Sep. 27-30 (2011).
34. Y. Kondo, Y. Miyawaki, K. Takeda, K. Ishikawa, T. Hayashi, M. Skine, H. Kondo, M. Hori, "Modeling of C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>O/Ar Plasma Chemistry for SiO<sub>2</sub> Etching Processes", AEPSE2011, P-310, FuramaHotel, Dalian City, China, Sep. 19-22, 2011.
35. K. Ishikawa, N. Sumi, A. Kono, H. Horibe, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "In situ ESR Measurements for revealing Plasma-Surface Interactions", AEPSE2011, I-23, Furama Hotel, Dalian, China, Sep. 19-22, 2011.
36. F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kano, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Highly Spatial Mapping of Atomic Oxygen Density in a 60-Hz Atmospheric Pressure Plasmas Using Calibrated two-Photon Laser-Induced Fluorescence", AEPSE2011, P-161, Furama Hotel, Dalian, China, Sep. 19-22, 2011.
37. M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Radical density measurements in microwave plasma with carbon-containing gases used for carbon nanotube and nanocrystalline diamond film growth", 20th International Symposium on Plasma Chemistry, Loews Hotel, Philadelphia, USA, Jul. 24-29, 2011.
38. K. Takeda, M. Kato, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Spatial Distribution of Atomic Radical Generated by AC Excited Nonequilibrium Atmospheric Pressure Plasma", 20th International Symposium on Plasma Chemistry, Loews Hotel, Philadelphia, USA, July 24 – 29, 2011.
39. Y. Nihashi, T. Maeda, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Growth of two-dimensional carbon nanostructures using plasma-enhanced chemical vapor deposition employing camphor", 22nd European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes and Nitrides (Diamond 2011), Congress Centre, Garmisch-Partenkirchen, Germany, Sep. 4-8, 2011.
40. K. Murata, M. Hiramatsu, K. Yamakawa, H. Kondo, M. Hori, "Fabrication of carbon nanotubes from camphor using atmospheric pressure plasma-enhanced CVD", 22nd European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes and Nitrides (Diamond 2011),

Congress Centre, Garmisch-Partenkirchen, Germany, Sep. 4-8, 2011.

41. S. Mitsuguchi, Y. Nihashi M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Growth of carbon nanowalls on carbon paper for fuel cell electrode", 22nd European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes and Nitrides (Diamond 2011), Congress Centre, Garmisch-Partenkirchen, Germany, Sep. 4-8, 2011.
42. T. Suzuki, S. Mitsuguti, A. Malinowski, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Subnanometer-scale control of feature size and shape in organic low-k film etch", 2011 ICMAP, S-07O, Furama Hotel, Dalian, China, Jul. 4-7, 2011.
43. S. Tomiya, M. Minami, K. Ishikawa, S. Izumi, M. Kanda, M. Fukasawa, A. Yamaguchi, M. Hori, T. Tatsumi, "Plasma induced damage to InGaN single quantum well", DPS2011, A-5, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011
44. K. Asano, H. Yamamoto, Y. Miyawaki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, A. Yamazaki, A. Ito, H. Matsumoto, M. Sekine, M. Hori, "Inhibition of roughness formation on 193 nm photoresist during C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>F/O<sub>2</sub>/Ar plasma etching", DPS2011, B-2, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
45. N. Sumi, K. Ishikawa, A. Kono, H. Horibe, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Real-time/In-situ electron spin resonance analysis of surface reactions on organic materials with atomic hydrogen irradiation", DPS2011, E-3, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
46. T. Hayashi, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, A. Kono, K. Suu, "Quantum chemical investigation for Si Chemical dry etching by flowing NF<sub>3</sub> into N<sub>2</sub> down flow plasma", DPS2011, P1-01, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
47. Y. Miyawaki, Y. Kondo, K. Takeda, K. Ishikawa, A. Yamazaki, A. Ito, H. Matsumoto, T. Hayashi, M. Sekine, M. Hori, "Clarification of Highly Selective SiO<sub>2</sub> Etching Mechanisms using C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>F Gas", DPS2011, P1-03, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
48. T. Takeuchi, S. Amasaki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Study on photoresist surface modification induced by fluorocarbon etch species", DPS2011, P1-04, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
49. S. Amasaki, T. Takeuchi, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, N. Sakurai, H. Hayashi, I. Sakai, T. Ohiwa, "Investigation of mechanism at sidewall of through Si via (TSV) etching induced by SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub> plasma, DPS2011, P1-06, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
50. Y. Kondo, Y. Miyawaki, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, T. Hayashi, M. Sekine, M. Hori, "Modeling of C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>O/Ar Plasma Chemical for SiO<sub>2</sub> Etching Processes", DPS2011, P1-12, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.

51. T. Komuro, K. Takeda, K. Ishikawa, M. Sekine, Y. Ohya, H. Kondo, M. Hori, "Spatial Distribution of Electron Density on DC-Superposed Dual-frequency Capacitively Coupled Plasma(DS-CCP)", DPS2011, P1-20, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
52. R. Kometani, S. Chen, Y. Lu, K. Ishikawa, K. Takeda, H. Kondo, T. Egawa, H. Amano, M. Sekine, M. Hori, "Investigation of GaN Exposed to Plasma at High Temperature", DPS2011, P1-21, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
53. K. Cho, K. Takenaka, Y. Setsuhara, M. Shiratani, M. Sekine, M. Hori, "Investigation of plasma interactions with organic semiconductors for fabrication of flexible electronics devices", DPS2011, P1-24, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
54. K. Takeda, M. Hori, "High Performances of Si Oxidations Employing O<sub>2</sub>/Ar Surface Wave Excited Plasma and the Clarification of their Mechanisms with Plasma Diagnostics", DPS2011, P2-13, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
55. T. Urakawa, H. Matsuzaki, D. Yamashita, G. Uchida, K. Koga, M. Shiratani, Y. Setuhara, M. Sekine, M. Hori, "Optical emission spectroscopy of Ar+H<sub>2</sub>+C<sub>7</sub>H<sub>8</sub> discharges for anisotropic plasma CVD of carbon", DPS2011, P2-17, Kyoto Garden Place Hotel, Kyoto, Japan, Nov. 10-11, 2011.
56. A. Fukushima, Y. Abe, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Relationship between Radicals in Gas Phase and Film Property of Silicon Thin Films in SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> Plasma CVD", ICTF-15, P-S2-01, Kyoto Terrasa, Kyoto, Japan, Nov. 8-11, 2011.
57. T. Horibe, S. Mitsuguchi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Formation of Ultrahigh Density TiO<sub>2</sub> Nanoparticles Supporting on Carbon Nanowalls Employing Supercritical Fluid Chemical Fluid Deposition", ICTF-15, P-S2-13, Kyoto Terrasa, Kyoto, Japan, Nov. 8-11, 2011.
58. J. Kuki, L. Yu, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Effects of RF Bias on Structural Properties of Amorphous Carbon Films Grown by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition", ICTF-15, P-S2-14, Kyoto Terrasa, Kyoto, Japan, Nov. 8-11, 2011.
59. K. Cho, K. Takenaka, Y. Setsuhara, M. Shiratani, M. Sekine, M. Hori, "Plasma Oxidation Behaviors of Zn Nano Films", ICTF-15, P-S6-16, Kyoto Terrasa, Kyoto, Japan, Nov. 8-11, 2011.
60. F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Inui, S. Iseki, H. Kano, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "High Performance of 60-Hz Atmospheric Pressure Plasma: Basic Characteristics and Applications", AVS58th International Symposium & Exhibition, Nashville Convention Center, SE+PS-WeA9, Nashville Convention Center, Tennessee, Oct. 30-Nov. 4, 2011.
61. S. Chen, Y. Lu, R. Kometani, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, H. Kano, H. Amano, Y. Tokuda, T. Egawa, M. Sekine, M. Hori, "Room Temperature Radical Annealing of Plasma

- Damaged”, AVS58th International Symposium & Exhibition, Nashville Convention Center, PS-ThM11, Nashville Convention Center, Tennessee, Oct. 30-Nov. 4, 2011.
62. K. Ishikawa, N. Sumi, A. Kono, H. Horibe, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Polymer Surface Modification: Real-time In Situ Electron Spin Resonance Study for Plasma Processes”, AVS58th International Symposium & Exhibition, PS+SS-ThA4, Nashville Convention Center, Tennessee, Oct. 30-Nov. 4, 2011.
  63. M. Hori, “Plasma Nano Science”, VTT, Kaitovayla, Oulu, Nov. 2, 2011.
  64. M. Hori, “Plasma Process Technology and Science”, VTT, Kaitovayla 1, 90571 Oulu, Nov. 3, 2011.
  65. T. Hiraoka, N. Ebizuka, K. Takeda, T. Ohta, H. Kondo, K. Ishikawa, K. Kawase, M. Ito, M. Sekine, M. Hori, “Evaluation of Penicillium digitatum sterilization using non-equilibrium atmospheric pressure plasma by terahertz time-domain spectroscopy”, 64th Annual Gaseous Electronics Conference, DT27, Salt Lake City, Utah, Nov. 14-18, 2011.
  66. M. Inoue, T. Ohta, T. Kanae, M. Ito, M. Hori, “Kinetics of metastable He atom middle pressure in micro hollow cathode discharge”, 64th Annual Gaseous Electronics Conference, DT37, Salt Lake City, Utah, Nov. 14-18, 2011.
  67. M. Shiratani, T. Urakawa, D. Yamashita, K. Kamataki, N. Itagaki, G. Uchida, K. Koga, Y. Setsuhara, M. Sekine, M. Hori, “Deposition profile control of carbon films on trenched substrate by simultaneous plasma CVD and plasma etching”, 64th Annual Gaseous Electronics Conference, ET11, Salt Lake City, Utah, Nov. 14-18, 2011.
  68. Y. Abe, A. Fukushima, Y. Lu, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, “Behavior of radicals in SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> plasma for fabrication of solar cell using silicon thin film”, 64th Annual Gaseous Electronics Conference, ET14, Salt Lake City, Utah, Nov. 14-18, 2011.
  69. T. Takeuchi, S. Amasaki, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Study on modification process of photoresist by fluorocarbon ions and radicals”, 64th Annual Gaseous Electronics Conference, NR15, Salt Lake City, Utah, Nov. 14-18, 2011.
  70. Y. Miyawaki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, A. Yamazaki, A. Ito, H. Matsumoto, “Mechanism of highly Selective SiO<sub>2</sub> Etching over Si using New Alternative Gas-C<sub>5</sub>HF<sub>7</sub>”, 64th Annual Gaseous Electronics Conference, NR16, Salt Lake City, Utah, Nov. 14-18, 2011.
  71. T. Hayashi, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, A. Kono, K. Suu, “Quantum chemical investigation for Chemical dry etching by flowing NF<sub>3</sub> into H<sub>2</sub> down flow plasma”, 64th Annual Gaseous Electronics Conference, QRP1-12, Salt Lake City, Utah, Nov. 14-18, 2011.
  72. H. Kondo, “Controlled Synthesis of Carbon Nanowalls and their Characterization Employing Synchrotron X-ray”, BIT's 1st Annual World Congress of Nano-S & T, World EXPOCenter, Dalian, China, Oct. 23-26, 2011.

73. H. Kondo, T. Hagino, K. Ishikawa, K. Takeda, H. Kano, M. Sekine, M. Hori, "Growth processes and crystallographic properties of nanographenes synthesized employing in-liquid plasma", ICMAP2011, Dalian, China, Jul. 4-7, 2011.
74. A. Malinowski, M. Hori, M. Sekine, K. Ishikawa, H. Kondo, K. Takeda, "Development of radical kinetic behaviour investigation method and its application for sticking coefficient estimation", ESSDERC2011, Finlandia Hall, Sep. 12-16, 2011.
75. Y. Iwata, H. Sakamoto, K. Takeda, M. Hori, "High Speed Surface Modification in Fine-Pitch Package Substrate Manufacturing Process with High Density 60Hz Nonequilibrium Atmospheric Pressure Plasma", 2011MRS Fall Meeting, T5. 3, Hynes Convention Center, Boston, Nov. 28-Dec. 2, 2011.
76. H. Kondo, H. J. Cho, T. Kanda, M. Hori, M. Hiramatsu, "Electric and Crystallographic Structures of Carbon Nanowalls", 2011MRS Fall Meeting, AA15. 91, Hynes Convention Center, Boston, Nov. 28-Dec. 2, 2011.
77. T. Takeuchi, S. Amasaki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Modification of ArF Photoresist Caused by Irradiation of Fluorocarbon Plasma-beam", The 14th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, The 2nd Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-NanoMaterials, Kyushu University, Fukuoka, Japan, Jan. 7-8, 2012.
78. Y. Kondo, Y. Miyawaki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, T. Hayashi, M. Sekine, M. Hori, "Mechanism of Generating Ions and Radicals in C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>O Plasma", The 14th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, The 2nd Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-NanoMaterials, Kyushu University, Fukuoka, Japan, Jan. 7-8, 2012.
79. M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, H. Hashizume, "Reactive dynamics between plasma and microorganism", Workshop of Frontier Science of Interactions between Plasmas and Nanointerfaces, Fukuoka, Japan, Jan. 9-10, 2012.
80. H. Hashizume, T. Ohta, M. Ito, S. Iseki, F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, M. Hori, "Efficiency of Ground-state Atomic Oxygen for Inactivation of *P. Digitatum* Spores Evaluated by Atmospheric Pressure Oxygen Radical Source", 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-19, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
81. H. Moriyama, K. Ishikawa, K. Tamiya, H. Hashizume, T. Ohta, M. Ito, H. Tanaka, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "ESR Signals Arisen from *Penicillium Digitatum* Spores", 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-20, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
82. H. Tanaka, K. Nakamura, S. Iseki, H. Kajiyama, H. Moriyama, K. Ishikawa, H. Kano, F. Kikkawa, M. Mizuno, M. Hori, "Plasma-activated Medium Effectively Killed Glioma Cancer

- Cells”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-21, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
83. F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kano, J. Kularatne, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Behaviours of Reactive Oxygen Species Generated by an Ar/O<sub>2</sub> Atmospheric Pressure Plasma Jet”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-22, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  84. H. Matsuyama, S. Kumagai, K. Takeda, N. Ebizuka, M. Hori, M. Sasaki, “Transportable Micro Plasma Light Source System”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-25, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  85. N. Ebizuka, M. Sasaki, W. Aoki, A. Bianco, F. Maria Zerbi, M. Sekine, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Hori, “Fabrication Methods for Volume Binary Grating and Novel Immersion Grating by means of MEMS Technologies”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-26, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  86. T. Suzuki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, Y. Setsuhara, M. Shiratani, M. Sekine, M. Hori, “Subsequent Temporal Change of Gaseous Radical Density in H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> Plasmas after Different Processes”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-31, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  87. T. Tsutsumi, T. Ohta, M. Ito, S. Tsuchitani, M. Hori, “Non-Contact Temperature Measurement of Silicon Wafer Using Frequency Domain Low Coherence Interferometry”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-31, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  88. T. Hiraoka, M. Natsume, H. Kato, T. Tsutsumi, T. Ohta, M. Ito, K. Takeda, H. Kondo, M. Hori, “Temperature Measurement of Carbon Nanowall/Silicon Substrate Using Fourier-Domain Low-coherence Interferometry”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-35, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  89. S. Amasaki, T. Takeuchi, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, N. Sakurai, H. Hayashi, I. Sakai, T. Ohiwa, “Influence of SiF<sub>4</sub> Gas Addition to Sidewall Reaction during Deep Si Etching Using SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub> Plasma”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-37, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  90. T. Hayashi, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, A. Kono, K. Suu, “O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> Addition Effect for Si Etching in CF<sub>4</sub> Plasma”, 5th International Conference on PLAsma-NanoTechnology & Science, P-38, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10,

2012.

91. S. Tajima, K. Ishikawa, T. Hayashi, M. Hori, "Development of a Si Dry Chemical Etching Technique Using NO/F<sub>2</sub> Gas Mixtures without Using Plasmas", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-39, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
92. Y. Miyawaki, Y. Kondo, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, A. Ito, T. Suzuki, H. Matsumoto, M. Sekine, M. Hori, "Clarification of Mechanisms of Highly Selective SiO<sub>2</sub> Etching Process Using C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>F Gas", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-40, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
93. Y. Lu, S. Chen, R. Kometani, K. Ishikawa, H. Kondo, K. Takeda, M. Sekine, T. Egawa, H. Amano, M. Hori, "Stoichiometry Protection to As-etched GaN Surface Using High Temperature N<sub>2</sub> Plasma Assistance", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-41, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
94. S. Chen, Y. Lu, R. Kometani, K. Ishikawa, H. Kondo, H. Kano, Y. Tokuda, M. Sekine, T. Egawa, H. Amano, M. Hori, "Photoluminescence Recovery of Plasma Damaged GaN by Hydrogen Radical Annealing", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-42, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
95. R. Kometani, S. Chen, Y. Lu, C. David, K. Ishikawa, K. Takeda, H. Kondo, T. Egawa, H. Amano, M. Sekine, M. Hori, "Morphology on GaN Exposed to Plasmas at High Temperature", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-43, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
96. M. Inoue, T. Ohta, M. Ito, M. Hori, "Characteristics of Indium-zinc-oxide Films Formed by Magnetron Sputtering Based on Gas Phase Monitoring", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-53, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
97. K. Asano, H. Yamamoto, K. Ishikawa, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Modification of Si-O-Si Structures on Porous-SiOCH Films by O<sub>2</sub> Plasma Exposure and Air Exposure", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-56, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
98. A. Fukushima, Y. Abe, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Relationship between Silicon Thin Film Property and Flux Ratio of H Radical in SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> Plasma CVD", 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-60, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
99. Y. Lu, A. Fukushima, Y. Abe, Y. J. Kim, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "The Effect of the Deposition Rate of Microcrystalline Silicon Deposition Using a Hydrogen

- Radical Injection Plasma Source”, 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-61, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
100. A. Ando, T. Ohta, M. Ito, M. Hiramatsu, T. Suzuki, S. Inoue, Y. Ando, M. Hori, “Optical Emission Characteristics of Arc Plasma for Synthesizing Carbon Nanotubes”, 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-75, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  101. T. Horaguchi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, “Electron Field Emission Properties of Carbon Nanowalls”, 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-77, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  102. T. Maeda, M. Nagashima, M. Hiramatsu, H. Watanabe, H. Kondo, M. Hori, “Electrochemical Sensors Based on Carbon Nanowalls”, 5th International Conference on PLASMA-NanoTechnology & Science, P-78, Freude, Inuyama International Sightseeing Center, Aichi, Japan, March 9-10, 2012.
  103. K. Takenaka, K. Cho, Y. Setsuhara, M. Shiratani, M. Sekine, M. Hori, “Nano-surface analysis of plasma-polymer interactions for fabrications of flexible electronics with inorganic/organic hybrid structures”, 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1016A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
  104. I. Yajima, K. Nakagawa, H. Kondo, K. Takeda, M. Ito, M. Hori, “Therapeutic effect of non-thermal atmospheric plasma on tumor in vivo”, 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1018A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
  105. T. Hiraoka, N. Ebizuka, K. Takeda, T. Ohta, K. Ishikawa, M. Ito, K. Kawase, M. Sekine, M. Hori, “Terahertz time-domain spectroscopy for penicillium digitatum sterilization using non-equilibrium atmospheric pressure plasma”, 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1021A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
  106. K. Ishikawa, S. Iseki, H. Hashizume, T. Ohta, M. Ito, H. Kano, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Real time electron spin resonance observation of penicillium digitatum spores interacted with plasma”, 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1023A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
  107. H. Tanaka, S. Iseki, K. Nakamura, M. Hayashi, H. Kondo, H. Kajiyama, H. Kano, F. Kikkawa, M. Hori, “Selective killing of ovarian cancer cells through induction of apoptosis by a nonequilibrium atmospheric pressure plasma”, 4th International Symposium on Advanced



- Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1028A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
108. Y. Abe, A. Fukushima, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Loss kinetics of hydrogen radicals in silane plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2009A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  109. N. Sumi, K. Ishikawa, H. Horibe, A. Kano, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Analysis of surface reactions mechanism on organic materials with H radical irradiation by real-time/in-situ electron spin resonance", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2010A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  110. M. Kato, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Three dimensional investigation of activated species in O<sub>2</sub>/Ar nonequilibrium atmospheric pressure plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2011A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  111. Y. Kondo, Y. Miyawaki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, T. Hayashi, M. Sekine, M. Hori, "Mechanism of generating ions and radicals in C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>O plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2029A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  112. R. Kometani, S. Chen, Y. Lu, C. David, K. Ishikawa, H. Kondo, T. Egawa, H. Amano, M. Sekine, M. Hori, "Interaction with plasmas on gallium nitride at high temperature", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2037A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  113. Y. Lu, S. Chen, R. Kometani, K. Ishikawa, H. Kondo, K. Takeda, M. Sekine, T. Egawa, H. Amano, M. Hori, "Depth profiles on stoichiometry of plasma-etched GaN", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2038A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  114. T. Komuro, K. Takeda, K. Ishikawa, M. Sekine, Y. Ohya, H. Kondo, M. Hori, "Effect of DC-bias superposed to the upper electrode of dual-frequency capacitively coupled plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2039A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  115. Y. Miyawaki, Y. Kondo, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, A. Yamazaki, A. Ito, H. Matsumoto, M. Sekine, M. Hori, "Clarification of highly selective SiO<sub>2</sub> etching process using C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>F gas", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2040A, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
  116. K. Asano, H. Yamamoto, Y. Miyawaki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, A. Yamazaki, A. Ito,

- H. Matsumoto, M. Sekine, M. Hori, "Formation of smooth surface on 193 nm photoresist by C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>F/O<sub>2</sub>/Ar plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2041A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
117. T. Takeuchi, S. Amasaki, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "In situ XPS analysis of ArF photoresist surface modified by fluorocarbon ions and radicals", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P2042A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
118. L. Yu, J. Kuki, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Crystallographic analysis of amorphous carbon films synthesized by radical-injection plasma-enhanced chemical vapor deposition", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3018A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
119. M. Inoue, T. Ohta, N. Takota, M. Ito, M. Hori, "Formation of indium-zinc-oxide film using RF magnetron sputtering diagnosed by ultra violet absorption spectroscopy", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3019A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
120. Y. Lu, A. Fukushima, Y. Abe, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Effect of hydrogen radical injection on plasma enhanced chemical vapor deposition of microcrystalline silicon", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3021A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
121. J. Kuki, L. Yu, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Effects of RF bias on optical properties of amorphous carbon films grown by plasma-enhanced chemical vapor deposition", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3026A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
122. T. Urakawa, R. Torigoe, H. Seo, G. Uchida, N. Itagaki, K. Koga, M. Shiratani, Y. Setsuhara, M. Sekine, M. Hori, "Etching rate of carbon films deposited by H-assisted plasma CVD", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3035A, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
123. H. Shimoeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Hiramatsu, M. Sekine, M. Hori, "Evaluation of crystallographic properties of carbon nanowalls by raman spectroscopy", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3086C, Chubu Univ., Aichi, Japan, March 4-8, 2012.
124. T. Horibe, S. Mitsuguchi, H. Kano, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Hiramatsu, M. Sekine, M. Hori, "Formation and characteristics of TiO<sub>2</sub> nanoparticles-supported carbon nanowalls fabricated employing supercritical fluid", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and

its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3088C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.

125. H. Cho, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "Electrical properties and crystalline structures of carbon nanowalls grown by CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3089C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
126. H. Watanabe, H. Kondo, M. Hiramatsu, M. Sekine, M. Hori, "Formation of super-hydrophilic surface of CNWs employing atmospheric pressure plasma treatment", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3090C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
127. Y. Nihashi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Nucleation control of self-organized graphenes using inductively coupled plasma enhanced chemical vapor deposition", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3099C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
128. M. Naito, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Fabrication of graphene-based films using microwave plasma-enhanced CVD", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3103C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
129. A. Ando, T. Suzuki, S. Inoue, T. Ohta, Y. Ando, M. Ito, M. Hori, "Optical emission spectroscopy of arc plasma for synthesizing carbon nanotubes", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3104C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
130. K. Murata, M. Hiramatsu, S. Takashima, H. Kondo, M. Hori, "Radical densities in microwave plasma-enhanced chemical vapor deposition employing carbon-containing gas mixture", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3106C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
131. S. Mitsuguchi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, "Fabrication of carbon nanowalls on carbon fiber paper for fuel cell application", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3107C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
132. T. Horaguchi, M. Hiramatsu, M. Hori, H. Kondo, "Electron field emission properties of carbon nanostructures", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3108C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
133. S. Mitsuguchi, M. Hiramatsu, T. Horibe, H. Kondo, M. Hori, H. Kano, "Pt nanoparticle formation on grapheme by supercritical fluid chemical deposition", 4th International

Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3118C, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.

134. K. Yasuda, H. Kondo, M. Hiramatsu, M. Sekine, M. Hori, "Changing in crystalline structures of initial growth surfaces of carbon nanowalls", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 5p-C03OC, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
135. T. Kanda, K. Yamakawa, H. Kondo, M. Hiramatsu, M. Sekine, M. Hori, "Vertical lamination of carbon nanowalls by two-step growth method", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 5p-C06OC, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
136. S. Chen, Y. Lu, R. Kometani, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, "The role of hydrogen radical on plasma damaged gallium nitride", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 6a-A02OA, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
137. H. Hashizume, T. Ohta, T. Mori, M. Ito, F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, M. Hori, "Effect of atomic oxygen inactivation of spores of *P. digitatum* by low-temperature atmospheric-pressure plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 7a-A06OA, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
138. T. Suzuki, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, Y. Setsuhara, M. Shiratani, M. Sekine, M. Hori, "Field emission properties of 10-nm organic nanopillars fabricated by H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> mixture gas plasma etching", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 7a-C06OC, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
139. T. Hagino, H. Kano, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Effect of electrode materials on synthesis of nano-graphene by alcohol in-liquid plasma", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 8a-S06OD, Chubu Univ., Aitchi, Japan, March 4-8, 2012.
140. K. Seki, Alexander, S. Kozawa, T. Ujihara, Y. Takeda, "T6/16 Polytype-Selective Growth of SiC by Supersaturation Control in Solution Growth", June 29, 5th International Workshop on Crystal Growth Technology, IWCGT-5, Berlin, Germany, June 26-30, 2011.
141. K. Mizuno, T. Ujihara, Y. Takeda, Y. Aoki, Y. Takeuchi, "Improvement of reaction rate in AlN solution growth by Mg vapor supply", July 11, 9th International Conference on Nitride Semiconductors, Glasgow, UK, July 10-15, 2011.
142. K. Seki, Alexander, S. Kozawa, Y. Yamamoto, T. Ujihara, Y. Takeda, "Polytype-Controlled Solution Growth of 3C-SiC on 6H-SiC (0001) by Supersaturation in Si-Sc-C Ternary System", September 12, The 2011 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials,

- ICSCRM 2011, Cleveland, Ohio, USA, September 11-16, 2011.
143. Y. Yamamoto, K. Seki, S. Kozawa, Alexander, S. Harada, T. Ujihara, "Stable Growth of 4H-SiC Single Polytype by Controlling the Surface Morphology Using a Temperature Gradient in Solution Growth", September 12, The 2011 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials, ICSCRM 2011, Cleveland, Ohio, USA, September 11-16, 2011.
  144. T. Ujihara, S. Kozawa, K. Seki, Alexander, Y. Yamamoto, S. Harada, "Conversion Mechanism of Threading Screw Dislocation During SiC Solution Growth", September 14, The 2011 International Conference on Silicon Carbide and Related Materials, ICSCRM 2011, Cleveland, Ohio, USA, September 11-16, 2011.
  145. T. Ujihara, S. Kozawa, K. Seki, Y. Yamamoto, Alexander S. Harada, "Dissociation of Screw Dislocations Assisted by Step-flow Process in SiC Solution Growth", September 28, 14th International Conference on Defects - Recognition, Imaging and Physics in Semiconductors, DRIP14, Miyazaki, Japan, September 25-29, 2011.
  146. S. Harada, Alexander, K. Seki, Y. Yamamoto T. Ujihara, "Polytype transformation path on 4H-SiC during top-seeded solution growth", September 29, 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2011), Nagoya, Aichi, Japan, September 28-30, 2011.
  147. S. Harada, T. Ujihara, "Solution growth of high-quality SiC crystal for next-generation power device materials", 1<sup>st</sup> Global Conference on Materials and Technology for the Future "Green Vehicle", Dortmund, Germany, November 21, 2011.
  148. S. Harada, Alexander, K. Seki, Y. Yamamoto, T. Ujihara, J. Yamasaki, N. Tanaka, "Formation of Different Polytypes during 4H-SiC Solution Growth", December 10, International Symposium on EcoTopia Science 2011 (ISETS '11), 10P05-37, Nagoya, Aichi, Japan, December 9-12, 2011,.
  149. T. Ujihara, "Solution growth of high-quality SiC crystal - polytype control and defect elimination -", December 22, Nagoya Univ.-Tsinghua Univ.-Toyota Motor Corp.-Hokkaido Univ. -Univ. Electro. Sci. Tech. China Joint Symposium, Materials Science and Nanotechnology for the 21th Century, University of Electronic Science & Technology of China, Chengdu, P. R. China, December 21-24, 2011.
  150. T. Ujihara, "Solution growth of high-quality SiC crystal", INDO-JAPAN Conference on Frontier Nano-Materials for Energy (FNE-2012), Sharda University, Greater Noida, India, January 9-11, 2012.
  151. Y. Ohno, "Carbon-nanotube-based plastic electronics", 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials, Kyoto, Japan, Sep. 25-27, 2012 (Invited).
  152. Y. Ohno, "Carbon nanotube-based plastic electronics", International Conference of Young Researchers on Advanced Materials, Singapore, July 1-6, 2012 (Invited).

153. Y. Ohno, "Carbon-nanotube-based plastic electronics", 2012 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, Naha, Japan, June 27-29, 2012 (Invited).
154. Y. Ohno, "Carbon nanotube-based plastic electronics", Berkeley Nanotechnology Forum 2012, UC Berkeley, San Francisco, USA, April 14, 2012 (Keynote).
155. D. M. Sun, M. Y. Timmermans, A. Kaskela, A. G. Nasibulin, S. Kishimoto, T. Mizutani, E. I. Kauppinen, Y. Ohno, "All-carbon thin-film transistors and integrated circuits for flexible and transparent electronics", 2012 MRS Spring Meeting, San Francisco, USA, April 11, 2012.
156. Y. Ohno, "Physics and Devices of Nanocarbon Materials", MRS Spring Meeting, San Francisco, April 9, 2012 (Tutorial).
157. T. Mizutani, S. Kishimoto, "Fabrication of thin-film transistors using PECVD-grown carbon nanotubes and their application to integrated circuits", Workshop on Carbon Nanotube in Commemoration of the 20th Anniversary of its Discovery, Tokyo, Dec. 12, 2012 (Invited).
158. Y. Ohno, "Carbon-nanotube-based high-performance flexible electronics", The 1st Annual World Congress of Nano-S&T, Dalian, China, Oct. 23, 2011 (Invited).
159. K. Suzuki, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Charges in High-k Dielectric and Their Effects on Property of 1D Channel FETs", International Workshop on Quantum Nanostructure & Nanoelectronics, Tokyo, Japan, Oct. 3, 2011.
160. Y. Ohno, "Carbon nanotube TFTs and ICs for plastic electronics", International Workshop on Quantum Nanostructures and Nanoelectronics, 2011.10.03, Tokyo, Japan, Oct. 3, 2011, (Invited).
161. H. Imaeda, S. Kishimoto, Y. Ohno, T. Mizutani, "Observation of n-type conduction in CNTFETs with Au contacts in vacuum", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, Sep. 29, 2011.
162. D. M. Sun, M. Y. Timmermans, Y. Tian, A. G. Nasibulin, E. I. Kauppinen, S. Kishimoto, T. Mizutani, Y. Ohno, "High-performance Carbon Nanotube Thin-film Transistors with  $>600$   $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$  Mobility and  $>10^7$  On/off Ratio", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, Sep. 29, 2011.
163. K. Suzuki, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Interfaces of High-k Gate Insulator in Carbon Nanotube FETs", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, Sep. 29, 2011.
164. K. Housayama, Y. Okigawa, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Resistance distribution of CNT network measured by conductive atomic force microscopy", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials, Nagoya, Japan, Sep. 28, 2011.
165. Y. Okigawa, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Estimation of height of defect-induced barriers in metallic CNTs", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials,

Nagoya, Japan, Sep. 28, 2011.

166. Y. Ohno, "Flexible and high-performance carbon nanotube thin-film transistors and integrated circuits", Nano and Giga Challenges in Electronics, Photonics and Renewable Energy, Moscow, Russia, Sep. 12, 2011 (Invited).
167. Y. Ohno, "Carbon nanotube transistors: Control and integration", 14th International Workshop on New Approaches to High-Tech: Nano-Design, Technology, Computer Simulations, Aalto University, Espoo, Finland, Aug. 22, 2011 (Plenary).
168. T. Mizutani, Y. Okigawa, Y. Ono, S. Kishimoto, Y. Ohno, "High-Performance Medium-Scale Integrated Circuits Using Carbon Nanotube Thin-Film Transistors", International Conference on the Science and Application of Nanotubes 2011, Cambridge, United Kingdom, July 13, 2011.
169. K. Hata, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Enhancement of high-frequency characteristics of carbon nanotube FETs by chemical doping", International Conference on the Science and Application of Nanotubes 2011, Cambridge, United Kingdom, July 12, 2011.
170. M. Y. Timmermans, D. Estrada, D. M. Sun, M. Partanen, A. G. Nasibulin, Y. Ohno, E. Pop, E. I. Kauppinen, "Optimizing Carbon Nanotube Network Morphology for Thin Film Transistors", International Conference on the Science and Application of Nanotubes 2011, Cambridge, United Kingdom, July 11, 2011.
171. D. M. Sun, M. Y. Timmermans, Y. Tian, A. G. Nasibulin, E. I. Kauppinen, S. Kishimoto, T. Mizutani, Y. Ohno, "High-performance, Functional Carbon Nanotube Integrated Circuits On Plastic", International Conference on the Science and Application of Nanotubes 2011, Cambridge, United Kingdom, July 11, 2011.
172. S. Ishii, H. Imaeda, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Oxygen-Free Fabrication and Characterization of n-Type SWNT-FETs with Al Contacts", International Conference on the Science and Application of Nanotubes 2011, Cambridge, United Kingdom, July 11, 2011.
173. Y. Okigawa, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Measurement of the Defect-induced Barrier Height in Metallic CNTs", International Conference on the Science and Application of Nanotubes 2011, Cambridge, United Kingdom, July 11, 2011.
174. K. Suzuki, Y. Ohno, S. Kishimoto, T. Mizutani, "Interfaces in Carbon Nanotube FETs Studied by Kelvin Probe Force Microscopy", International Conference on the Science and Application of Nanotubes 2011, Cambridge, United Kingdom, July 11, 2011.
175. D. M. Sun, M. Y. Timmermans, Y. Tian, A. G. Nasibulin, E. I. Kauppinen, S. Kishimoto, T. Mizutani, Y. Ohno, "High-Performance, Functional Carbon Nanotube Integrated Circuits on Plastic", Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, 3A.6, Daejeon, Korea, June 30, 2011.
176. K. Maezawa, A. Kadoda, T. Iwasugi, K. Nakatani, K. Nakayama, K. Imaizumi, M. Mori, E.

- Miyazaki T. Mizutani, "Characterization of InSb MOS diodes on Si substrates prepared by surface reconstruction controlled epitaxyP", WOCSDICE 2011, Catania, Italy, May 30, 2011.
177. T. Mizutani, X. Li, S. Kishimoto, F. Nakamura, "Normally-off mode ALGAN/GAN HEMTS with P-INGAN CAP layer", WOCSDICE 2011, Catania, Italy, June 1, 2011
178. E. Miyazaki, S. kishimoto, T. Mizutani, "Improvement of the electrical properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> MOSFETs by (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S surface treatments", 5th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors, Toba, Japan, May 22, 2011.
179. H. Amano, G. J. Park, T. Tanikawa, Y. Honda, M. Yamaguchi, K. Ban, K. Nagata, K. Nonaka, K. Takeda, M. Iwaya, T. Takeuchi, S. Kamiyama, I. Akasaki, "IQE and EQE of the nitride-based UV/DUV LEDs," CLEO:2011, JTuD2, Baltimore, U.S.A., May 1-6, 2011.
180. H. Amano, T. Ohata, S. Sakakura, T. Sugiyama, T. Tanikawa, Y. Honda, M. Yamaguchi, N. Miyoshi, M. Imade, Y. Mori, K. Ban, M. Iwaya, T. Takeuchi, S. Kamiyama, I. Akasaki, "High temperature MOVPE of AlGa<sub>N</sub> for UV/DUV devices and increased pressure MOVPE of InGa<sub>N</sub> for green/yellow devices," E-MRS 2011 Spring Meetingm, 6.1, Nice, France, May 9-13, 2011,.
181. A. Suzuki, T. Mori, A. Fukuyama, T. Ikari, J.-H. Paek, and M. Yamaguchi, "Photoluminescence and photoreflectance studies of a silicon related impurity levels in catalyst free MBE-VLS grown GaAs nanowires on (111)Si substrate," E-MRS 2011 Spring Meetingm, 7.16, Nice, France, May 9-13, 2011.
182. S. Kawakita, H. Iwata, D. Kato, T. Tachibana, Y. Tani, T. Nakajima, N. Sawaki, M. Irie, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, "High-quality Ga<sub>N</sub> grown on (111)Si using an AlIn<sub>N</sub> intermediate layer," 5th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS-2011), Mo-P36, Toba, May 22-26, 2011.
183. T. Mitsunari, T. Tanikawa Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, "Reduction of residual stress of Ga<sub>N</sub> on Si(111) substrates using void formation techniques," 5th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS-2011), We-B6, Toba, May 22-26, 2011.
184. H. Amano, T. Tabata, G.J. Park, T. Murase, T. Sugiyama, T. Tanikawa, Y. Kawai, Y. Honda, M. Yamaguchi, K. Takeda, M. Iwayama, T. Takeuchi, I. Akasaki, M. Imade, Y. Kitaoka, Y. Mori, "Internal quantum efficiency of nitride-based light emitting devices," 5th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS-2011), We-D2, Toba, May 22-26, 2011 (Invited).
185. T. Tabata, J. H. Paek, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, "Growth of InGa<sub>N</sub> nanowires on a (111)Si substrate by RF-MBE," 5th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS-2011), We-P28, Toba, May 22-26, 2011.
186. K. Yamashita, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, N. Sawaki, "Carbon Doping of (1101) Ga<sub>N</sub> by MOVPE," 5th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS-2011), We-P41, Toba, May 22-26, 2011.



187. K. Hagiwara, R. Katayama, M. Amano, N. Sawaki, N. Koide, Y. Honda, M. Yamaguchi, and H. Amano, "Local vibration modes in a carbon doped (1-101)AlGa<sub>N</sub> grown on a (111)Si substrate", 5th Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors (APWS-2011) , We-P42, Toba, May 22-26, 2011.
188. H. Amano, "Impact of high temperature growth of AlGa<sub>N</sub> by MOVPE and its application to high efficiency UV/DUV light emitting devices", 14th European Workshop on Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (EWMOVPE 2011), Wrocław , Poland, June 5-8, 2011 (Invited).
189. H. Amano, "Review of R&D and Technology status of LEDs in Japan", LED EXPO 2011, Gyeonggi-do , Korea, June 21-24, 2011(Invited).
190. T. Taniyama, E. Wada, Y. Shirahata, M. Itoh, and M. Yamaguchi, "Resonant Electron Spin Transmission Across Ferromagnetic Metal/semiconductor Interfaces", The International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT2011), L-PO3-27, Suntec , Singapore, June 26-July 1, 2011.
191. H. Amano, "High In content InGa<sub>N</sub> for Solar Cell applications", 9th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-9), P1.2 (Plenary), Glasgow ,U.K., July 10-15, 2011.
192. T. Mitsunari, T. Tanikawa Y. Honda, M. Yamaguchi, and H. Amano, "In Situ Void Formation Technique Using AlN Shell Structure on GaN Stripes Grown on C-sapphire Substrates", 9th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-9), B1.3, Glasgow , U.K., July 10-15, 2011.
193. T. Tabata, J.H. Paek, Y. Honda, M. Yamaguchi, and H. Amano, "Growth of InGa<sub>N</sub> Nanowires on a (111)Si Substrate by RF-MBE", 9th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-9), PC1.38, Glasgow , U.K., July 10-15, 2011.
194. M. H. Kim, C. Pernot, T. Fujita, S. Fukahori, T. Inazu, Y. Nagasawa, A. Hirano, M. Ippommatsu, T. Takeuchi, S. Kamiyama, M. Yamaguchi, Y. Honda, H. Amano, and I. Akasaki, "Over 5mW CW-Operation of AlGa<sub>N</sub>-based DUV-LED fabricated on PSSs", 9th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-9), F4.7, Glasgow , U.K., July 10-15, 2011.
195. T. Tanikawa, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, and N. Sawaki, "Strain relaxation in thick (1-101) InGa<sub>N</sub> grown on GaN/Si substrate", 9th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-9), PB2.25, Glasgow ,U.K., July 10-15, 2011.
196. T. Sugiyama, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, Y. Isobe, Y. Yasue, Y. Oshimura, M. Iwaya, T. Takeuchi, S. Kamiyama, I. Akasaki, M. Imade, Y. Kitaoka, and Y. Mori, "Small current collapse in AlGa<sub>N</sub>/GaN HFETs on a-plane GaN self-standing substrates", 9th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-9), PI2.23, Glasgow , U.K. July 10-15, 2011.
197. C. Pernot, T. Inazu, S. Fukahori, M. H. Kim, Y. Nagasawa, A. Hirano, M. Ippommatsu, T. Takeuchi, S. Kamiyama, I. Akasaki, M. Yamaguchi, Y. Honda, and H. Amano, "Development of Deep UV-Light Source Based on High Power AlGa<sub>N</sub> LEDs", 9th International Conference

- on Nitride Semiconductors (ICNS-9), F5.3, Glasgow, U.K., July 10-15, 2011.
198. A. Mishima, T. Makino, M. Iwaya, T. Takeuchi, S. Kamiyama, I. Akasaki, S. Sakakura, T. Tanikawa, Y. Honda, and H. Amano, "Growth of AlInN by raised-pressure metalorganic vapor phase epitaxy", 9th International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-9), PB2.39, Glasgow, U.K., July 10-15, 2011.
  199. A. Suzuki, T. Mori, A. Fukuyama, T. Ikari, J.-H. Paek, and M. Yamaguchi, "Photoluminescence and photoreflectance spectra of silicon related impurity levels in catalyst free MBE-VLS grown GaAs nanowires on (111)Si substrate", The 15th International Conference on Modulated Semiconductor structures (MSS-15), We-P-96, Tallahassee, U.S.A., July 25-29, 2011.
  200. J. H. Paek, M. Yamaguchi, and H. Amano, "Thermoelectric power of catalyst-free GaAs nanowires grown by MBE-VLS method", 2011 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2011), P-13-7, Nagoya, September 28-30, 2011.
  201. J.S. Son, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, K. H. Baik, Y. G. Seo, and S.M. Hwang, "Effect of nonpolar a-plane GaN grown by SiN<sub>x</sub> interlayer loop times", 12th International Young Scientists Conference Optics and High Technology Material Science - SPO 2011, Kyiv, Ukraine, October 27-30, 2011.
  202. H. Amano, T. Sugiyama, T. Tanikawa, Y. Honda, M. Yamaguchi, A. Mishima, T. Makino, M. Iwaya, M. Imade, Y. Kitaoka, Y. Mori, "Effect of high-quality GaN substrates on improvement of performance of group-III-nitride-based devices", International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society Eco-materials and Eco-innovation for Global Sustainability (ECO-MATES 2011), CSI-1, Osaka, November 28-30, 2011.
  203. T. Tanikawa, T. Mitsunari, M. Kushimoto, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, and N. Sawaki, "Reduction of dislocations and residual stress in GaN grown on patterned Si substrate", 11th International Akasaki Research Center Symposium, Nagoya, Dec 9, 2011.
  204. H. Amano, "Second- and third-generation nitride-based LEDs for lighting applications and challenges facing for future photovoltaic applications", 3rd Global COE International Symposium -Electronic Devices Innovation - (EDIS2011), Osaka, Dec 16-17, 2011 (Invited).
  205. N. Sawaki, K. Hagiwara, N. Koide, Y. Honda, M. Yamaguchi, H. Amano, "A local vibration mode in a carbon doped (1-101)AlGa<sub>N</sub>", SPIE Photonics West, San Francisco, U.S.A., 8262-12, Jan 21-26, 2011.
  206. K. Hagiwara, N. Sawaki, N. Koide, Y. Honda, M. Yamaguchi, and H. Amano, "Carbon related local vibration mode in a (1-101)AlGa<sub>N</sub> grown on a (111)Si substrate", 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2012), 6a-B06OB, Nagoya Mar 4-6, 2012.
  207. S. Kawakita, H. Iwata, N. Sawaki, M. Irie, Y. Honda, M. Yamaguchi, and H. Amano, "HRTEM analyses of GaN/AlInN/(111)Si grown by MOVPE", 4th International Symposium on

- Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2012), P3057B, Nagoya, Mar 4-6, 2012.
208. H. Ikuta, T. Kawaguchi, H. Uemura, T. Ohno, M. Tabuchi, T. Ujihara, and Y. Takeda, "MBE Growth and Characterization of LnFeAs(O,F) (Ln=La, Nd) Thin Films", International Workshop on Nobel Superconductors and Super Materials 2011 (NS22011), O-1-04, Tokyo, Japan, Mar 6-8, 2011.
209. T. Kawaguchi, H. Uemura, T. Ohno, M. Tabuchi, T. Ujihara, Y. Takeda, and H. Ikuta, "MBE Growth of NdFeAs(O,F) Superconducting Thin Films on Various Substrates", International Workshop on Nobel Superconductors and Super Materials 2011 (NS22011), P-056, Tokyo, Japan, Mar. 6-8, 2011.
210. T. Koyama, Y. Asada, H. Shinohara, A. Nakamura, "Femtosecond exciton energy transfer between inner and outer nanotubes in double-walled carbon nanotubes", 第 16 回固体のルミネセンスと分光に関する国際会議(ICL'11), ミシガン大学, 6 月 26 日 - 7 月 1 日(2011).
211. A. Nakamura, T. Koyama, Y. Miyata, Y. Asada, H. Shinohara, H. Kataura, "Energy transfer of one-dimensional excitons between polyfluorene-wrapped single-walled carbon nanotubes", 第 16 回固体のルミネセンスと分光に関する国際会議(ICL'11), ミシガン大学, 6 月 26 日 - 7 月 1 日(2011).
212. H. Kishida, K. Hibino, A. Kondo, "Nonlinear optical spectroscopy of polaron states in doped conjugated polymers", 第 16 回固体のルミネセンスと分光に関する国際会議(ICL'11), ミシガン大学, 6 月 26 日 - 7 月 1 日
213. A. Nakamura, T. Koyama, S. Shimizu, T. Saito, Y. Miyata, H. Shinohara, "Photoluminescence due to exciton recombination in metallic single-walled carbon nanotubes", ナノチューブの科学と応用に関する国際会議 (NT'11), ケンブリッジ大学, 7 月 11 日 - 7 月 16 日(2011).
214. B. Kim, S. Uno, and K. Nakazato, "Miniature On-chip Spiral Inductor RFID Tag Antenna Fabricated with Metal Layer of Standard CMOS Process for Biosensor Applications", International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications, 2011 年 9 月 13 日, Trino, Italy
215. B. Kim, S. Uno, K. Nakazato, "Wireless Charge Based Capacitance Measurement Circuits with On-chip Spiral Inductor for RFID Biosensor", International Conference on Solid State Device and Materials, 2011 年 9 月 29 日, 愛知県産業労働センター(愛知県)
216. Y. Sugiura, H. Liu, T. Iwata, Y. Sugiyama, S. Nagai, K. Kajiwara, K. Hata, K. Asaka and Y. Saito, "Fabrication of Gas Field Ion Emitter by Field Induced Oxygen Etching Method", 8th Inter. Symp. on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (ALC'11), Olympic Parktel, Seoul, Republic of Korea, May 22 - 27, 2011.

217. H. Hu, A. Ruammitree, H. Nakahara, K. Asaka and Y. Saito, "Growth of Large-scale Domains of Epitaxial Graphene on C-face SiC", 8th Inter. Symp. on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (ALC'11), Olympic Parktel, Seoul, Republic of Korea, May 22–27, 2011.
218. A. Ruammitree, H. Hu, H. Nakahara, K. Akimoto, S. Harada, K. Soda and Y. Saito, "Determination of Epitaxial Graphene Thickness by X-ray Diffraction and Raman", 8th Inter. Symp. on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (ALC'11), Olympic Parktel, Seoul, Republic of Korea, May 22–27, 2011.
219. H. Nakahara, S. Ichikawa, T. Ochiai, Y. Kusano and Y. Saito, "Carbon Nanotube Electron Source for Field Emission Scanning Electron Microscopy", 8th Inter. Symp. on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (ALC'11), Olympic Parktel, Seoul, Republic of Korea, May 22–27, 2011.
220. H. Sato, K. Haruki, M. Watanabe, K. Hata and Y. Saito, "Effect of Geometry of Vertically Aligned Carbon Nanotube Pillar Array on Its Field Emission Property", 8th Inter. Symp. on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (ALC'11), Olympic Parktel, Seoul, Republic of Korea, May 22–27, 2011.
221. K. Asaka, T. Nakayama, K. Miyazawa and Y. Saito, "Structure of Heat-treated Fullerene Nanowhiskers and Their Field Emission Properties", 8th Inter. Symp. on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (ALC'11), Olympic Parktel, Seoul, Republic of Korea, May 22–27, 2011.
222. M. Karita, K. Asaka, H. Nakahara and Y. Saito, "In-situ TEM Study on the Improvement of Contact Resistance between a Carbon Nanotube and Metal Electrodes by Local Melting", 8th Inter. Symp. on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '11 (ALC'11), Olympic Parktel, Seoul, Republic of Korea, May 22–27, 2011.
223. M. Karita, Koji Asaka and Yahachi Saito, "In-situ TEM Study on Structure and Electrical Resistance Changes in a CNT-Metal Contact Induced by Local Heating", A3 Symposium on Emerging Materials: Nanomaterials for Energy and Environments, Ruihao International Hotel, Urumqi, China, October 13 - 15, 2011.
224. Y. Saito, "Field Emission Property of Carbon Nanotubes and Their Application to Display Devices", 7th Microoptics Conference (MOC11), Sendai International Center, Sendai, Japan, Oct. 30–Nov. 2, 2011.
225. Y. Saito, "Carbon Nanotube Field Emitter: Emission Properties and Applications to Vacuum Electronic Devices", Workshop on Carbon Nanotube in Commemoration of The 20th Anniversary of its Discovery, The International House of Japan, Tokyo, Dec. 12-13, 2011.
226. K. Nakakubo, K. Asaka, H. Nakahara and Y. Saito, "In-situ TEM and FEM study on field emission from exfoliated multilayered graphene", Inter. Symp. on Role of Electron Microscopy

- in Industry, Noyori Conference Hall, Nagoya University, January 19-20, 2012.
227. M. Karita, K. Asaka, H. Nakahara and Y. Saito, "In-situ TEM Study on Changes in Structure and Electrical Conductance of Carbon Nanotube—Metal Contact Induced by Local Joule Heating", Inter. Symp. on Role of Electron Microscopy in Industry, Noyori Conference Hall, Nagoya University, January 19-20, 2012.
228. Y. Baba, "Nanobiodevice for biomedical applications", Villa Conference on Interactions among Nanostructures (VCIAN) , Las Vegas, USA , April 21-25,2011 (invited).
229. Y. Baba, "Nanobiodevice from Single Biomolecule and Cell Analysis to Biomedical Applications", ICAS 2011 , Kyoto, Japan, May 23, 2011.
230. Y. Baba, "Nanobiodevice based single molecule and cell sensing for cancer diagnosis and in vivo imaging for stem cell therapy", Transducers 2011 ,Beijing, China, June 5-9, 2011 (invited).
231. Y. Baba, "Nanobiodevice for single biomolecular and cellular analysis for cancer diagnosis and in vivo imaging for stem cell therapy", 2011 Gordon Research Conference on the Physics and Chemistry of Microfluidics ,Waterville Valley, USA,June 28, 2011(invited).
232. Y. Baba, "Nanobiodevice for single biomolecular and cellular sensing for cancer diagnosis and in vivo imaging for stem cell therapy", AsianChemical Congress, Bangkok, Thailand,September 7, 2011 (invited).
233. Y. Baba, "Nanobiodevice for single biomolecular and cellular analysis for cancer diagnosis and in vivo imaging for stem cell therapy", 37th International Symposium on High-Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques (HPLC 2011 Dalian) , Dalian, China, October 8-11, 2011.
234. Y. Baba, "Single DNA manipulation and analysis for cancer metastasis diagnosis and nanopore DNA sequencing", International Symposium on Nucleic Acid Chemistry, Sendai, Japan, November 9, 2011 (invited).
235. Y. Baba, "Nanobiodevice based single molecule and single cell sensing for cancer diagnosis and in vivo imaging of stem cell therapy", IEEE international conference on Nano/Molecular Medicine and Engineering , Korea, November 11, 2011 (invited).
236. Y. Baba, "Nanobiodevice for future personalized medicine and evidence based healthcare", JST-NSF , California, USA, November 12, 2011.
237. Y. Baba, "Nanobiodevice for Green and Live Innovation", International Symposium on Materials and Technology for Future Green Vehicle, Dortmund, Germany, November 21,2011 (invited).
238. Y. Baba, "Nanobiodevice for Single Biomolecule and Single Cell Analysis for Cancer Diagnosis and Stem Cell Therapy", APCE 2011, Australia, November 27-30, 2011(invited).
239. Y. Baba, "Nanobiodevice for Single Biomolecule and Single Cell Imaging towards Cancer

- Diagnosis and Stem Cell Therapy”, 12th International Symposium on Biomimetic Materials Processing (BMMP-11) ,Nagoya, Japan, January 24, 2012 (invited).
240. Y. Baba, “Nanobiodevice for Single Biomolecule and Single Cell Imaging towards Cancer Diagnosis and Stem Cell Therapy”, Spain-Japan Bionanoseparation workshop, Madrid, Spain, January 26, 2012 (invited).
241. Y. Baba, “Research in FIRST Research Center for Innovative Nanobiodevices”, Nagoya University, Nanotechnology Cancer Asia-Pacific Network, February videoconference, Nagoya, Japan, February 15, 2012.
242. Y. Baba, “Nanobiodevice based single molecule and single cell sensing for cancer diagnosis and in vivo imaging of stem cell therapy”, International Nanomedicine Symposium, Nagoya, Japan, March 15, 2012.
243. Y. Baba, “Nanobiodevice based single molecule and single cell sensing for cancer diagnosis and in vivo imaging of stem cell therapy”, ACS Spring 2012 National Meeting & Exposition, San Diego, USA, March 25-29, 2012 (invited).
244. Y.Sakai, “IV-SFG Studies on Alkane/Ionic Liquid Interfaces”, 11th IRTG JOINT SYMPOSIUM, Münster, Germany, May 9-10, 2011.
245. Y. Ouchi, T. Iwahashi, Y. Sakai, D. Kim, T. Ishiyama, A. Morita, “Hydrogen Bonding and Local Structures of Ionic Liquids/H<sub>2</sub>O,Alcohols Interfaces Studied by Nonlinear Vibrational Spectroscopy and MD Simulation”, 4th Congress on Ionic Liquid (COIL-4), Washington DC, U.S.A., June 15-18, 2011.
246. Y. Jeon, D. Vaknin, W. Sung, J. Sung, D. Kim, W. Bu, Y. Ouchi, “Surface Crystallization of an Ionic Liquid”, 4th Congress on Ionic Liquid (COIL-4), Washington DC, U.S.A., June 15-18, 2011.
247. Y.Sakai, T. Iwahashi, Y. Ogawa, T. Ishiyama, A. Morita, D. Kim, Y. Ouchi, “IV-SFG Studies on Ionic Liquid /Alkane Interfaces”, 4th Congress on Ionic Liquid (COIL-4), Washington DC, U.S.A. , June 15-18, 2011.
248. Y. Ouchi, “Nonlinear Vibrational Spectroscopic Studies on Water/Ionic Liquid ([C<sub>n</sub>mim]TfSA: n=4,8) Interfaces”, Faraday Discussions, Belfast, UK, August 22-24, 2011.
249. Y. Sakai, T. Iwahashi, Y. Ogawa, T. Ishiyama, A. Morita, D. Kim, Y. Ouchi, “IV-SFG Studies on Ionic Liquid / Alkane Interfaces”, The 12th Joint Seminar University of Munster-Nagoya University, Nagoya, Japan, October 3-4, 2011.
250. W. Zhou, Y. Wang, W. Cao, R. Yin, Y. Ouchi, “Interface of Electrode/Ionic liquid Studied by in situ Sum Frequency Generation (SFG) and Capacitance Measurements”, The 16th meeting of Chinese Society of Electrochemistry, Chongqing, China, October 14-16, 2011.
251. Y. Wang, J. Yang, W. Zhou, W. Cao, R. Yin, Y. Ouchi, “Interfacial Capacitance Measurements at Polycrystalline Pt/Room-Temperature Ionic Liquids Interface” , 2011 Meeting of Plating and

- Surface Processing, Shanghai, China, November 20-22, 2011.
252. H. Liu, W. Zhou, R. Yin, D. Cheng, Y. Ouchi, "Electrodeposition of Mg: A Preliminary Observation in a Steel/Ionic Liquid-Grignard Solution System", 2011 Meeting of Plating and Surface Processing, Shanghai, China, November 20-22, 2011.
253. Y. Sakai, T. Iwahashi, T. Ishiyama, A. Morita, D. Kim, A. Hishikawa, Y. Ouchi, "IV-SFG Studies on Alkane / Ionic Liquid Interfaces", Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
254. S. Cha, T. Shim, Y. Ouchi, D. Kim, "Fluorescence Correlation Spectroscopy Study on the Room-temperature Ionic Liquids", ICAMD 2011 (The 7th International Conference on Advanced Materials and Devices), Jeju Island, Korea, December 7-9, 2011.
255. E. Yashima, "Helical Polymers: Synthesis, Structure and Function", The 6th International Symposium on Integrated Molecular and Macromolecular Materials Engineering (ISIMME2011), Beijing, China, June 6-9, 2011(invited).
256. E. Yashima, "Supramolecular Assembly of Helical Polymers and Oligomers", The Gordon Research Conference on Supramolecules and Assemblies, Barga, Italy, June 19-24, 2011(invited).
257. E. Yashima, "Synthesis and Function of Multiple-Stranded Helical Oligomers and Polymers", The 23rd International Symposium on Chirality (Chirality 2011, ISCD-23), Liverpool, UK, July 10-13, 2011(invited).
258. E. Yashima, "Synthesis and Function of Multiple-Stranded Helical Oligomers and Polymers", ChinaNANO 2011, Beijing, China, September 7-9, 2011(invited).
259. E. Yashima, "Helical Polymers that can Sense Chirality and Separate Enantiomers", The Annual Symposium at the Macromolecular Science and Engineering at the University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA, October 27, 2011 (invited).
260. E. Yashima, "Functional Helical Polymers and Oligomers as Chiral Materials", 2012 Symposium of Frontier Polymer Science and Applications, Zhongli City, Taoyuan County, Taiwan, January 17, 2012 (invited).
261. E. Yashima, "Synthesis and Functions of Synthetic Helical Oligomers and Polymers", Bordeaux 2012 Symposium on Foldamers, Bordeaux, France, January 30-February 2, 2012 (invited).
262. S. Iwahana, T. Mizoguchi, H. Iida, and E. Yashima, "Synthesis and Application of Functional Polymers with Optically Active Riboflavin Residue as the Main-Chain and Their Catalytic Activity", The 2011 International Symposium on Molecular Systems ~Global COE Symposium for Young Researchers~, P20, Fukuoka, Japan, May 9-11, 2011.
263. H. Kawai, S. Qi, A. Kitaura, H. Iida, and E. Yashima, "Helicity Induction and Memory of Syndiotactic Polymethacrylates and Encapsulation of Fullerenes in the Helical Cavity", The 6th

International Symposium on Integrated Molecular and Macromolecular Materials Engineering (ISIMME2011), M36, Beijing, China, June 6-9, 2011.

264. W. Makiguchi, S. Kobayashi, Y. Furusho, and E. Yashima, "Double Helix Formation of m-Terphenyl-Based Oligomers Bearing Achiral Carboxylic Acid and Helix Induction with Chiral Amines", The 6th International Symposium on Integrated Molecular and Macromolecular Materials Engineering (ISIMME2011), M60, Beijing, China, June 6-9, 2011.
265. H. Yamada, H. Ito, Y. Furusho, and E. Yashima, "Template Syntheses of Complementary Double Helices Utilizing Amidinium-Carboxylate Salt Bridge Formation", Global COE in Chemistry Annual Symposium 2011, R-06, Nagoya, Japan, June 15, 2011.
266. Z. Tang, H.-Y. Hu, H. Iida, and E. Yashima, "Synthesis of Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Cinchona Alkaloid Pendants and Their Application in Enantioselective Henry Reaction", Global COE in Chemistry Annual Symposium 2011, p-01, Nagoya, Japan, June 15, 2011.
267. S.-D. Oh, T. Miyabe, H. Iida, and E. Yashima, "Synthesis of Helical Poly(phenyl isocyanide) Bearing Riboflavin-Derived Pendants and Its Chiroptical Property", Global COE in Chemistry Annual Symposium 2011, p-03, Nagoya, Japan, June 15, 2011.
268. A. Li, Y. Nakatani, H. Yamada, and E. Yashima, "Modular Design of Helical-Ligand Metal-Organic Frameworks: From Integrated Structures to Advanced Functions", Global COE in Chemistry Annual Symposium 2011, p-10, Nagoya, Japan, June 15, 2011.
269. S. Iwahana, T. Mizoguchi, H. Iida, and E. Yashima, "Synthesis of Optically Active Polymers with Riboflavin Residues as the Main-Chain and Their Catalytic Activity", Global COE in Chemistry Annual Symposium 2011, p-17, Nagoya, Japan, June 15, 2011.
270. W. Makiguchi, S. Kobayashi, Y. Furusho, and E. Yashima, "Double Helix Formation of m-Terphenyl-Based Achiral Carboxylic Acid Oligomers and Helix Induction with Optically Active Amines", Global COE in Chemistry Annual Symposium 2011, p-64, Nagoya, Japan, June 15, 2011.
271. K. Miwa, K. Shimizu, H. Min, Y. Furusho, and E. Yashima, "Synthesis and Structures of Double-Stranded Boron Helicates Containing Functional Groups on Terminal Phenols", The 23rd International Symposium on Chirality (Chirality 2011, ISCD-23), BIOLOGICAL ASPECTS OF CHIRALITY-506, Liverpool, UK, July 10-13, 2011.
272. S. Iwahana, T. Mizoguchi, H. Iida, and E. Yashima, "Synthesis of a Functional Polymer with Optically Active Riboflavin Residues as the Main-Chain and Its Application to Asymmetric Oxidation of Sulfides", The 23rd International Symposium on Chirality (Chirality 2011, ISCD-23), BIOLOGICAL ASPECTS OF CHIRALITY-515, Liverpool, UK, July 10-13, 2011.
273. S. Iwahana, T. Mizoguchi, H. Iida, and E. Yashima, "Synthesis of Optically Active Polymers with Riboflavin Residues as the Main-Chain and Its Application to Enantioselective



- Organocatalyst”, Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions and 7th and 8th Yoshimasa Hirata Memorial Lectures, P-59, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
274. W. Makiguchi, S. Kobayashi, Y. Furusho, and E. Yashima, “Double Helix Formation of m-Terphenyl-Based Achiral Carboxylic Acid Dimers and Helix Induction with Optically Active Amines”, Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions and 7th and 8th Yoshimasa Hirata Memorial Lectures, P-60, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
275. Z. Tang, H.-Y. Hu, H. Iida, and E. Yashima, “Asymmetric Henry Reaction Assisted by Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Cinchona Alkaloid Pendants through Amide Linkers”, Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions and 7th and 8th Yoshimasa Hirata Memorial Lectures, P-61, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
276. H. Yamada, Z.-Q. Wu, T. Maeda, K. Miwa, Y. Furusho, and E. Yashima, “Thermodynamic and Kinetic Stabilities of Complementary Double Helices Utilizing Amidinium-Carboxylate Salt Bridges”, Bordeaux 2012 Symposium on Foldamers, poster16, Bordeaux, France, January 30-February 2, 2012.
277. W. Makiguchi, S. Kobayashi, Y. Furusho, and E. Yashima, “Double Helix Formation of m-Terphenyl-based Conjugated Polymer Bearing Carboxylic Acid Groups and One-Handed Helix Induction with Chiral Amines”, Bordeaux 2012 Symposium on Foldamers, poster17, Bordeaux, France, January 30-February 2, 2012.
278. H. Kashida, K. Murayama, T. Toda, X.G. Liang, and H. Asanuma, “Old but New Artificial Nucleic Acids from Acyclic Threoninol (aTNA) and Serinol (SNA)”, XVth Symposium on Chemistry of Nucleic Acid Components, Český Krumlov, Czech Republic, June 5-10, 2011. (invited)
279. H. Asanuma, “Photon-fuelled nanomachine carrying azobenzene as molecular engine”, the second A3RONA 2011 China, Wuhan, Oct. 14-16, 2011(invited).
280. H. Kashida, K. Sekiguchi, H. Asanuma, “Development of Insulator Base Pairs for the Drastic Enhancement of Quantum Yield”, XVth Symposium on Chemistry of Nucleic Acid Components, Český Krumlov, Czech Republic, June 5-10, 2011.
281. T. Fujii, Y. Hara, T. Osawa, H. Kashida, X.G. Liang, Y. Yoshida, H. Asanuma, “Enhancement of excitonic interaction by asymmetric hetero dye-clustering in DNA duplexes for the efficient quenching of a fluorophore”, The 38th International Symposium on Nucleic Acid Chemistry, Sapporo, Japan, November 9-11, 2011.
282. K. Murayama, T. Toda, H. Kashida, H. Asanuma, “New artificial nucleic acids from acyclic diols”, The 38th International Symposium on Nucleic Acid Chemistry, Sapporo, Japan,

November 9-11, 2011.

283. H. Ito, X.G. Liang, H. Asanuma, "Enhancement of RNAi activity and reduction of non-specific effect using modified siRNA involving an intercalator", The 38th International Symposium on Nucleic Acid Chemistry, Sapporo, Japan, November 9-11, 2011.
284. H. Kashida, K. Sekiguchi, T. Kato, H. Asanuma, "Design of novel artificial base pairs for the enhancement of fluorescence", The 38th International Symposium on Nucleic Acid Chemistry, Sapporo, Japan, November 9-11, 2011.
285. T. Osawa, T. Fujii, X.G. Liang, H. Kashida, Y. Yoshida, N. Shimada, A. Maruyama, H. Asanuma, "Highly sensitive in-stem molecular beacon system chaperoned by a cationic copolymer", The 38th International Symposium on Nucleic Acid Chemistry, Sapporo, Japan, November 9-11, 2011.
286. T. Doi, T. Hayashi, T. Fujii, T. Sakakibara, H. Kashida, H. Asanuma, "Photocrosslinking of DNA through photodimerization of p -methylstilbazole", The 38th International Symposium on Nucleic Acid Chemistry, Sapporo, Japan, November 9-11, 2011.
287. M. Kamigaito, "Recent Developments in Precision Control of Radical Polymerization", 2nd International Symposium on Controlled/Living Polymerization (CLP11), Antalya, Turkey, April 12-16, 2011.
288. M. Kamigaito and K. Satoh, "Living Cationic and Radical Polymerization for Precision Polymer Synthesis", International Symposium on Ionic Polymerization (IP'11), Akron, USA, July 10-16, 2011.
289. M. Kamigaito, K. Satoh, and M. Mizutani, "Simultaneous Metal-Catalyzed Living Radical Polymerization and Step-Growth Radical Polymerization for Monomer Sequence Control", The 242nd National Meeting of the American Chemical Society, Denver, USA, August 28-September 1, 2011.
290. M. Kamigaito, "Control of Polymer Structure by Transition Metal Catalyzed Radical Polymerization", 61st Japan Society of Coordination Chemistry, Okayama, Japan, September 17-19, 2011.
291. K. Satoh and M. Kamigaito, "Controlled Radical Polymerization for Precision Polymer Synthesis", 5th Pacific Symposium on Radical Chemistry (PSRC-5), Shirahama, Japan, September 25-28, 2011.
292. M. Kamigaito, "Precision Radical Polymerization for Monomer Sequence Control", Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
293. K. Satoh and M. Kamigaito, "Design of Novel Synthetic Polymers via Metal-Catalyzed Step-Growth Radical Polymerization", Annual Spring Meeting of Polymer Society of Korea, Daejeon, Korea, April 7-8, 2011.

294. K. Satoh and M. Kamigaito, "Controlled/Living Polymerizations of Naturally-Occurring Terpenes", Establishment of Carbon-Cycle-System with Natural Rubber (ESCANBER) KICK-OFF SYMPOSIUM, Hanoi, Vietnam, August 2-5, 2011.
295. K. Satoh and M. Kamigaito, "Mechanistic Transformation between RAFT and Living Cationic Polymerization", The 242nd National Meeting of the American Chemical Society, Denver, USA, August 28-September 1, 2011.
296. K. Satoh and M. Kamigaito, "Mechanistic Transformation of Active Species during Vinyl Polymerization", 14th Asian Chemical Congress (14ACC), Bangkok, Thailand, September 5-8, 2011.
297. K. Satoh and M. Kamigaito, "Precision Polymerization of Renewable Vinyl Monomers for Novel Bio-based Polymers", The 3rd International Conference on Biobased Polymers (ICBP2011), Beijing, China, October 18-21, 2011.
298. P. C. Chua, M. A. Kelland, T. Hirano, K. Ishitake, and M. Kamigaito, "Kinetic Hydrate Inhibition of Poly(N-alkyl(meth)acrylamide)s with Different Tacticities", The 7th International Conference of Gas Hydrates (ICGH7), Edinburgh, UK, July 17-21, 2011.
299. M. Matsuda, K. Satoh, K. Nagai, and M. Kamigaito, "AAB-Sequence-Regulated Radical Copolymerization of Naturally-Occurring Limonene with Maleimide: An End-to-End Sequence-Regulated Copolymer", The 242nd National Meeting of the American Chemical Society, Denver, USA, August 28-September 1, 2011.
300. A. Kanazawa, K. Satoh, and M. Kamigaito, "Heterogeneous Catalytic Systems Using Iron Oxides for Controlled/Living Radical Polymerization", The 242nd National Meeting of the American Chemical Society, Denver, USA, August 28-September 1, 2011.
301. H. Aoshima, K. Satoh, K. Nagai, and M. Kamigaito, "Mechanistic Transformation During FeCl<sub>3</sub>-Catalyzed Living Cationic and Radical Polymerization", The 242nd National Meeting of the American Chemical Society, Denver, USA, August 28-September 1, 2011.
302. M. Nakawaki, K. Satoh, K. Nagai, and M. Kamigaito, "RAFT Copolymerization of Bulky Silyl Vinyl Ethers", The 242nd National Meeting of the American Chemical Society, Denver, USA, August 28-September 1, 2011.
303. K. Satoh, M. Mizutani, and M. Kamigaito, "Novel Functional (Co)polymers Formed by the Fusion of Metal-Catalyzed Chain- and Step-Growth Radical Polymerizations", 1st International Fusion Materials Symposium, Toba, Japan, October 16-18, 2011.
304. M. Matsuda, K. Satoh, and M. Kamigaito, "AAB-Sequence-Regulated Radical Copolymerization of Naturally-Occurring Terpene with Maleimide", 1st International Fusion Materials Symposium, Toba, Japan, October 16-18, 2011.
305. K. Satoh, Y. Nonoyama, S. Saitoh, and M. Kamigaito, "Controlled (Co)polymerization of Naturally-Occurring Styrene Derivatives", The 3rd International Conference on Biobased

- Polymers (ICBP2011), Beijing, China, October 18-21, 2011.
306. Y. Terao, K. Satoh, and M. Kamigaito, "Controlled/Living Radical Copolymerization of Various Cinnamic Acid Derivatives", The 3rd International Conference on Biobased Polymers (ICBP2011), Beijing, China, October 18-21, 2011.
  307. D. H. Lee, K. Satoh, and M. Kamigaito, "Synthesis of Novel Bio-Based Thermoplastic Elastomer from Itaconic Acid Derivatives", The 3rd International Conference on Biobased Polymers (ICBP2011), Beijing, China, October 18-21, 2011.
  308. K. Satoh and M. Kamigaito, "Reversible Activation of Covalent C-S Bond for Controlled/Living Polymerizations", Tateshina Conference on Organic Chemistry 2011, Tateshina, Japan, November 11-13, 2011.
  309. K. Satoh and M. Kamigaito, "Design of Novel Polymerization System via Radical and Cationic Intermediates Using RAFT Agents", The 12th Pacific Polymer Conference (PPC12), Jeju, Korea, November 13-17, 2011.
  310. H. Aoshima, K. Satoh, and M. Kamigaito, "Simultaneous Living Radical and Cationic Polymerization via Interconvertible Dual Active Species", Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
  311. K. Ishitake, K. Satoh, and M. Kamigaito, "Stereospecific RAFT Polymerization of Bulky Silyl Methacrylates for Stereo- and Molecular Weight-Controlled Poly(methacrylic Acid)", Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
  312. M. Matsuda, K. Satoh, and M. Kamigaito, "1:2 Sequence-Regulated Functional Copolymers from Naturally-Occurring Terpenes and Maleimide Derivatives", Nagoya University Global COE International Symposium on Elucidation and Design of Materials and Molecular Functions, Nagoya, Japan, November 28-30, 2011.
  313. T. Nagae, T. Kawamura, L. Chavas, K. Niwa, M. Hasegawa, C. Kato, N. Watanabe, "Structure study of IPMDH from piezosensitive and piezophilic *Shewanella* species", XXII Congress of the International Union of Crystallography (IUCr2011), Madrid, Spain, August 22-30, 2011.
  314. Y. Kobayashi, T. Iida, K. Suzuki, E. Satomi, T. Kawamura, M. Itoh, and M. Sato, "R studies on Fe pnictide superconductors of  $\text{LaFeAsO}_{0.89}\text{F}_{0.11}$  and  $\text{Ca-Fe-Pt-As}$ ", CC-IMR International Workshop; Search for New Physics in Transition Metal Compounds by Spectroscopies Institute for Materials Research (IMR), Tohoku Univ., Sendai, Japan, July, 2011.
  315. H. Takeda, Y. Shimizu, M. Itoh, M. Isobe, and Y. Ueda, "electronic states of half-metallic chromium oxides Probed by  $^{53}\text{Cr}$  NMR", 26th International Conference on Low Temperature Physics, Beijing, China, August, 2011.

316. A. Shimokata, S. Yamada, Y. Shimizu, and M. Itoh, "Spin-State Transition in  $\text{RCoO}_3$  (R = La, Pr, and Nd): Single-Crystal  $^{59}\text{Co}$ NMR Measurements", 26th International Conference on Low Temperature Physics, Beijing, China, August, 2011.
317. K. Igarashi, Y. Shimizu, E. Satomi, Y. Kobayashi, T. Takami, and M. Itoh, "Absence of Magnetic Order in Ising Honeycomb-Lattice  $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{O}_6(\text{CO}_3)_{0.7}$ ", 26th International Conference on Low Temperature Physics, Beijing, China, August, 2011.
318. T. Jin-no, S. Aoyama, Y. Shimizu, M. Itoh, and Y. Ueda, "3d Electron Quadrupole Moments in Vanadium Oxides", 26th International Conference on Low Temperature Physics, Beijing, China, August, 2011.
319. Y. Kobayashi, T. Iida, K. Suzuki, E. Satomi, T. Kawamata, M. Itoh, and M. Sato, "NMR Studies on Iron Pnictide Superconductors of  $\text{LaFeAsO}_{0.89}\text{F}_{0.11}$  and  $\text{Ca-Fe-Pt-As}$ ", 26th International Conference on Low Temperature Physics, Beijing, China, August, 2011.
320. M. Sato, K. Kawamata, Y. Kobayashi, Y. Yasui, T. Iida, K. Suzuki, M. Itoh, T. Moyoshi, K. Motoya, R. Kajimoto, M. Nakamura, Y. Inamura, and M. Arai, "Study of Magnetic Excitation Spectra of Several Fe-Pnictide Systems", 26th International Conference on Low Temperature Physics, Beijing, China, August, 2011.

## 9.2 研究会等

1. 堀勝, 関根誠, 石川健治, 近藤博基, 竹田圭吾, 河野昭彦, 堀邊英夫, “リアルタイム計測によるラジカルと固体表面相互反応プロセスの体系化”, Cat-CVD 研究会, 1-06, 金沢工業大学扇が丘キャンパス多目的ホール, 金沢, 2011 年 6 月 17-18 日. (招待講演)
2. 堀勝, “先進プラズマプロセスを用いた表面技術のイノベーション”, 材料機能ドライプロセス部会および関西支部表面物性研究会, 京都大学, 2011 年 9 月 16 日. (招待講演)
3. 堀勝, “先進プラズマナノ基盤技術の開発”, 東海広域ナノテクものづくりクラスター事業成果発表会, トヨタテクノミュージアム 産業技術記念館大ホール, 名古屋, 2011 年 10 月 13 日. (特別講演)
4. 堀勝, “プラズマエレクトロニクス of 現状と未来”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日. (特別講演)
5. 鷺見直也, 石川健治, 河野昭彦, 堀邊英夫, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “水素ラジカル照射による有機薄膜表面処理の実時間・その場観察電子スピン共鳴 (ESR) 解析”, Cat-CDV 研究会, p11, 金沢工業大学扇が丘キャンパス多目的ホール, 2011 年 6 月 17-18 日
6. K. Ishikawa, N. Sumi, A. Kono, H. Horibe, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Electron-Spin Resonance (ESR) Analysis of Plasma-Surface Interaction”, The 24th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM-4), B1-1-KN, Icho-Kaikan, Osaka University, July 19-20 (2011).
7. T. Horaguchi, M. Hiramatsu, M. Hori, “Fabrication of Aligned Carbon Nanotube Films with Self-Assembled Conical Tips and their Electron Field Emission Properties”, The 24th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM-4), P1-19, Icho-Kaikan, Osaka University, July 19-20 (2011).
8. S. Mitsuguchi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, “Growth of Carbon Nanowalls using Inductively Coupled Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition on Carbon Fiber Paper”, The 24th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM-4), P1-24, Icho-Kaikan, Osaka University, July 19-20 (2011).
9. Y. Nishashi, M. Hiramatsu, H. Kondo, M. Hori, “Growth of Carbon Nanostructures Using Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition Employing Camphor”, The 24th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM-4), P1-26, Icho-Kaikan, Osaka University, July 19-20 (2011).
10. K. Cho, K. Takenaka, Y. Setsuhara, M. Shratani, M. Sekine, M. Hori, Investigation of chemical bonding states at interface of Zn/organic materials for analysis of early stage of inorganic/organic hybrid multi-layer formation, The 24th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM-4), P2-8, Icho-Kaikan, Osaka University July 19-20 (2011).
11. K. Yasuda, H. Kondo, M. Hiramatsu\*, M. Sekine, M. Hori, “Chemical structures of initial

growth surfaces of carbon nanowalls by angle-resolved X-ray photoelectron spectroscopy”, The 24th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM-4), A3-4, Icho-Kaikan, Osaka University, July 19-20 (2011).

12. Y. Abe, S. Kawashima, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, “ラジカル注入型プラズマ化学気相堆積法を用いた高結晶性・低欠陥密度微結晶シリコン薄膜の作製”, The 24th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM-4), B2-2, Icho-Kaikan, Osaka University, July 19-20 (2011).
13. 福島敦史, 阿部佑介, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマ化学気相堆積法における気相ラジカルとシリコン薄膜の膜質との関係性”, 第3回薄膜太陽電池セミナー, No. pp-31, ラフレさいたま, 埼玉県, 2011年10月24-25日.
14. 九鬼淳, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “アモルファスカーボン膜の光学的特性に対する成長温度の効果”, 第3回薄膜太陽電池セミナー, No. pp-32, ラフレさいたま, 埼玉県, 2011年10月24-25日.
15. 渡邊誠, 新井祐, 河野昭彦, 鷺見直也, 石川健治, 堀勝, 堀邊英夫, “加熱触媒体により生成した原子状水素を用いた PMMA 系ポリマーの除去, 平成 23 年度応用物理学会北陸・信越支部学術講演会, 18p-C-08, 金沢歌劇座, 石川県, 2011年11月18日-19日.
16. 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “非平衡大気圧 H<sub>2</sub>/Ar プラズマによる酸化銅還元メカニズム, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-4 名古屋大学, 2011年10月22日.
17. 大田貴之, 堤隆嘉, 伊藤昌文, 平岡丈弘, 竹田圭吾, 堀勝, “光干渉計を用いた非接触ウエハ温度・膜厚計測”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-6, 名古屋大学, 2011年10月22日.
18. 阿部祐介, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “SiH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマにおける水素多事狩る表面損失確率”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-9, 名古屋大学, 2011年10月22日.
19. 村田健一, 内藤全晃, 平松美根男, 高島成剛, 近藤博基, 堀勝, “真空紫外吸収分光法をもちいたマイクロ波プラズマ中の C 原子の密度計測”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-10, 名古屋大学, 2011年10月22日.
20. F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kano, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Atom Behavior of Ultrahigh Density 60 Hz Atmospheric Pressure Plasma under Ar ambient Conditions”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-11, 名古屋大学, 2011年10月22日.
21. 鷺見直也, 石川健治, 河野昭彦, 堀邊英夫, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “実時間・その場観察電子スピン共鳴 (ESR) を用いた水素原子照射による有機薄膜表面処理メカニズムの解析”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-19, 名古屋大学, 2011年10月22日.

22. L. Yu, J. Kuki, K. Takeda, H. Kondo, K. ishikawa, M. Sekine, M. Hori, “Crystallographic Analysis of Amorphous Carbon Films Synthesized by Radical-injection Plasma-enhanced Chemical Vapor Deposition”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-20, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
23. 趙研, 竹中弘裕, 節原裕一, 白田知正治, 関根誠, 堀勝, “次世代フレキシブルデバイスの作成プロセスに向けたプラズマ-有機相互作用のナノ表面解析”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-22, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
24. 陸雅, 福島敦史, 阿部祐介, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “微結晶シリコン成膜における水素ラジカル注入型プラズマ源の特性”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-23, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
25. 鈴木俊哉, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 節原裕一, 白谷正治, 関根誠, 堀勝, “白金微粒子の側壁保護作用を用いた有機材料の超微細エッチング”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-24, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
26. 近藤祐介, 宮脇雄大, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 林俊雄, 関根誠, 堀勝, “C3F6/O2 プラズマ中のイオン・ラジカルの生成機構”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-26, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
27. 尼崎新平, 竹内拓也, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “SF6/O2 プラズマを用いた Si エッチング機構”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-27, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
28. 竹内拓也, 尼崎新平, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “フルオロカーボン系エッチング種による ArF フォトレジスト表面改質過程の解明”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-29, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
29. 浅野高平, 山本洋, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “酸素プラズマによるポーラス SiOCH 膜の構造変化機構”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-30, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
30. 九鬼淳, 于楽泳, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “アルモファスカーボン膜の結晶構造及び血管密度に対する RF バイアス印加効果”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-32, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
31. 堀部剛良, ミツロ真司, 加納浩司, 近藤博基, 石川健治, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “超臨界流体を用いたカーボンナノウォール(CNWs)への TiO2 微粒子担持”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-33, 2011 年 10 月 22 日.
32. ミツロ真司, 堀部剛良, 平松美根男, 近藤博基, 堀勝, “燃料電池応用に向けたカーボンナノウォールの作製”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-34, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
33. 安田幸司, 近藤博基, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “カーボンナノウォール初期成長過程における結晶構造変化”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シン



- ポジウム, P-36, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
34. 趙亨峻, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマを用いて成長したカーボンナノウォールにおける電気伝導度の温度依存性”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-37, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  35. 神田貴幸, 近藤博基, 山川晃司, 竹田圭吾, 石川健治, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “配列カーボンナノウォールの作製”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-39, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  36. 下枝弘尚, 近藤弘尚, 近藤博基, 石川健治, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “カーボンナノウォールの結晶構造に対する酸素ラジカル照射効果”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-40, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  37. 陳尚, 盧翌, 米谷亮祐, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “水素ラジカルによる GaN 中プラズマ誘導欠陥の不活性化”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-42, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  38. Y. Lu, S. Chen, R. Kometani, K. Ishikawa, H. Kondo, K. Takeda, M. Sekine, T. Egawa, H. Amano, M. Hori, “High Temperature N<sub>2</sub> Plasma Induced Stoichiometric Modification In Etched GaN Surface Using Angle-resolved XPS Depth Profiling Analysis”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-43, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  39. 米谷亮祐, 陳尚, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 節原裕一, 江川孝志, 天野浩, 堀勝, “In-situX 線光電子分光法による GaN をプラズマビームの相互作用解明”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-46, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  40. 荻野達也, 加納浩司, 石川健治, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “アルコール液中プラズマを用いたナノグラフェンの制御合成”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-54, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  41. 渡邊均, 近藤博基, 関根誠, 平松美根男, 堀勝, “大気圧プラズマ表面処理によるカーボンナノウォール表面の超親水・超撥水性出現機構”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, p-56, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  42. 橋爪博司, 大田貴之, 伊藤昌文, 賈鳳東, 竹田圭吾, 堀勝, “ミドリカビのプラズマ殺菌における酸素ラジカルの効果”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-60, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  43. 平岡丈弘, 海老塚昇, 竹田圭吾, 大田貴之, 近藤博基, 石川健治, 川瀬晃道, 伊藤昌文, 関根誠, 堀勝, “テラヘルツ時間領域分光法を用いた非平衡大気圧プラズマによるミドリカビ殺菌の評価”, 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 20 周年記念特別シンポジウム, P-63, 名古屋大学, 2011 年 10 月 22 日.
  44. 海老塚昇, 石川健治, 近藤博基, 堀勝, A. Bianco, F. MariaZerbi, “すばる望遠鏡および次世

代巨大望遠鏡用の新しい回折格子”, 2011 年度光学シンポジウム, 東京大学, 2011 年, 7 月 7 日.

45. 安田幸司, 近藤博基, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “カーボンナノウォールの初期成長表面における化学構造の変化に関する研究”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 22B02, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
46. 趙 亨峻, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマを用いて成長したカーボンナノウォールの結晶構造及び電気的特徴”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 22B07, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
47. 橋爪博司, 太田貴之, 森拓海, 伊藤昌文, 竹田圭吾, 石川健治, 堀勝, “低温大気圧プラズマとミドリカビ胞子の相互作用”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 22G11, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
48. 古閑一憲, 浦川達也, 内田儀一郎, 鎌滝晋礼, 板垣奈穂, 白谷正治, 節原裕一, 関根誠, 堀勝, “低温プラズマ異方性 CVD を用いた微細とトレンチ上面への自己組織カーボンマスク形成”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 23G03, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
49. 太田貴之, 堤隆嘉, 伊藤昌文, 堀勝, “光干渉計を用いたプラズマプロセス中の非接触ウエア温度モニタリング”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 23G07, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
50. 加藤正規, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “O<sub>2</sub>/Ar 非平衡大気圧プラズマにおける活動週の 3 次元気相反応解析”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 23G09, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
51. 浦河達也, 松崎秀文, 山下大輔, 内田儀一郎, 古閑一憲, 白谷正治, 節原裕一, 関根誠, 堀勝, “水素原子原付プラズマ CVD 装置を用いた炭素薄膜の異方性製膜に対する基板バイアスの影響”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 24P007-O, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
52. 内藤全晃, 平松美根男, 堀勝, “マイクロ波プラズマ CVD 法を用いた銅基板へのグラフェン膜の作製”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, 24P017-O, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
53. 石川健治, “プラズマプロセスを理解するには～電子スピン共鳴測定によるプラズマ表面相互作用”, Plasma Conference 2011 Conference & Exhibition, S-04-1, 石川県立音楽堂, 金沢市, 2011 年 11 月 22-25 日.
54. 宇治原徹, “SiC 溶液成長における多形制御と結晶性評価”, (独) 日本学術振興会「結晶加工と評価技術」, 第 145 委員会 第 126 回研究会, 明治大学, 東京, 2011 年 6 月 16 日.
55. 宇治原徹, “高品質 SiC 溶液成長”, 2012 年電子情報通信学会総合大会, 岡山大学, 岡山県, 2012 年 3 月 22 日.
56. 鈴木耕佑, 大野雄高, 岸本茂, 水谷孝, “CNFET における high-k ゲート絶縁膜界面近傍の電荷

- 分布とその影響”, 電子情報通信学会電子デバイス研究会, 2012.02.08, 北海道大学百年記念会
57. 田畑拓也, 白 知鉉, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, “RF-MBE 法による(111)Si 基板上への InGa<sub>N</sub> ナノワイヤ成長”, 信学会電子デバイス(ED)研究会 2011年5月19-20日 名古屋 pp.45-48
  58. 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, 澤木宣彦, “(1-101)Ga<sub>N</sub>/Si 上 InGa<sub>N</sub> 厚膜の MOVPE 成長”, 信学会電子デバイス(ED)研究会 2011年5月19-20日 名古屋 pp.63-66
  59. 朴 貴珍, 杉山貴之, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, 稲津哲彦, 藤田武彦, ペルノー シリル, 平野 光, “AlGa<sub>N</sub> 系紫外発光素子の通電特性”, 信学会電子デバイス(ED)研究会 2011年5月19-20日 名古屋 pp.123-126
  60. 杉山貴之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, 磯部康裕, 押村吉徳, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 今出 完, 北岡康夫, 森 勇介, “Ga<sub>N</sub> 系 HFETs の電流コラプスの測定 ～ c-Ga<sub>N</sub> 基板上・非極性 a 面 Ga<sub>N</sub> 基板上 HFET/p-Ga<sub>N</sub> ゲートを用いたノーマリーオフ型 JHFET ～”, 信学会電子デバイス(ED)研究会 2011年5月19-20日 名古屋 pp.175-178
  61. 坂倉誠也, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, “組成および井戸層厚を変調させた InGa<sub>N</sub> 擬周期構造に関する研究”, 日本結晶成長学会ナノ構造・エピタキシャル成長分科会 第 3 回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体の応用・評価および結晶成長基礎」 2011年6月17-18日 福岡 P1-8
  62. 大畑俊也, 坂倉誠也, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, “組成および井戸層厚を変調させた InGa<sub>N</sub> 擬周期構造に関する研究”, 日本結晶成長学会ナノ構造・エピタキシャル成長分科会第3回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体の応用・評価および結晶成長基礎」2011年6月17-18日福岡 P1-9
  63. 平林 了, 光成 正, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, “HVPE 成長を用いた微細加工 Si 基板上半極性 Ga<sub>N</sub> 自立基板の作製”, 日本結晶成長学会ナノ構造・エピタキシャル成長分科会第3回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体の応用・評価および結晶成長基礎」2011年6月17-18日福岡 P2-6
  64. 光成 正, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, “(111)Si 基板上 Ga<sub>N</sub> のポイドを用いた残留応力低減”, 第 30 回電子材料シンポジウム 2011年6月29日-7月1日 滋賀 We1-8
  65. 谷川智之, 坂倉誠也, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, 澤木宣彦, “Si 基板上 (1-101)InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> の格子緩和”, 第 30 回電子材料シンポジウム 2011年6月29日-7月1日 滋賀 We1-14
  66. 白 知鉉, 山口雅史, 天野 浩, “Si 基板上における GaAs/InGaAs ヘテロ構造ナノワイヤの MBE-VLS 成長”, 第 30 回電子材料シンポジウム 2011年6月29日-7月1日 滋賀 Th1-15
  67. 鈴木章生, 福山敦彦, 森賢之, 白 知鉉, 山口雅史, 碓哲雄, “無触媒 MBE-VLS 法により (111)Si 基板上にさせた GaAs ナノワイヤにおける Si に関係する不純物準位の励起光強度変化 PL 測定”, 第 30 回電子材料シンポジウム 2011年6月29日-7月1日 滋賀 Th1-16
  68. 杉山貴之, 本田善央, 山口雅史, 天野 浩, 飯田大輔, 岩谷素顕, 赤崎 勇, “p-Ga<sub>N</sub> ゲートを用いたノーマリーオフ型 AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> JHFET のドレインストレスにおけるメモリー効果”,

2011 年月-日 第 30 回電子材料シンポジウム 2011 年 6 月 29 日-7 月 1 日 滋賀 Th2-20

69. 天野 浩, “日本のエレクトロニクス産業の歴史に学ぶ窒化物半導体開発の未来”, 第 5 回 窒化物半導体の高品質結晶成長とその素子応用 2011 年 8 月 8-9 日 仙台
70. 阿南裕穂、中里和郎, “フェロセン修飾金電極を持つFET型酸化還元センサアレイ”, 配位プログラミング第 3 回公開シンポジウム, 2011 年 2 月 2 日, 東京工業大学(東京都)
71. 佐藤英樹、齋藤弥八, “カーボンナノチューブピラーアレイの電界放出特性”, 特定領域研究平成 23 年度研究会, 東京工業大学 大岡山キャンパス, 平成 23 年 9 月 14 日
72. 荻田基志、寺田朋広、安坂幸師、中原仁、齋藤弥八, “その場電子顕微鏡法によるカーボンナノチューブと金属の接合過程及び電気特性の研究”, 特定領域研究 平成23年度研究会プログラム, 東京工業大学 大岡山キャンパス, 平成 23 年 9 月 15 日
73. 市川俊介、落合知弥、中原仁、齋藤弥八, “電界放出走査電子顕微鏡用カーボン英樹、齋藤弥八, ”カーボンナノチューブピラーアレイの電界放出特性」特定領域研究 平成 2 ナノチューブ電子源の作製と評価”, 特定領域研究 平成23年度研究会プログラム, 東京工業大学 大岡山キャンパス, 平成 23 年 9 月 15 日
74. 中原 仁, 齋藤弥八, “単一カーボンナノチューブ電子源の市販 FE-SEM への搭載と性能評価”, 特定領域研究 デバイス班研究会, 名古屋大学工学部, 平成 23 年 11 月 17 日
75. 安坂幸師, 齋藤弥八, “カーボンナノチューブ表面でのアモルファスカーボンのグラファイト化過程その場観察”, 特定領域研究 デバイス班研究会, 名古屋大学工学部, 平成 23 年 11 月 17 日
76. 中久保一也、齋藤弥八, “多層グラフェンからの電界放出の TEM および FEM による動的観察”, 第 9 回真空エレクトロニクスシンポジウム, 大阪大学中之島センター, 2012 年 3 月 5 日
77. 中原 仁, 齋藤弥八, “カーボンナノチューブフィールドエミッタの特性とデバイス開発”, 第 15 回 VBL シンポジウム, 名古屋大学 VBL, 平成 23 年 11 月 7 日
78. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く未来医療”, 堀場製作所(京都), 2011 年 4 月 14 日
79. 馬場 嘉信, “ナノバイオデバイスによる次世代医療”, 東京大学グローバル COE「学融合に基づく医療システムイノベーション」講義(東京), 2011 年 6 月 23 日 (講義)
80. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスによる次世代医療技術開発”, 第 26 回日本肺癌学会ワークショップ(名古屋), 2011 年 7 月 16 日 (招待講演)
81. 馬場嘉信, “量子ドットによる細胞および in vivo イメージング”, 日本学術振興会第 116 委員会(東京), 2011 年 10 月 11 日
82. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く“健幸”社会 人の遺伝を知り健康を守る最新科学技術”, さかえサイエンストーク(名古屋), 2011 年 10 月 26 日
83. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く未来医療”, 東北大学 G-COE(仙台), 2011 年 11 月 19 日 (招待講演)
84. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く先端医療”, 京都大学高等研究院生体医工学研究部門平成23年度研究発表交流会(京都), 2011 年 12 月 6 日 (特別講演)

85. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く先端医療”,平成 23 年度 再生医療サポートビジネス懇話会(京都), 2011 年 12 月 7 日 (招待講演)
86. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く未来医療”,花王株式会社 解析科学研究所(栃木), 2012 年 1 月 17 日
87. 馬場嘉信, “ナノデバイスによるがん細胞・植物細胞遺伝子導入および幹細胞 in vivo イメージング”, バイオインダストリー協会「大学発選り抜きセミナー」(東京), 2011 年 2 月 20 日
88. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く 1 分子生命科学と未来医療”, 名古屋大学 G-COE セミナー(名古屋), 2012 年 2 月 23 日
89. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く未来ヘルスケアとバイオセンサへの展開”, MEMS 講習会(京都), 2012 年 2 月 28 日
90. 馬場嘉信, “Nanobiodevice for Single Biomolecule and Single Cell Imaging towards Cancer Diagnosis and Stem Cell Therapy”, MEMS セミナー(名古屋), 2012 年 3 月 1 日
91. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスが拓く健幸スマートシティ”, MEMS Engineer Forum 2012(東京), 2012 年 3 月 13 日
92. 大内幸雄, “イオン液体の表面・界面化学の巨視と微視”, 相転移・ソフトマターフォーラム, 京都大学, 京都, 2011 年 10 月 26 日.
93. 酒井康成, 岩橋崇, 小川よしみ, 石山達也, 森田明弘, Kim Doseok, 菱川明栄, 大内幸雄, “赤外-可視和周波発生分光法を用いたアルカン/イオン液体界面構造の研究”, 第二回統合物質シンポジウム, 名古屋大学, 名古屋, 2011 年 11 月 7 日.
94. 3) 大内幸雄, “イオン液体の液体/液体界面における局所構造の分子科学”, 第 5 回 SFG 研究会, 東北大学, 仙台, 2012 年 3 月 10 日-11 日.
95. 牧口航, “m-ターフェニル骨格を有するカルボン酸オリゴマーの二重らせん形成とキラルアミンによる不斉誘起”, 第 8 回高分子合同研究会(オリオンの会), 名古屋大学, 愛知県, 2011 年 4 月 22 日-23 日.
96. 関熙峻, “二重らせん型ホウ素ヘリケートの合成と伸縮制御”, 第 8 回高分子合同研究会(オリオンの会), 名古屋大学, 愛知県, 2011 年 4 月 22 日-23 日.
97. 岩花宗一郎, “リボフラビン部位を有する光学活性高分子の合成と応用”, 第 8 回高分子合同研究会(オリオンの会), 名古屋大学, 愛知県, 2011 年 4 月 22 日-23 日.
98. 宮部季隆, “光学活性ポリフェニルイソシアニド誘導体の合成とその不斉識別能”, 第 8 回高分子合同研究会(オリオンの会), 名古屋大学, 愛知県, 2011 年 4 月 22 日-23 日.
99. 坂野元紀, Z.-Q. Wu, 永井寛嗣, 八島栄次, C. Kaiser, S. Hecht, “合成らせん高分子の AFM による直接観察”, 第 137 回東海高分子研究会講演会(夏期合宿), なし, 湯の山温泉湯元グリーンホテル, 三重県, 2011 年 9 月 2 日-3 日.
100. 牧口航, 小林晋三, 古荘義雄, 八島栄次, “m-ターフェニル骨格を有するアキラルなカルボン酸二量体の二重らせん形成とキラルアミンによるらせん誘起”, 第 137 回東海高分子研究会講演会(夏期合宿), P07-M, 湯の山温泉湯元グリーンホテル, 三重県, 2011 年 9 月 2 日 3 日.

101. 中谷裕次, 古荘義雄, 八島栄次, "アミジニウムーカルボキシレート塩橋形成を利用した光学活性な[1+1]マクロサイクルの合成とその構造制御", 第 137 回東海高分子研究会講演会(夏期合宿), P06-D, 湯の山温泉湯元グリーンホテル, 三重県, 2011 年 9 月 2 日-3 日.
102. 上垣外正己, "ラジカル重合・イオン重合", 日本化学会 化学技術基礎講座「高分子化学」, 東京都, 2011 年 7 月 28 日
103. 上垣外正己, "精密制御ラジカル重合:多重制御と植物由来モノマーへの展開", 第 76 回高分子若手研究会[関西], 京都市, 2011 年 8 月 5 日
104. 上垣外正己, "植物由来モノマー群の精密重合による新規バイオベースポリマーの構築", テクノ・フェア名大 2011, 名古屋市, 2011 年 9 月 2 日
105. 上垣外正己, "高分子の合成ー精密重合における最近の展開", 第 19 回東海高分子基礎研修コース, 名古屋市, 2011 年 9 月 12 日
106. 上垣外正己, "植物由来モノマー群の精密重合による新規バイオベースポリマー材料の構築", 第 6 回「ナノ粒子/ファイバーの自己組織化を活用した機能性複合材料に関する研究会」, 名古屋市, 2011 年 9 月 16 日
107. 上垣外正己, "精密ラジカル重合の技術動向", 次世代接着材料研究会 Part III 第 7 回例会, 東京都, 2011 年 11 月 15 日
108. 佐藤浩太郎, "新規バイオベースポリマー創出に向けた植物由来モノマーの精密重合系の開発", NPO 法人近畿バイオインダストリー振興会議バイオマス研究会 第 18 回研究会, 大阪市, 2011 年 7 月 15 日
109. 佐藤浩太郎, "既成概念を超えた新規精密重合系の開発ー特異的な配列制御重合および活性種相互変換重合", 九州地区高分子若手研究会・冬の講演会, 大分市, 2011 年 12 月 8 日
110. 渡邊信久, "ダイヤモンドアンビルセルを使った高圧下蛋白質結晶構造解析" 蛋白研セミナー(2012.3.6)大阪大学蛋白質研究所
111. 小林義明, 里美恵梨佳, 飯田健文, 鈴木一範, 川股隆行, 伊藤正行, 佐藤正俊, 鉄系超伝導体  $\text{LaFeAsO}_{0.89-x}\text{F}_{0.11-x}$  及び  $\text{Ca-Fe-Pt-As}$  の NMR, 京都大学基礎物理学研究所研究会「鉄系高温超伝導の物理」, 湯川記念館パナソニック国際交流ホール 2011 年 6 月 16 日
112. 五十嵐広和, 清水康弘, 伊藤正行, イジングハニカム格子  $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{O}_6(\text{CO}_3)_{0.7}$  における金属絶縁体転移と磁性, 特定領域研究「フラストレーションが創る新しい物性」・第 7 回トピカルミーティング, 「フラストレーションとスピン・電荷・軌道・格子自由度」彦根ビューホテル 2011 年 7 月 1 日
113. 武田晃, 清水康弘, 伊藤正行, 礮部正彦, 上田寛, 吉田祥, 村岡祐治, 横谷尚睦, NMR でみた強磁性クロム酸化物  $\text{CrO}_2$  および  $\text{K}_2\text{Cr}_8\text{O}_{16}$  の電子状態, 特定領域研究「フラストレーションが創る新しい物性」・第 7 回トピカルミーティング「フラストレーションとスピン・電荷・軌道・格子自由度」, 彦根ビューホテル 2011 年 7 月 1 日
114. 武田晃, 清水康弘, 伊藤正行, 桜井裕也, 室町英治, 礮部正彦, 上田寛, 二重鎖を有する混合原子価酸化物における磁氣的相互作用の競合, 特定領域研究「フラストレーションが創る

- 新しい物性」最終成果報告会，大阪大学 2012 年 1 月 7 日，
115. 清水康弘，山田俊平，伊藤正行， $\text{LaCoO}_3$  における動的軌道秩序，特定領域研究「フラストレーションが創る新しい物性」最終成果報告会，大阪大学 2012 年 1 月 7 日
  116. 神野貴昭，清水康弘，新高誠司，高木英典，伊藤正行，二次元三角格子  $\text{LiVO}_2$  における軌道秩序と三量体形成，特定領域研究「フラストレーションが創る新しい物性」最終成果報告会，大阪大学 2012 年 1 月 7 日
  117. 伊藤正行，神野貴昭，松平健一郎，岡井克典，清水康弘，多軌道フラストレーション系の軌道状態と NMR によるその観測，特定領域研究「フラストレーションが創る新しい物性」最終成果報告会，大阪大学 2012 年 1 月 8 日
  118. S. Nagano, “Active Photocontrol of Microphase Separation Cylinders in Azobenzene Block Copolymer”, Nagoya University Global COE in Chemistry 4th Annual Symposium, 名古屋大学野依カンファレンスホール, 2011, 6 月 15 日.
  119. 永野修作, “マイクロ相分離構造の光配向制御”, 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会 研究会「有機分子・バイオエレクトロニクスの動向と展望」, 神戸大学, 2011 年 6 月 24 日.
  120. 永野修作, “マイクロ相分離構造を光で並べる、動かす”, 高分子・ハイブリッド材料研究センター(PHyM)若手フォーラム, 東北大学片平キャンパス, 2011 年 12 月 21 日.
  121. 永野修作, “マイクロ相分離構造のアクティブ配向制御”, 次世代の物質科学・ナノサイエンスを探る-さきがけ研究交流に基づく議論の呼びかけ-, 北海道大学遠友学舎, 2012 年 1 月 6 日.
  122. 永野修作, “マイクロ相分離構造を並べる、動かす”, 2011 年度東海高分子学生講演会, 名古屋工業大学, 2012 年 3 月 3 日.
  123. 釜 由布子, 原 光生, 永野 修作, 関 隆広, “リオトロピック, ディスコティック液晶とチタニアからなる有機/無機ハイブリッド膜の調製”, 第 15 回液晶化学研究会シンポジウム, 東京大学 本郷キャンパス 山上会館, 2011/6/4
  124. 土肥 知樹, 佐野 誠実, 永野 修作, 関 隆広, “ポリ (オクタデシルメタクリレート) と液晶性ポリアゾベンゼンメタクリレートからなるブロック共重合体薄膜のマイクロ相分離構造の光応答性と配向”, 第 15 回液晶化学研究会シンポジウム, 東京大学, 本郷キャンパス, 山上会館, 2011/6/4
  125. 佐野 誠実, 永野 修作, 篠原 佑也, 雨宮 慶幸, 関 隆広, “液晶性アゾベンゼンジブロッコポリマーの動的配向挙動の分子量依存性”, 第 15 回液晶化学研究会シンポジウム, 東京大学, 本郷キャンパス, 山上会館, 2011/6/4
  126. W, Li. S.Nagano, T.Seki, “Hierarchical Structure Formation In SRG Inscription”, Nagoya University Global COE in Chemistry 4th Annual Symposium, 名古屋大学野依カンファレンスホール, 2011/6/15
  127. 佐野誠実, 永野修作, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, “液晶性アゾベンゼンブロック共重

合体の光再配向挙動の分子量依存性”, 材料バックキャストテクノロジーシンポジウム, 名古屋大学 ES 総合館, 2011/10/17

128. 釜由布子 原光生 永野修作 関隆広, “リオトロピック液晶とチタニアからなる有機/無機ハイブリッド膜の調製”, 第5回物質科学フロンティアセミナー, 名古屋大学野依研究館, 2011/10/21-22
129. 釜由布子, 原光生, 永野修作, 関隆広, “リオトロピック・ディスコティック液晶とチタニアからなる有機/無機ハイブリッド膜のナノ構造と配向”, 材料バックキャストテクノロジーシンポジウム, 名古屋大学 ES 総合館, 2011/10/17
130. 原光生, 永野修作, 関隆広, “トリフェニレン系リオトロピック, ディスコティック液晶とシリカからなるハイブリッドの垂直配向メカニズム”, 第5回物質科学フロンティアセミナー, 名古屋大学野依研究館
131. 佐野誠実, 永野修作, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, “液晶アゾベンゼンジブロック共重合体の動的配向過程の考察”, 第5回物質科学フロンティアセミナー, 名古屋大学野依研究館
132. 土肥知樹, 原光生, 永野修作, 関隆広, “結晶性ブロックと液晶性アゾベンゼンブロックからなる共重合体薄膜におけるマイクロ相分離構造の光応答性と配向”, 第5回物質科学フロンティアセミナー, 名古屋大学野依研究館
133. 佐野誠実, 永野修作, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, “液晶性アゾベンゼンジブロック共重合体膜におけるマイクロ相分離構造の動的配向”, 特定領域「フォトクロミズム」第8回最終公開シンポジウム「フォトクロミズムの新たな跳躍をめざして」, 東京大学山上会館, 2011/11/29
134. 土肥知樹, 永野修作, 関隆広, “結晶性ブロックと液晶性アゾベンゼンブロックからなる共重合体薄膜のマイクロ相分離構造の光配向”, 特定領域「フォトクロミズム」第8回最終公開シンポジウム「フォトクロミズムの新たな跳躍をめざして」, 東京大学山上会館, 2011/11/29
135. 李文瀚, 永野修作, 米竹孝一郎, 関隆広, “Hierarchical Structure Formation in SRG Inscription in Thin Films of Azobenzene Dendrimers”, 特定領域「フォトクロミズム」第8回最終公開シンポジウム「フォトクロミズムの新たな跳躍をめざして」, 東京大学山上会館, 2011/11/29



### 9.3 国内学会

1. 堀勝, “プラズマナノ科学技術が拓く未来”, 公益社団法人化学工学会第43回秋季大会, G208, 名古屋工業大学, 名古屋, 2011年9月14日-16日 (展望講演).
2. 堀勝, “がんばろう日本! がんばろう表面技術! 特別講演会 大気圧プラズマ表面科学技術が拓く元気で, 明るい日本の未来”, 表面技術協会主催, 第124回講演大会, 名古屋大学, 2011年9月21-22日 (特別講演).
3. 堀勝, “コンビナトリアルによるプラズマ科学の構築と有機材料の超微細加工への展開”, 第52回真空に関する連合講演会, 18Bp-4, 学習院創立百周年記念会館, 2011年11月16-18日 (特別講演).
4. 堀勝, 近藤博基, 石川健治, 竹田圭吾, 関根誠, 平松美根男, “カーボンナノウォールの構造制御合成と高次機能化”, 第59回応用物理学関係連合講演会, 15p-E8-4, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日 (招待講演).
5. 陸雅, 福島敦史, 阿部祐介, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “水素ラジカル注入型プラズマ源を用いた微結晶シリコン成膜における欠陥密度の抑制効果”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 29a-ZN-5, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
6. 加藤正規, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, 三好秀典, 久保田雄介, 伊藤仁, “10GHz マイクロ波スロット励起大気圧プラズマにおけるプラズマ生成と活性種の挙動に関する研究”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 29a-ZN-6, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
7. 萩野達也, 加納浩之, 石川健治, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “アルコール液中プラズマを用いたナノグラフェンの合成メカニズム”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 29a-ZM-13, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
8. 近藤祐介, 宮脇雄大, 竹田圭吾, 石川健治, 林俊雄, 関根誠, 堀勝, “モデリングによるC3F6O プラズマ絶縁膜エッチング機構の解明”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 31a-M-5, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
9. 陳尚, 盧翌, 米谷亮祐, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 加納浩之, 徳田豊, 関根誠, 江川孝志, 天野浩, 堀勝, “GaN におけるプラズマダメージの水素ラジカル修復”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 30a-M-7, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
10. 尼崎新平, 竹内拓也, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, 櫻井典子, 林久貴, 酒井伊都子, 大岩徳久, “SF6/O2 プラズマを用いたSi エッチング機構 III”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 30a-M-8, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
11. 盧翌, 陳尚, 米谷亮祐, 石川健治, 近藤博基, 竹田圭吾, 関根誠, 江川孝志, 天野浩, 堀勝,

- “高温エッチングにおける窒化ガリウム(GaN)の表面変性:角度分解 X 線光電子解析”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-M-10, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
12. 米谷亮祐, 陳尚, 蘆翌, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 江川孝志, 天野浩, 堀勝, “高温における窒化ガリウム(GaN)のエッチング機構”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-M-11, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  13. A. Malinowski, 堀勝, 関根誠, 石川健治, 近藤博基, 山本洋, 竹内拓也, 鈴木俊哉, L. Lukasiak, A. Jakubowski, “Time-dependent Radical Flux Analysis in ArF Photoresist Plasma Etching using Parallel Plate Structure”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-M-14, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  14. 深沢正永, 宮脇雄大, 近藤祐介, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 南正樹, 上澤史且, 堀勝, 辰巳哲也, “SiNx:H 膜エッチングに及ぼす紫外線の影響”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-M-15, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  15. 堀部剛良, 三ツ口真司, 平松美根男, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “超臨界流体を用いた酸化チタン微粒子のカーボン材料への担持”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30p-ZK-11, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  16. 于楽泳, 九鬼淳, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “プラズマ励起気相堆積法で合成したアモルファスカーボン結晶構造解析”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-ZD-12, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  17. 阿部祐介, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “薄膜シリコン太陽電池プラズマプロセスにおけ水素ラジカル表面反応”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-ZJ-10, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  18. 福島敦史, 阿部祐介, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “SiH4/H2 プラズマ化学気相堆積法における気相ラジカルとシリコン薄膜結晶性の関係性”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-ZJ-12, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  19. 古室達也, 竹田圭吾, 石川健治, 関根誠, 大矢欣伸, 近藤博基, 堀勝, “DC バイアス重畳二周波容量結合型プラズマの電子密度空間分布計測”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-M-3, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  20. 宮脇雄大, 近藤祐介, 竹田圭吾, 石川健治, 山崎敦代, 伊東安曇, 松本裕一, 関根誠, 堀勝, “C5HF7 ガスを用いた SiO2 高選択エッチング実現の機構解明”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-M-4, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  21. 浅野高平, 山本洋, 宮脇雄大, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, 山崎敦代, 伊藤安曇, 松本裕一, “C5HF7/O2/Ar プラズマによる Arf レジスト表面ラフネス発生抑制機構(II)”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-M-6, 山形大学, 小白川キャンパ

- ス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
22. 鈴木俊哉, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 節原裕一, 白谷正治, 関根誠, 堀勝, “有機材料の超微細エッチングにおける白金微粒子の側壁保護作用に関する研究”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-M-7, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  23. 鷺見直也, 石川健治, 河野昭彦, 堀邊英夫, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “プラズマプロセス中における有機薄膜表面反応の実時間・その場観察電子スピン共鳴(ESR)解析(2)”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-M-9, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  24. J. Kularatne, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 堀勝, “Ar Flow Rate Dependence of Emission Intensity of Metal Atoms in Atmospheric Pressure Atomization Plasma”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-ZD-4, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  25. F. Jia, 竹田圭吾, 石川健治, 加納浩之, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “高密度 60Hz 大気圧プラズマ生成酸素原子絶対密度の空間分布”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-ZD-5, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  26. 石川健治, 井関紗千子, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “カビ胞子とプラズマの相互作用の電子スピン共鳴法による観察”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31a-ZD-10, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  27. 竹内拓也, 尼崎新平, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “フルオロカーボン系エッチング種による ArF フォトリソ表面改質の解明 (2)”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31p-M-6, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  28. 安田幸司, 近藤博基, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “カーボンナノウォールの初期成長過程における表面元素組成および化学結合状態の変化”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31p-ZF-11, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  29. 神田貴幸, 近藤博基, 山川晃司, 竹田圭吾, 石川健治, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “カーボンナノウォールの配向成長”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31p-ZF-12, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  30. 下枝弘尚, 近藤博基, 石川健治, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “プラズマ化学気相堆積法によって成長したカーボンナノウォールの結晶構造に対する酸素ガス添加効果”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31p-ZF-13, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
  31. 平岡丈弘, 海老塚昇, 竹田圭吾, 太田貴之, 近藤博基, 伊藤昌文, 川瀬晃道, 関根誠, 堀勝, “非平衡大気圧プラズマを用いたミドリカビ殺菌におけるテラヘルツ分光センシング”, 2011 年秋季 第 72 回応用物理学会学術講演会, 31p-ZD-1, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年

8月29日-9月2日.

32. 近藤博基, 下枝弘尚, 石川健治, 関根誠, 堀勝, 平松美根男, “プラズマ化学気相堆積法によって成長したカーボンナノウォールの微細構造解析”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 1a-E-15, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
33. 趙亨峻, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “CH<sub>4</sub>/H<sub>2</sub> プラズマを用いて成長したカーボンナノウォールにおける電気的特性”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
34. 九鬼淳, 于楽泳, 近藤博基, 石川健治, 関根誠, 堀勝, “プラズマ励起化学気相堆積法で成長したアモルファスカーボン膜の欠陥密度に対するRFバイアス印加の効果”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 1a-ZC-28, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
35. 渡邊均, 近藤博基, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “大気圧プラズマ表面処理によるカーボンナノウォール表面の超親水性・超撥水性発現機構”, 2011年秋季第72回応用物理学会学術講演会, 1a-ZC-36, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011年8月29日-9月2日.
36. 岩田義幸, 坂本一, 鷺見直也, 竹田圭吾, 堀勝, “次世代高密度プリント配線板技術のための非平衡大気圧プラズマの応用研究”, 表面技術協会第124回講演大会, 21F-25 名古屋大学, 名古屋, 2011年9月21日-22日.
37. 渡邊均, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, 平松美根男, “大気圧プラズマ処理によるカーボンナノウォール表面の超親水・超撥水発生機構”, 表面技術協会第124回講演大会, 22C-05, 名古屋大学, 名古屋, 2011年9月21日-22日.
38. 陸雅, 福島敦史, 阿部祐介, 金淵俊, 竹田圭吾, 石川健治, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “水素ラジカル注入型プラズマ源を用いた微結晶シリコン成膜における成膜速度の向上効果”, 第59回応用物理学関係連合講演会, 16p-A7-8, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日.
39. 安藤睦, 太田貴之, 伊藤昌文, 鈴木智子, 井上栄, 安藤義則, 平松美根男, 堀勝, “単層カーボンナノチューブ高速合成のためのアークプラズマの分光診断”, 第59回応用物理学関係連合講演会, 17p-B8-1, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日.
40. 平岡丈弘, 夏目将利, 加藤寛人, 堤隆嘉, 太田貴之, 伊藤昌文, 竹田圭吾, 近藤博基, 堀勝, “光干渉計を用いたカーボンナノウォール/Si基板の基板温度計測”, 第59回応用物理学関係連合講演会, 18a-A7-8, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日.
41. 内藤全晃, 平松美根男, 近藤博基, 堀勝, “マイクロ波プラズマCVD法を用いたグラフェン膜の作製”, 第59回応用物理学関係連合講演会, 18a-B8-8, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日.
42. 九鬼淳, 于楽泳, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “プラズマ励起化学気相堆積法で成長したアモルファスカーボン膜の電気的特性”, 第59回応用物理学関係連合講演会, 18a-B8-9, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日.
43. 浦川達也, 鳥越隆平, 徐鉉雄, 内田儀一郎, 板垣奈穂, 古閑一憲, 白谷正治, 節原裕一,

- 関根誠, 堀勝, “プラズマ異方性 CVD カーボン膜の硬度のイオンエネルギー依存性”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 18a-B8-10, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
44. 陳尚, 盧翌, 米谷亮祐, 石川健治, 竹田圭吾, 近藤博基, 加納浩之, 徳田豊, 関根誠, 江川孝志, 天野浩, 堀勝, “GaN におけるプラズマダメージの水素ラジカル修復(2)”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-7, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
45. 米谷亮祐, 陳尚, 盧翌, 石川健治, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 江川孝志, 天野浩, 堀勝, “高温における窒化ガリウム(GaN)のエッチング機構(2)”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-8, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
46. 鷺見直也, 石川健治, 河野昭彦, 堀邊英夫, 竹田圭吾, 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “プラズマプロセス中における有機薄膜表面反応の実時間・その場観察電子スピン共鳴(ESR)解析(3)”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-9, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
47. 古室達也, 竹田圭吾, 石川健治, 関根誠, 近藤博基, 堀勝, “ハイドロフルオロカーボンプラズマにおける絶縁膜の高選択エッチングメカニズムの解明”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-10, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
48. 浅野高平, 山本洋, 宮脇雄大, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 山崎敦代, 鈴木建文, 松本裕一, 関根誠, 堀勝, “絶縁膜プラズマエッチングにおける ArF フォトレジストの表面モフォロジと化学結合変化の解析”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-13, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
49. 田嶋聡美, 石川健治, 林俊雄, 堀勝, “プラズマレス Si ケミカルドライエッチング手法の開発”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-14, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
50. 鈴木俊哉, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 節原裕一, 白谷正治, 関根誠, 堀勝, “ $H_2/N_2$  プラズマ中のラジカル密度へ前のプロセスが与える影響”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-16, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
51. 宮脇雄大, 近藤祐介, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 伊東安曇, 鈴木健文, 松本裕一, 関根誠, 堀勝, “ $C_5HF_7$  ガスを用いた  $SiO_2$  高選択エッチングの機構解明”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-17, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
52. 林俊雄, 石川健治, 関根誠, 堀勝, 河野明廣, 鄒弘綱, “Si エッチングにおける  $O_2$ ,  $N_2$  添加効果(II)”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-19, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
53. 林俊雄, 石川健治, 関根誠, 堀勝, 河野明廣, 鄒弘綱, “基本的なエッチングガスの電子物性”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A7-20, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
54. 三ツ口真司, 平松美根男, 堀部剛良, 近藤博基, 堀勝, 加納浩之, “燃料電池の電極応用に向けたカーボンファイバペーパー上へのカーボンナノウォールの成長”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16p-A6-7, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
55. 森山寛子, 民谷和浩, 橋爪博司, 田中宏昌, 石川健治, 太田貴之, 伊藤昌文, 竹田圭吾,

- 近藤博基, 関根誠, 堀勝, “ミドリカビ孢子からの電子スピン共鳴信号の同定”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17a-B8-7, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
56. 近藤博基, 安田幸司, 牧原克典, 宮崎誠一, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “走査プローブ顕微鏡によるカーボンナノウォールの初期成長過程の解明”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16a-A3-11, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
57. 下枝弘尚, 近藤博基, 石川健治, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “カーボンナノウォールの結晶学的構造に対する過酸化水素水処理の効果”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-A3-9, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
58. 堀部剛良, 三ツ口真司, 加納浩之, 近藤博基, 石川健治, 平松美根男, 関根誠, 堀勝, “超臨界流体を用いた Pt-Au 合金ナノ微粒子/カーボンナノウォール(CNWs)複合材料の作成”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-B2-16, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
59. 鈴木俊哉, A. Malinowski, 竹田圭吾, 近藤博基, 石川健治, 節原裕一, 白谷正治, 関根誠, 堀勝, “有機材料エッチングによる電界電子放出ナノピラーの作成”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16a-E3-5, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
60. H. Hashizume, T. Ohta, M. Ito, S. Iseki, F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, M. Hori, “Inactivation of spores of *P. digitatum* and its quantitative-evaluation using non-equilibrium atmospheric-pressure high-density oxygen-radical source”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16a-B8-1, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
61. S. Iseki, K. Nakamura, M. Hayashi, H. Tanaka, H. Kondo, H. Kajiyama, H. Kano, F. Kikkawa, M. Hori, “Anti-tumor effects of ovarian cancer cells by nonequilibrium atmospheric pressure plasma”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16a-B8-4, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
62. H. Tanaka, K. Nakamura, S. Iseki, H. Moriyama, H. Kajiyama, K. Ishikawa, H. Kano, F. Kikkawa, M. Mizuno, M. Hori, “Anti-tumor effects of glioma cancer cells by plasma activated medium”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16a-B8-5, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
63. K. Tamiya, K. Ishikawa, H. Hashizume, T. Ohta, M. Ito, H. Tanaka, H. Moriyama, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Real time in situ ESR measurements of *Penicillium digitatum* spores during oxygen radical irradiation”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16p-B8-2, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
64. T. Ohta, H. Hashizume, T. Mori, M. Ito, K. Takeda, M. Hori, “Plasma Agriculture (VI) - Fluorescence analysis of *Penicillium digitatum* spores on plasma inactivation using non-equilibrium atmospheric pressure plasma –”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 16p-B8-3, 早稲田大学, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
65. F. Jia, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kano, K. Jagath, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Spatio-temporal behaviours of species generated by atmospheric pressure plasma (1)”, 第 59

- 回応用物理学関係連合講演会, 16p-B8-6, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日.
66. J. Kularatne, H. Kano, F. Jia, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, K. Ishikawa, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, "Gas Temperature Behavior of Atmospheric Pressure Plasma Used for Metal Element Analysis in Liquid", 第59回応用物理学関係連合講演会, 16p-B8-12, 早稲田大学, 東京, 2012年3月15-18日.
  67. 手老龍吾, 佐崎元, 宇治原徹, 宇理須恒雄, "酸化物基板表面上の細胞膜モデルシステム: 支持平面脂質膜のダイナミクスと基板表面の影響", 6月24日, 応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会研究会, 神戸大学, 2011年6月24-25日.
  68. 桑原真人, 中西疆, 竹田美和, 浅野秀文, 齋藤晃, 宇治原徹, 田中信夫, "スピン偏極パルス TEM 用電子源と照射系の開発", 日本顕微鏡学会第67回学術講演会, 福岡国際会議場, 福岡県, 2011年5月16-18日.
  69. 関和明, 山本祐治, 原田俊太, 宇治原徹, 竹田美和, "過飽和度制御による 6H-SiC(0001)上への 3C-SiC 溶液成長", 第72回応用物理学会学術講演会, 30a-ZB-1, 山形大学 小白川キャンパス, 山形県, 2011年8月29日-9月2日.
  70. 宇治原徹, 小澤茂太, 関和明, 山本祐治, 原田俊太, "SiC 溶液成長における貫通らせん転位分解メカニズム", 第72回応用物理学会学術講演会, 30a-ZB-2, 山形大学 小白川キャンパス, 山形県, 2011年8月29日-9月2日.
  71. 坂上彰啓, 川口昂彦, 田淵雅夫, 宇治原徹, 竹田美和, 生田博志, "MBE 法による BaFe<sub>2</sub>(As,P)<sub>2</sub> 超伝導薄膜の成長", 第72回応用物理学会学術講演会, 31a-ZT-8, 山形大学 小白川キャンパス, 山形県, 2011年8月29日-9月2日.
  72. 上村彦樹, 川口昂彦, 大野俊也, 田淵雅夫, 宇治原徹, 竹田美和, 生田博志, "NdFeAs(O,F)薄膜の超伝導特性の基板依存性", 第72回応用物理学会学術講演会, 31a-ZT-9, 山形大学 小白川キャンパス, 山形県, 2011年8月29日-9月2日.
  73. 川口昂彦, 上村彦樹, 大野俊也, 田淵雅夫, 宇治原徹, 竹田美和, 生田博志, "MBE 成長した NdFeAsO 薄膜へのフッ素ドーピング", 第72回応用物理学会学術講演会, 31a-ZT-10, 山形大学 小白川キャンパス, 山形県, 2011年8月29日-9月2日.
  74. 市橋史朗, 金秀光, 山本尚人, 真野篤志, 桑原真人, 淵真悟, 宇治原徹, 竹田美和, "AlGaAs 中間層及び Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 反射防止膜の導入による透過型 GaAs/GaAsP 歪み超格子スピン偏極フォトカソードの量子効率向上", 第72回応用物理学会学術講演会, 31a-ZA-13, 山形大学 小白川キャンパス, 山形県, 2011年8月29日-9月2日.
  75. 水野恒平, 松原弘明, 竹内幸久, 原田俊太, 宇治原徹, 青木祐一, 小原公和, "Al 融液窒化法における高密度 AlN 形成メカニズム", 公益社団法人日本セラミックス協会 第24回秋季シンポジウム, 3E03, 北海道大学, 北海道, 2011年9月7日-9日.
  76. 上村彦樹, 川口昂彦, 大野俊也, 田淵雅夫, 宇治原徹, 竹田美和, 生田博志, "MBE 法による NdFeAs(O,F) 上への CaF<sub>2</sub> 絶縁膜成長", 日本結晶成長学会 第41回結晶成長国内会議 (NCCG-41), 04PS28, つくば国際会議場, 茨城県, 2011年11月3日-5日.

77. 原田俊太, アレキサンダー, 関和明, 山本祐治, 宇治原徹, “溶液成長における 4H-SiC 上での多形変化挙動”, 日本結晶成長学会 第 41 回結晶成長国内会議(NCCG-41), 05aB02, つくば国際会議場, 茨城県, 2011 年 11 月 3 日-5 日.
78. 宇治原徹, 小澤茂太, 山本祐治, 関和明, 原田俊太, “SiC 溶液成長における転位変換過程”, 日本結晶成長学会 第 41 回結晶成長国内会議(NCCG-41), 05aB03, つくば国際会議場, 茨城県, 2011 年 11 月 3 日-5 日.
79. 関和明, 山本祐治, 原田俊太, 宇治原徹, 竹田美和, “6H-SiC 上への 3C-SiC 溶液成長における速度論的多形選択メカニズム”, 日本結晶成長学会 第 41 回結晶成長国内会議(NCCG-41), 05aB03, つくば国際会議場, 茨城県, 2011 年 11 月 3 日-5 日.
80. 水野恒平, 松原弘明, 竹内幸久, 原田俊太, 宇治原徹, 青木祐一, 小原公和, “AIN 溶液成長において Mg 蒸気圧が融液の窒化に与える影響”, 日本結晶成長学会 第 41 回結晶成長国内会議(NCCG-41), 05aB10, つくば国際会議場, 茨城県, 2011 年 11 月 3 日-5 日.
81. 宇治原徹, 原田俊太, 山本祐治, 関和明, 堀尾篤史, 三橋貴仁, “SiC 溶液成長における貫通転位の変換過程 –Ultra-High Quality の可能性–”, 公益社団法人応用物理学会 第 20 回シリコンカーバイド(SiC)及び関連ワイドギャップ半導体研究会, II-3, 愛知県産業労働センター(ウインクあいち), 愛知県, 2011 年 12 月 8 日-9 日.
82. 関和明, 山本祐治, 原田俊太, 宇治原徹, 竹田美和, “成長速度論的多形選択成長を用いた 3C-SiC バルク結晶の実現”, 公益社団法人応用物理学会 第 20 回シリコンカーバイド(SiC)及び関連ワイドギャップ半導体研究会, P-15, 愛知県産業労働センター(ウインクあいち), 愛知県, 2011 年 12 月 8 日-9 日.
83. 山本祐治, 原田俊太, 関和明, 堀尾篤史, 三橋貴仁, 宇治原徹, “溶液法を用いた 4H-SiC 結晶における貫通らせん転位の消滅”, 公益社団法人応用物理学会 第 20 回シリコンカーバイド(SiC)及び関連ワイドギャップ半導体研究会, P-16, 愛知県産業労働センター(ウインクあいち), 愛知県, 2011 年 12 月 8 日-9 日.
84. 坂上彰啓, 川口昂彦, 大野俊也, 田淵雅夫, 宇治原徹, 竹田美和, 生田博志, “BaFe<sub>2</sub>(As,P)<sub>2</sub> 超伝導薄膜の MBE 成長と超伝導接合の作製”, 公益社団法人応用物理学会, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, 16p-B1-3, 早稲田大学 早稲田キャンパス, 東京都, 2012 年 3 月 15 日-18 日.
85. 原田俊太, 山本祐治, 関和明, 堀尾篤史, 三橋貴仁, 宇治原徹, “SiC 溶液成長における貫通らせん転位低減の促進”, 公益社団法人応用物理学会, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, 17p-A8-2, 早稲田大学 早稲田キャンパス, 東京都, 2012 年 3 月 15 日-18 日.
86. 関和明, 山本祐治, 原田俊太, 宇治原徹, 竹田美和, “温度差を用いた成長速度増大による 3C-SiC バルク成長”, 公益社団法人応用物理学会, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, 17p-A8-3, 早稲田大学 早稲田キャンパス, 東京都, 2012 年 3 月 15 日-18 日.
87. 志村大樹, 橋本和弥, 桑原真人, 松波雅治, 伊藤孝寛, 木村真一, 酒井武信, 原田俊太,



- 竹田美和, 宇治原徹, “中間バンド型太陽電池における超格子構造の周期性がミニバンドに及ぼす影響”, 公益社団法人応用物理学会, 2012 年春季 第 59 回 応用物理学関係連合講演会, 18p-C1-3, 早稲田大学 早稲田キャンパス, 東京都, 2012 年 3 月 15 日-18 日.
88. 玉置聖人, 岸本茂, 大野雄高, 水谷孝, “グラフィティックカーボン挿入電極 CNT-FET の障壁高さの見積もり”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 18a-B2-1, 早稲田大学, 2012.0318.
  89. 石井聡, 玉置聖人, 岸本茂, 大野雄高, 水谷孝, “嫌気環境システムを利用した AI-CNTFET における n-型特性の評価”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 18a-B2-2, 早稲田大学, 2012 年 3 月 18 日.
  90. D. M. Sun, M. Y. Timmermans, A. Kaskela, A. G. Nasibulin, S. Kishimoto, T. Mizutani, E. I. Kauppinen, Y. Ohno, “Flexible and transparent all-carbon thin-film transistors”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 18a-B2-5, 早稲田大学, 2012 年 3 月 18 日.
  91. 柞山公佑, 沖川侑揮, 大野雄高, 岸本茂, 水谷孝, “導電型原子間力顕微鏡を用いた CNT ネットワークの抵抗分布測定”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-B2-14, 早稲田大学, 2012 年 3 月 17 日.
  92. 柞山公佑, 沖川侑揮, 大野雄高, 岸本茂, 水谷孝, “導電型原子間力顕微鏡を用いた Si 基板に直接成長させた CNT ネットワークの抵抗分布測定”, 第 42 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 3P-27, 東京大学, 2012 年 3 月 7 日.
  93. 玉置聖人, 岸本茂, 大野雄高, 水谷孝, “電極下にグラフィティックカーボンを挿入した CNT-FET の障壁高さの見積もり”, 第 42 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2P-27, 東京大学, 2012 年 3 月 7 日.
  94. 大野雄高, “カーボンナノチューブ薄膜トランジスタおよび集積回路の作製と評価”, 仙台“プラズマフォーラム”平成23年度 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「プラズマナノバイオエレクトロニクス基礎研究」, 仙台, 2012 年 2 月 18 日(招待講演).
  95. 大野雄高, “カーボンナノチューブフレキシブルデバイス”, 日本学術振興会第 151 委員会研究会「フレキシブルエレクトロニクス・TFT の現状」, 東京大学, 2012 年 1 月 16 日(招待講演).
  96. 森雅之, 中谷公彦, 中山幸二, 安井雄一郎, 角田梓, 岩杉達矢, 前澤宏一, 宮崎英志, 水谷孝, “表面再構成制御成長法を用いた Si 上への高移動度 InSb 薄膜の成長とその応用”, 電気学会「シリコンナノデバイス集積化技術調査専門委員会」, 「クラウド時代のユビキタス電子デバイス」合同委員会, 法政大学マイクロ・ナノテクノロジー研究センター, 2011 年 11 月 22 日(招待講演).
  97. 大野雄高, “プラスチック基板上に作製したカーボンナノチューブ薄膜トランジスタと集積”, 応用電子物性分科会研究例会「デバイス応用に向けたナノカーボン成長技術の新展開」, 首都大学東京サテライトキャンパス, 2011 年 12 月 22 日(招待講演).
  98. 大野雄高, “プラスチック基板上に高性能な CNT 薄膜トランジスタおよび集積回路を作成—安価なフレキシブルエレクトロニクスの実現に向けて—”, 高分子学会高分子同友会, 高分子同友会, 2011 年 9 月 21 日(招待講演).

99. 今枝英樹, 岸本茂, 大野雄高, 大野雄高, 水谷孝, “Au 電極 CNTFET の真空中における n 型伝導の観測”, 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-ZJ-11, 山形大学, 2011 年 8 月 30 日.
100. 鈴木耕佑, 大野雄高, 岸本茂, 水谷孝, “CNFET のゲート絶縁膜界面における界面電荷分布”, 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-ZJ-13, 山形大学, 2011 年 8 月 30 日.
101. 孫東明, ティメルマンズマリナ, 田瑩, ナシブリン アルバート, 岸本茂, 水谷孝, カウピネン エスコ, 大野雄高, “カーボンナノチューブ薄膜トランジスタの特性評価: 移動度とオン/オフ比”, 第 72 回応用物理学会学術講演会, 30a-ZJ-3, 山形大学, 2011 年 8 月 29-9 月 2 日.
102. 水谷孝, 岸本茂, “Fabrication of thin-film transistors using PECVD-grown carbon nanotube”, 電子材料シンポジウム, 守山市, 2011 年 7 月 1 日(招待講演).
103. 大野雄高, “カーボンナノチューブトランジスタ: 成長技術とプロセス技術”, 化学工学会・反応工学部会・CVD 反応分科会・ミニシンポジウム「ナノカーボン製造プロセスとエレクトロニクス応用」, 東京大学上山会館, 2011 年 5 月 20 日 (招待講演).
104. 田畑拓也, 白知鉉, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “RF-MBE 法による(111)Si 基板上への InGaN ナノワイヤの成長 II”, 応用物理学会学術講演会, 30p-ZE-2, 山形, 2011 年 8 月 29-9 月 2 日.
105. 山口雅史, 田畑拓也, 白知鉉, 本田善央, 天野浩, “石英基板上 InGaN ナノワイヤの成長”, 応用物理学会学術講演会, 30p-ZE-3, 山形, 2011 年 8 月 29-9 月 2 日.
106. 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “(1-101)GaN/Si 上 InGaN 厚膜の MOVPE 成長”, 応用物理学会学術講演会, 31p-ZE-13, 山形, 2011 年 8 月 29-9 月 2 日.
107. 久志本真希, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “加工 Si 基板上(1-101)InGaN/GaN MQW ストラップの偏光特性”, 応用物理学会学術講演会, 1a-ZE-10, 山形, 2011 年 8 月 29-9 月 2 日.
108. 古沢優太, 稲津哲彦, 深堀真也, シルルペルノ, 金明姫, 藤田武彦, 長澤陽祐, 平野 光, 本田善央, 岩谷素顕, 一本松正道, 山口雅史, 天野浩, 竹内哲也, 上山 智, 赤崎 勇, “殺菌制菌用の高効率長寿命 DUV-LED の要素技術開発”, 応用物理学会学術講演会, 2p-ZE-8, 山形, 2011 年 8 月 29-9 月 2 日.
109. 杉山貴之, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, 磯部康裕, 押村吉徳, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 今出完, 北岡康夫, 森勇介, “非極性 a 面及び c 面 GaN 基板上 AlGaIn/GaN HFETs における電流コラプス評価”, 応用物理学会学術講演会, 2a-H-5, 山形, 2011 年 8 月 29-9 月 2 日.
110. 天野浩, “高 In 組成 InGaIn 実用化にむけて”, 応用物理学関係連合講演会, 15p-F11-1, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
111. 室谷英彰, 安藤浩哉, 塚本武彦, 杉浦藤虎, 山田陽一, 田畑拓也, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “InGaIn ナノワイヤにおける内部量子効率の発光波長依存性”, 応用物理学関係連合講演会, 15a-F11-3, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.

112. 山口雅史, 白知鉉, 田畑拓也, 中川慎太, 本田善央, 天野浩, “Si 基板上 III-V 族化合物半導体ナノワイヤの成長と応用”, 応用物理学関係連合講演会, 15p-B3-3, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
113. 光成正, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “GaN の昇華を用いた選択領域 AlN/Air 反射構造の作製”, 応用物理学関係連合講演会, 16a-DP1-6, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
114. 田畑拓也, 白知鉉, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “Si 基板上 InGaN ナノワイヤの積層欠陥と発光特性”, 応用物理学関係連合講演会, 16a-DP1-18, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
115. 坂倉誠也, 土井友博, 大畑俊也, 谷川智之, 本田善央, 山口雅史, 天野浩, “加圧 MOVPE 法による  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  結晶成長”, 応用物理学関係連合講演会, 18a-B1-6, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
116. 古沢優太, 稲津哲彦, 深堀真也, シリルペルノ, 金明姫, 藤田武彦, 長澤陽祐, 一本松正道, 岩谷素顕, 山口雅史, 平野光, 竹内哲也, 上山智, 本田善央, 天野浩, 赤崎勇, “殺菌用 260nm DUV-LED の C-V 測定”, 応用物理学関係連合講演会, 18p-F12-6, 東京, 2012 年 3 月 15-18 日.
117. 坪田光治, 恵良淳史, 田淵雅夫, 竹田美和, 西谷智博, “GaAs に吸着した Cs が作る NEA 表面の XAFS 測定”, 第 28 回 PF シンポジウム, UG-01-08, つくば国際会議場, 2012 年 3 月 15-16 日.
118. 坪田光治, 恵良淳史, 田淵雅夫, 竹田美和, 西谷智博, “XAFS 測定と蛍光収量測定による Cs/GaAs NEA 表面形成過程の観察”, 第 14 回 XAFS 討論会, 1007, 岡崎コンファレンスセンター, 2011 年 9 月 9-11 日.
119. 二木浩之, 益田征典, 森康博, 田淵雅夫, 竹田美和, “ヨハンソン分光結晶を用いた X 線 CTR 散乱の短時間測定系の開発”, 応用物理学会結晶工学分科会主催 2011 年・年末講演会, 17, 学習院大学創立 100 周年記念会館, 2011 年 12 月 15 日.
120. 坪田光治, 恵良淳史, 田淵雅夫, 竹田美和, 西谷智博, “蛍光収量法による NEA 表面作製中の GaAs 上への Cs 吸着量の測定”, 応用物理学会結晶工学分科会主催 2011 年・年末講演会, 18, 学習院大学創立 100 周年記念会館, 2011 年 12 月 15 日.
121. 坪田光治, 恵良淳史, 田淵雅夫, 竹田美和, 西谷智博, “低温 XAFS 測定による Cs/GaAs NEA 表面の解析”, 第 29 回 PF シンポジウム, UG-01-16, つくば国際会議場, 2012 年 3 月 15-16 日.
122. 田淵雅夫, 益田征典, 安西孝太, 鞠光旭, 二木浩之, 森康博, 淵真悟, 竹田美和, “窒化物半導体結晶の特異構造形成を理解するための X 線によるその場観察装置の開発”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 15p-F11-3, 早稲田大学, 早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 15-18 日.
123. 鞠光旭, 安西孝太, 淵真悟, 田淵雅夫, 竹田美和, “In situ X-ray measurements of MOVPE growth of  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  single quantum well”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 18p-B5-5, 早稲田大学, 早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 15-18 日.

124. 坂上彰啓, 川口昂彦, 大野俊也, 田渕雅夫, 宇治原徹, 竹田美和, 生田博志,  
BaFe<sub>2</sub>(As,P)<sub>2</sub> 超伝導薄膜の MBE 成長と超伝導接合の作製”, 第 59 回応用物理学関係連合  
講演会, 16p-B1-3, 早稲田大学, 早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 15-18 日.
125. 小山剛史, 宮田耕充, 篠原久典, 岸田英夫, 中村新男, “(6,4)チューブの励起子間相互作用と励起子サイズ”, 日本物理学会秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21-24 日.
126. 志水聖, 小山剛史, 宮田耕充, 篠原久典, 中村新男, “キャリアドーピングされた半導体ナノチューブの発光ダイナミクス”, 日本物理学会秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21-24 日.
127. 志水聖, 小山剛史, 齋藤毅, 宮田耕充, 篠原久典, 中村新男, “金属カーボンナノチューブの励起子による発光”, 日本物理学会秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21-24 日.
128. 吉満翔平, 小山剛史, 宮田耕充, 篠原久典, 岸田英夫, 中村新男, “高密度励起カーボンナノチューブの E22, E33 励起子ダイナミクス”, 日本物理学会秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21-24 日.
129. 志水聖, 小山剛史, 齋藤毅, 宮田耕充, 篠原久典, 中村新男, “金属単層カーボンナノチューブの励起子状態からの発光”, 42 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 東京大学, 2012 年 3 月 6-8 日.
130. 志水聖, 小山剛史, 宮田耕充, 篠原久典, 中村新男, “正孔ドーピングされた(6,5)単層カーボンナノチューブのトリオンの緩和ダイナミクス”, 42 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 東京大学, 2012 年 3 月 6-8 日.
131. 小山剛史, 伊藤由人, 吉田和真, 吾郷浩樹, 中村新男, “グラフェンのフェムト秒発光ダイナミクス”, 日本物理学会年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 24-27 日.
132. 阿南裕穂, 釜塚政男, 石毛 悠, 中里和郎, “フェロセン修飾金電極を持つ拡張ゲートFET型酸化還元センサアレイ”, 日本応用物理学関係連合講演会, 2012 年 3 月 16 日, 早稲田大学
133. 中里和郎, “化学集積素子-化学と半導体との融合デバイス”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 27 日, 慶應義塾大, (招待講演)
134. 杉浦康史, 永井滋一, 岩田達夫, 梶原和夫, 安坂幸師, 齋藤弥八, 畑浩一, 浅井貴之, “先端にナノ構造体を持つ電界電離型イオン源エミッタの作製”, 秋季 第 72 回応用物理学学会学術講演会, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 9 月 1 日.
135. A. Ruammitree, H. Hu, H. Nakahara, K. Akimoto, K. Soda, “Initial Growth Stage of Epitaxial Graphene on Si-terminated SiC(0001) in Ar”, 秋季 第 72 回応用物理学学会学術講演会, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 9 月 1 日.
136. 荻田基志, 安坂幸師, 中原仁, 齋藤弥八, “TEM その場観察法によるカーボンナノチューブ/金属接合の電気特性の研究”, 秋季 第 72 回応用物理学学会学術講演会, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年 9 月 1 日.
137. 春木一夫, 渡辺将章, 佐藤英樹, 齋藤弥八, “カーボンナノチューブピラーアレイの電界放出面内分布”, 秋季 第 72 回応用物理学学会学術講演会, 山形大学, 小白川キャンパス, 2011 年

8月31日.

138. 胡海龍, A. Ruammitree, 前田大輔, 中原仁, 安坂幸師, 齋藤弥八, “6H-SiC のアルゴン中加熱によるエピタキシャルグラフェンの選択成長”, 第 41 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 首都大学東京, 南大沢キャンパス, 2011 年 9 月 6 日.
139. 安坂幸師, 荻田基志, 齋藤弥八, “カーボンナノチューブ表面上アモルファスカーボンのジュール加熱によるグラファイト化”, 第 41 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 首都大学東京, 南大沢キャンパス, 2011 年 9 月 6 日.
140. 辻勇太, 近藤洋平, 中原仁, 安坂幸師, 齋藤弥八, “CVD による CNT 成長プロセスのその場 RHEED 観察”, 第 41 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 首都大学東京, 南大沢キャンパス, 2011 年 9 月 6 日.
141. 市川俊介, 落合知也, 中原仁, 齋藤弥八, “電界放出走査電子顕微鏡用カーボンナノチューブ電子源の作製と評価”, 第 41 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 首都大学東京, 南大沢キャンパス, 2011 年 9 月 7 日.
142. 中久保一也, 安坂幸師, 中原仁, 齋藤弥八, “電界放出顕微鏡による剥離した多層グラフェンからの電子放出の研究”, 第 41 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 首都大学東京, 南大沢キャンパス, 2011 年 9 月 7 日.
143. 春木一夫, 佐藤英樹, 大原一馬, 齋藤弥八, “カーボンナノチューブピラーアレイからの電界放出における電子放出サイトの面内分布”, 春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 15 日.
144. 荻田基志, 安坂幸師, 中原仁, 齋藤弥八, “カーボンナノチューブに内包された金属ナノ粒子のマイグレーションと接合過程その場透過電子顕微鏡法観察”, 春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 17 日.
145. 寺田朋広, 安坂幸師, 中原仁, 齋藤弥八, “その場透過電子顕微鏡法によるカーボンナノチューブを用いた単一シリコンナノ粒子の電気伝導特性の解明”, 春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 17 日.
146. 中久保一也, 安坂幸師, 中原仁, 齋藤弥八, “多層グラフェンからの電界放出の TEM 及び FEM による研究”, 春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 17 日.
147. 馬場嘉信, “ナノ構造を利用した電気泳動による Omics 解析”, 第 61 回日本電気泳動学会シンポジウム, 山口, 2011 年 5 月 9 日 (招待講演).
148. 馬場嘉信, “初期がん等の微小な病変を高度に検出するベッドサイド型デバイスの開発”, 知の拠点公開シンポジウム, 2011 年 5 月 10 日 (招待講演).
149. 馬場嘉信, “若手スター研究者が拓く次世代再生医療・がん診断 ナノバイオがおこすイノベーション”, 国際バイオ EXPO, 東京, 2011 年 6 月 30 日 (座長).
150. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスを用いた単一生体分子・単一細胞センシングによるがん診断と幹細胞治療”, 日本分析化学会第 60 回年会 センサー研究懇談会, 名古屋, 2011 年 9 月

- 16日 (招待講演).
151. 馬場嘉信, “医療・創薬におけるパラダイムシフト”, スマート MEMS ネットワークシンポジウム, 横浜, 2011年10月14日 (招待講演).
  152. 馬場嘉信, “ナノバイオデバイスの開発と医療応用”, 第31回キャピラリー電気泳動シンポジウム, 鶴岡, 2011年11月10日.
  153. 馬場嘉信, “私たちの病気を早期発見し健康を守る最新ナノテク”, 最先端研究開発支援プログラム 川合プロジェクト公開シンポジウム, 東京, 2012年3月10日 (招待講演).
  154. 馬場嘉信, “生体高分子のナノ計測が拓く未来医療, がん超早期診断・遺伝子治療・幹細胞治療からリモート健康管理へ”, 高分子講演会, 東北大学, 2012年3月12日.
  155. 大内幸雄, “非線形振動分光法を用いたイオン液体/電極界面の in-situ 計測”, 2011年電気化学秋季大会シンポジウム:キャパシタ技術の新しい展開, 新潟コンベンションセンター, 新潟, 2011年9月9-11日.
  156. 岩橋崇, 酒井康成, K. Doseok, 石山達也, 森田明弘, 大内幸雄, “和周波振動分光と分子動力学計算を用いた水/イオン液体界面構造の研究”, 第5回分子科学討論会, 札幌コンベンションセンター, 札幌, 2011年9月20-23日.
  157. 酒井康成, 岩橋崇, 小川よしみ, 石山達也, 森田明弘, K. Doseok, 大内幸雄, “赤外-可視和周波発生分光法を用いたアルカン/イオン液体界面構造の研究”, 第5回分子科学討論会, 札幌コンベンションセンター, 札幌, 2011年9月20-23日.
  158. 岩橋崇, 酒井康成, 石山達也, 森田明弘, K. Doseok, 大内幸雄, “イオン液体の液体/液体界面における局所構造の分子科学”, 第2回イオン液体討論会, キャンパスプラザ京都, 京都, 2011年12月16-17日.
  159. 酒井康成, 岩橋崇, 石山達也, 森田明弘, K. Doseok, 大内幸雄, “赤外-可視和周波発生分光法を用いたアルカン/[bmim][X](X=PF<sub>6</sub>, TFSA)界面構造の研究”, 第2回イオン液体討論会, キャンパスプラザ京都, 京都, 2011年12月16-17日.
  160. 山田太紀, 野口裕, 大内幸雄, 石井久夫, “金属/有機層界面における電子構造とキャリア注入特性の同一環境下測定”, 2012年春季第59回応用物理学連合講演会, 早稲田大学早稲田キャンパス, 東京, 2012年3月15-18日.
  161. 大内幸雄, “和周波発生振動分光法による液体/液体界面の直接観測”, 日本表面科学会第72回表面科学研究会, 東京理科大森戸記念館, 東京, 2012年3月19日.
  162. 酒井康成, 岩橋崇, 石山達也, 森田明弘, K. Doseok, 大内幸雄, “アルカン/イオン液体 [bmim]X(X=PF<sub>6</sub>, [TFSA])液/液界面構造に関する微視的構造研究”, 日本化学会第92春季年会(2012), 慶応義塾大学日吉キャンパス, 横浜, 2012年3月25-28日.
  163. 八島栄次, “超構造らせん分子・高分子の創製と機能創出”, 第23回万有札幌シンポジウム, 北海道大学, 北海道, 2011年7月2日 (招待講演).
  164. 八島栄次, “らせん高分子・超分子の合成と応用”, 第37回中国四国支部高分子講座, 山口大学, 山口, 2011年11月2日 (招待講演).

165. 八島栄次, “らせん高分子・超分子の合成と機能”, 日本化学会東海支部地区講演会, 岐阜大学, 岐阜県, 2011年 11月26日 (招待講演).
166. 関熙峻, 三輪和弘, 古荘義雄, 八島栄次, “機能団を両末端にもつ新規なホウ素ヘリケートの合成と構造”, *Symposium on Molecular Chirality 2011*, PP-18, 東京工業大学, 東京都, 2011年 5月20-21日.
167. 中谷裕次, 古荘義雄, 八島栄次, “アミジニウム-カルボキシレート塩橋形成を利用した新規キラル[1+1]マクロサイクルの合成とその構造制御”, *Symposium on Molecular Chirality 2011*, PP-33, 東京工業大学, 東京都, 2011年 5月20-21日.
168. 牧口航, 小林晋三, 古荘義雄, 八島栄次, “m-ターフェニル誘導体を単位構造とするカルボン酸オリゴマーの二重らせん形成とらせん誘起”, *Symposium on Molecular Chirality 2011*, PP-34, 東京工業大学, 東京, 2011年5月20-21日.
169. 坂野元紀, 永井寛嗣, C. Kaiser, S. Hecht, 八島栄次, “側鎖にアミノ酸残基を有する光学活性ポリメタフェニレンエチニレン誘導体の合成とそのらせん構造”, 第60回高分子学会年次大会, 1C29, 大阪国際会議場, 大阪, 2011年5月25-27日.
170. 牧口航, 小林晋三, 古荘義雄, 八島栄次, “m-ターフェニル骨格を単位構造とするアキラルなカルボン酸二量体の二重らせん形成とキラルアミンによるらせん誘起”, 第60回高分子学会年次大会, 1F24, 大阪国際会議場, 大阪, 2011年5月25-27日.
171. Z. Tang, H.-Y. Hu, G. M. Miyake, 飯田 拓基, 八島 栄次, “Synthesis of Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Cinchona Alkaloid Pendants and Their Application to Asymmetric Catalysts”, 第60回高分子学会年次大会, 2L25, 大阪国際会議場, 大阪, 2011年 5月25-27日.
172. 岩花宗一郎, 溝口智久, 飯田拓基, 八島栄次, “リボフラビン部位を有する光学活性高分子の合成と応用”, 第60回高分子学会年次大会, 3K07, 大阪国際会議場, 大阪, 2011年5月 25-27日.
173. 三木麻里恵, 岩花宗一郎, 飯田拓基, 八島栄次, “フラビンを主鎖骨格に有する新規共役系高分子の合成”, 第60回高分子学会年次大会, 1Pa027, 大阪国際会議場, 大阪, 2011年5月 25-27日.
174. 宮部季隆, 坂野元紀, 山口智子, 飯田拓基, 八島栄次, “剛直なヘリカルポリイソシアニドからなる星型ポリマーの合成及び不斉識別能”, 第60回高分子学会年次大会, 1Pg095, 大阪国際会議場, 大阪, 2011年5月25-27日.
175. 清水香里, 関熙峻, 浅井良, 三輪和弘, 古荘義雄, 八島栄次, “オリゴフェノール鎖からなる二重らせん型ホウ素錯体の合成と構造”, 第60回高分子学会年次大会, 2Pa031, 大阪国際会議場, 大阪, 2011年5月25-27日.
176. Z. Tang, H.-Y. Hu, G. M. Miyake, 飯田拓基, 八島栄次, “Asymmetric Helical Polymer Catalysts Based on Poly(phenylacetylene)s Bearing Cinchona Alkaloid Pendants”, 第60回高分子討論会, 1B16, 岡山大学, 岡山, 2011年9月28-30日.

177. 宮部季隆, 飯田拓基, 坂野元紀, 山口智子, 八島栄次, “剛直なヘリカルポリイソシアニドからなる星型ポリマーのAFMによる構造観察および不斉識別能”, 第60回高分子討論会, 2B04, 岡山大学, 岡山, 2011年9月28-30日.
178. 岩花宗一郎, 三木麻里恵, 飯田拓基, 八島栄次, “リボフラビン部位を主鎖骨格に有する光学活性高分子の合成と機能”, 第60回高分子討論会, 2B16, 岡山大学, 岡山, 2011年9月28-30日.
179. 牧口航, 小林晋三, 古荘義雄, 八島栄次, “カルボキシル基を有したm-ターフェニル骨格を単位構造とする共役高分子の二重らせん形成とキラルアミンを用いた不斉誘起”, 第60回高分子討論会, 3B06, 岡山大学, 岡山, 2011年9月28-30日.
180. 三輪和弘, 清水香里, 関熙峻, 古荘義雄, 八島栄次, “オリゴフェノール鎖からなる二重らせん型ホウ素錯体の合成と伸縮制御”, 第60回高分子討論会, 3B07, 岡山大学, 岡山, 2011年9月28-30日.
181. 坂野元紀, 山口智子, 永井寛嗣, C. Kaiser, S. Hecht, 八島栄次, “側鎖にアミノ酸残基を有する光学活性ポリメタフェニレンエチニレン誘導体の合成とらせん構造のAFM観察”, 第60回高分子討論会, 1Pf026, 岡山大学, 岡山, 2011年9月28-30日.
182. Z. Tang, H.-Y. Hu, 飯田拓基, 八島栄次, **Enantioselective Henry Reaction Catalyzed by Helical Poly(phenylacetylene)s Bearing Cinchona Alkaloid Pendants**”, 第5回物質科学フロンティアセミナー, P-16, 名古屋大学, 愛知, 2011年10月21-22日.
183. 岩花宗一郎, 飯田拓基, 八島栄次, “リボフラビン誘導体を主鎖に有する機能性高分子の合成と不斉有機触媒反応への応用”, 第5回物質科学フロンティアセミナー, P-23, 名古屋大学, 愛知, 2011年10月21-22日.
184. 三木麻里恵, 岩花宗一郎, 飯田拓基, 八島栄次, “主鎖にフラビン骨格を有する新規共役系高分子の合成”, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2I14, 信州大学, 長野, 2011年11月5-6日.
185. 野田ゆいか, 飯田拓基, 古荘義雄, 八島栄次, “ヒドロキノン誘導体を有するアミジン及びカルボン酸二量体の合成と二重らせん構造の構築”, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2I16, 信州大学, 長野, 2011年11月5-6日.
186. 牧口航, 小林晋三, 古荘義雄, 八島栄次, “キラルアミンを用いたカルボキシル基を有しメタターフェニル誘導体を単位構造とする共役高分子へのらせん誘起”, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2I17, 信州大学, 長野, 2011年11月5-6日.
187. 野田竜太, 大村賢司, 飯田拓基, 古荘義雄, 八島栄次, “環状ホウ酸エステル結合により架橋された二重らせん分子の合成と構造”, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2I18, 信州大学, 長野, 2011年11月5-6日.
188. H. Nishioka, T. Ishikawa, X. G. Liang, and H. Asanuma, “Construction of light-driven DNA-seesaw with two photo-switches of modified azobenzene”, 第60回高分子学会年次大会, 大阪, 2011年5月25-27日.



189. H. Kashida, T. Hayashi, T. Fujii, H. Asanuma, "Strong adhesion between full-matched DNA duplexes through "base-pairing" of cationic dyes", 第 60 回高分子学会年次大会, 大阪, 2011 年 5 月 25-27 日.
190. 榎田啓, 関口康司, 浅沼浩之, "蛍光色素の高輝度化を目指した新規人工塩基対の開発", 第 21 回バイオ・高分子シンポジウム, 大阪, 2011 年 7 月 25-26 日.
191. 藤井大雅, 原雄一, 大澤卓矢, 榎田啓, 梁興国, 吉田安子, 浅沼浩之, "非対称色素クラスター形成による蛍光色素の高効率消光", 第 21 回バイオ・高分子シンポジウム, 大阪, 2011 年 7 月 25-26 日.
192. 大澤卓矢, 藤井大雅, 梁興国, 榎田啓, 吉田安子, 嶋田直彦, 丸山厚, 浅沼浩之, "インステムモレキュラービーコンとカチオン性グラフトポリマーを用いた超高感度プローブの設計", 第 21 回バイオ・高分子シンポジウム, 大阪, 2011 年 7 月 25-26 日.
193. 東山尚史, 関口康司, 榎田啓, 浅沼浩之, "インスレーターを用いたFITC標識核酸プローブの高輝度化", 第 21 回バイオ・高分子シンポジウム, 大阪, 2011 年 7 月 25-26 日.
194. 石川顕慎, 西岡英則, 沢邊恭一, 梁興国, 浅沼浩之, "アルキルチオ修飾アゾベンゼンによる DNA 二重鎖形成と解離の可視光制御", 第 21 回バイオ・高分子シンポジウム, 大阪 2011 年 7 月 25-26 日.
195. 榎田啓, 林威光, 土居哲也, 浅沼浩之, "スチルバゾールの光二量化反応を利用したDNAの光架橋", 2011 年光化学討論会, 宮崎, 2011 年 9 月 6-8 日.
196. 西岡英則, 梁興国, 浅沼浩之, "オルト位修飾による cis-アゾベンゼンの熱異性化の抑制", 2011 年光化学討論会, 宮崎, 2011 年 9 月 6-8 日.
197. 榎田啓, 林威光, 土居哲也, 浅沼浩之, "カチオン性色素会合を利用した光機能性 DNA グルーの開発", 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, つくば, 2011 年 9 月 12-14 日.
198. 伊藤浩, 梁興国, 浅沼浩之, "修飾 dsRNA を用いた選択的 RISC 形成と RNAi 活性の向上", 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, つくば, 2011 年 9 月 12-14 日.
199. 藤井大雅, 榎田啓, 浅沼浩之, "DNA 骨格を利用したシアニン系新規色素会合体の開発", 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, つくば, 2011 年 9 月 12-14 日.
200. 村山恵司, 富田孝亮, 榎田啓, 浅沼浩之, "非環状骨格を有する人工核酸 aTNA と SNA の機能化", 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, つくば, 2011 年 9 月 12-14 日.
201. 加藤智博, 関口康司, 榎田啓, 浅沼浩之, "蛍光色素の高輝度化を目指した新規人工塩基対の開発", 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, つくば, 2011 年 9 月 12-14 日.
202. 漆原雅朗, 伊藤浩, 藤井大雅, 榎田啓, 梁興国, 浅沼浩之, "RNA 二重鎖中での色素会合体形成を用いた RNAi の細胞内イメージング", 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, 2011 年 9 月 12-14 日.
203. 加藤憲司郎, 周孟光, 梁興国, 浅沼浩之, "DNAzyme による Catalytic loop の構造の光制御を利用した RNA 切断の光スイッチング", 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, 2011 年 9 月 12-14 日.

204. 東山尚史, 関口康司, 榎田啓, 浅沼浩之, “インスレーターを利用した、高輝度 FITC 標識核酸プローブの開発”, 第 5 回バイオ関連化学シンポジウム, 2011 年 9 月 12-14 日.
205. 村山恵司, 富田孝亮, 榎田啓, 浅沼浩之, “色素とのコンジュゲーションによる人工核酸 aTNA と SNA の機能化”, 第 60 回高分子討論会, 2011 年 9 月 28-30 日.
206. 土居哲也, 林威光, 藤井大雅, 榎田啓, 浅沼浩之, “アゾ系色素による会合体形成を利用した DNA 二重鎖の連結”, 第 60 回高分子討論会, 2011 年 9 月 28-30 日.
207. 石川顕慎, 西岡英則, 沢邊恭一, 梁興国, 浅沼浩之, “DNA 二重鎖形成と解離の可視光制御を目指した逆スイッチ型アゾベンゼン誘導体の分子設計”, 第 60 回高分子討論会, 2011 年 9 月 28-30 日.
208. 大澤卓矢, 藤井大雅, 梁興国, 榎田啓, 吉田安子, 嶋田直彦, 丸山厚, 浅沼浩之, “カチオン性グラフト共重合体を用いたインステムモレキュラービーコンの超高感度化”, 第 60 回高分子討論会, 2011 年 9 月 28-30 日.
209. 近藤展代, 関口康司, 榎田啓, 浅沼浩之, “ペリレン誘導体導入による新規三塩基欠失検出 DNA プローブの開発”, 第 60 回高分子討論会, 2011 年 9 月 28-30 日.
210. 加藤憲司郎, 周孟光, 梁興国, 浅沼浩之, “Catalytic loop 構造の光制御を利用した新規光応答性 DNAzyme の開発”, 第 42 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2011 年 11 月 5-6 日.
211. 大澤卓矢, 藤井大雅, 梁興国, 榎田啓, 吉田安子, 嶋田直彦, 丸山厚, 浅沼浩之, “カチオン性グラフト共重合体との併用によるインステムモレキュラービーコンの高機能化”, 第 42 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2011 年 11 月 5-6 日.
212. 土居哲也, 林威光, 藤井大雅, 榎原拓海, 榎田啓, 浅沼浩之, “カチオン性色素会合体形成を利用した DNA の連結”, 第 42 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2011 年 11 月 5-6 日.
213. 浅沼浩之, 赤羽真理子, 近藤展代, 大澤卓矢, 加藤智博, 榎田啓, “ステム構造を必要としない高感度リニアプローブの設計”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25-28 日.
214. 村山恵司, 富田孝亮, 榎田啓, 浅沼浩之, “非環状人工核酸 aTNA 及び SNA の色素とのコンジュゲーションによる高機能化”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25-28 日.
215. 東山尚史, 関口康司, 榎田啓, 浅沼浩之, “インスレーターを用いた蛍光標識核酸プローブの高輝度化”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25-28 日.
216. 加藤智博, 榎田啓, 浅沼浩之, “DNA 二重鎖内部における蛍光色素のエネルギー移動に関する研究”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25-28 日.
217. 加藤憲司郎, 梁興国, 浅沼浩之, “ループ部位への可逆的二重鎖形成を利用した新規光応答性 DNAzyme の設計”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25-28 日.
218. 伊藤浩, 梁興国, 浅沼浩之, “siRNA へのインターカレーター導入による選択的 RISC 形成とそのメカニズム”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25-28 日.
219. 伊藤浩, 高井順矢, 村山恵司, 漆原雅朗, 浅沼浩之, “非環状骨格を持つ人工核酸を導入し

- た siRNA の RNA 干渉への影響”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25-28 日.
220. 漆原雅朗, 伊藤浩, 榎田啓, 梁興国, 浅沼浩之, “RISC の選択的蛍光モニタリングを目指した色素対導入 siRNA の設計”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25 日-28 日.
221. 土居哲也, 榊原拓海, 林威光, 藤井大雅, 榎田啓, 浅沼浩之, “スチルバゾールの二量化反応を利用した DNA 二重鎖の光架橋”, 日本化学会第 92 春季年会, 2012 年 3 月 25 日-28 日.
222. K. Nagai, S. Motoda, S. Okazaki, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Controlled/Living Radical Polymerization of Cyclic Vinyl Monomers”, 第 60 回高分子学会年次大会, 1L20, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
223. A. Kanazawa, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Heterogeneous Catalysis of Iron Oxides for Controlled/Living Radical Polymerization”, 第 60 回高分子学会年次大会, 1L21, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
224. D. H. Lee, K. Nagai, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Synthesis of Novel Bio-Based Thermoplastic Elastomer from Itaconic Acid Derivatives”, 第 60 回高分子学会年次大会, 1L22, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
225. 中脇光優, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “嵩高いシリルビニルエーテルの精密制御ラジカル共重合”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2Pc001, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
226. 寺尾雄也, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “種々の桂皮酸誘導体の制御ラジカル共重合”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2PC003, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
227. 元田哲史, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “アセナフチレン誘導体のリビングラジカル重合による剛直ビニルポリマーの合成”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2Pc007, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
228. 石塚健太, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “アクリロニトリル含有モノマーのラジカル重付加による配列制御高分子の合成”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2Pc009, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
229. 副島敬正, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “キラル遷移金属錯体を用いた立体選択的ラジカル付加および重付加”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2Pc011, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
230. 松田将, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “マレイミド誘導体とリモネンの共重合による機能性官能基含有 1:2 配列制御共重合体の合成”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2Pd002, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
231. 岡寄聡司, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “ノルボルネン誘導体のラジカル共重合による新規配列制御剛直高分子の合成”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2Pd008, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
232. 半田将人, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “アミド基含有モノマーの金属触媒ラジカル重付加”, 第 60 回高分子学会年次大会, 2Pd010, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.

233. 内山峰人, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “可逆的付加解裂連鎖移動(RAFT)機構による新規リビングカチオン重合系の開発”, 第 60 回高分子学会年次大会, 3Pc001, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
234. 青嶋紘, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “相互変換型リビングラジカル/カチオン同時重合系の開発”, 第 60 回高分子学会年次大会, 3Pd002, 大阪国際会議場, 2011 年 5 月 25-27 日.
235. A. Kanazawa, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Controlled/Living Radical Polymerization Using Iron Oxides as Heterogeneous Catalysts”, グローバル COE 成果報告会 2011, 名古屋大学, 2011 年 6 月 15 日.
236. M. Mizutani, K. Nagai, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Novel Functional Copolymers by Metal-Catalyzed Simultaneous Chain- and Step-Growth Radical Polymerization”, グローバル COE 成果報告会 2011, 名古屋大学, 2011 年 6 月 15 日.
237. H. Aoshima, K. Nagai, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Interconvertible Living Radical/Cationic Polymerization”, グローバル COE 成果報告会 2011, 名古屋大学, 2011 年 6 月 15 日.
238. M. Matsuda, K. Nagai, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Incorporation of Various Functional Groups to the 1:2 Sequence-Regulated Copolymers of Maleimide Derivatives and Naturally-Occurring Limonene”, グローバル COE 成果報告会 2011, 名古屋大学, 2011 年 6 月 15 日.
239. K. Ishitake, K. Nagai, K. Satoh, M. Kamigaito, and Y. Okamoto, “Stereospecific Controlled/Living Radical Polymerization of Silyl Vinyl Methacrylates”, グローバル COE 成果報告会 2011, 名古屋大学, 2011 年 6 月 15 日.
240. M. Nakawaki, K. Nagai, K. Satoh, and M. Kamigaito, “Controlled/Living Radical Copolymerization of Bulky Silyl Vinyl Ethers”, グローバル COE 成果報告会 2011, 名古屋大学, 2011 年 6 月 15 日.
241. 李東炯, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “イタコン酸誘導体からなる新規バイオベース熱可塑性エラストマーの合成”, 第 137 回東海高分子研究会講演会, 湯元グリーンホテル, 三重郡, 2011 年 9 月 2-3 日.
242. 石塚健太, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “遷移金属触媒を用いたラジカル重付加による定序配列ビニルポリマーの合成”, 第137回東海高分子研究会講演会, 湯元グリーンホテル, 三重郡, 2011年9月2-3日.
243. 寺尾雄也, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “種々の桂皮酸誘導体の制御ラジカル共重合による機能性高分子の開発”, 第137回東海高分子研究会講演会, 湯元グリーンホテル, 三重郡, 2011年9月2-3日.
244. 元田哲史, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “アセナフチレン誘導体の制御ラジカル重合による剛直主鎖型ビニルポリマーの開発”, 第137回東海高分子研究会講演会, 湯元グリーンホテル, 三重郡, 2011年9月2-3日.

245. 佐藤浩太郎, 伊藤大祐, 水谷将人, 上垣外正己, “遷移金属触媒連鎖/逐次ラジカル同時重合による精密制御ブランチポリマーの合成”, 第 60 回高分子討論会, 1C12, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
246. 内山峰人, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “炭素-硫黄結合の特異的活性化によるリビングカチオン RAFT 重合”, 第 60 回高分子討論会, 1L05, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
247. 寺尾雄也, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “種々の桂皮酸誘導体の精密制御ラジカル共重合による機能性高分子の開発”, 第 60 回高分子討論会, 1X11, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
248. 石塚健太, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “遷移金属触媒ラジカル逐次重合による定序配列ビニルポリマーの合成”, 第 60 回高分子討論会, 2C16, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
249. 半田将人, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “金属触媒ラジカル逐次重合によるアクリルアミド含有定序配列ビニルポリマーの合成”, 第 60 回高分子討論会, 2C17, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
250. 青嶋紘, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “活性種の相互変換に基づくリビングラジカル/カチオン同時重合系の開発”, 第 60 回高分子討論会, 2E11, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
251. 佐藤浩太郎, 辻本康貴, 上垣外正己, “リビングラジカル重合による金属含有特殊構造ポリマーの開発”, 第 60 回高分子討論会, 2Q08, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
252. 金澤有紘, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “酸化鉄を不均一系触媒とする制御ラジカル重合”, 第 60 回高分子討論会, 3Pc007, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
253. 副島敬正, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “配列の組み込まれたアリル基含有オリゴマーのラジカル交互共重合”, 第 60 回高分子討論会, 3Pc009, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
254. 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “イミノスチルベン誘導体の制御ラジカル共重合”, 第 60 回高分子討論会, 3Pc015, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
255. 岡寄聡司, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “ノルボルネン誘導体のラジカル共重合による高耐熱透明剛直高分子の開発”, 第 60 回高分子討論会, 3Pc017, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
256. 松田将, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “マレイミド誘導体とテルペンからなる機能性官能基含有 1:2 配列制御共重合体”, 第 60 回高分子討論会, 3Pd008, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
257. 元田哲史, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “アセナフチレン骨格に基づく新規剛直ビニルポリマーの開発”, 第 60 回高分子討論会, 3Pd016, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
258. 李東炯, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “イタコン酸誘導体からなる新規バイオベース熱可塑性エラストマー”, 第 60 回高分子討論会, 3Y02, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
259. 岡寄聡司, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “ノルボルネン誘導体のラジカル共重合による高耐熱透明剛直高分子の合成”, 第 5 回物質科学フロンティアセミナー 新時代の物質創製を目指して—金属,光,生命を操る—, 名古屋大学, 2011 年 10 月 21-22 日
260. 松田将, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “テルペンとマレイミド誘導体からなる機能性官能基含有 1:2配列制御共重合体の合成”, 第5回物質科学フロンティアセミナー 新時代の物質創製を

- 目指して—金属,光,生命を操る—, 名古屋大学, 2011年10月21-22日.
261. 青嶋紘, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “活性種の相互変換に基づくリビングカチオン/ラジカル同時重合”, 第5回物質科学フロンティアセミナー 新時代の物質創製を目指して—金属,光,生命を操る—, 名古屋大学, 2011年10月21-22日.
262. 副島敬正, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “配列の組み込まれたアリル基含有オリゴマーのラジカル交互共重合”, 第5回物質科学フロンティアセミナー 新時代の物質創製を目指して—金属,光,生命を操る—, 名古屋大学, 2011年10月21-22日.
263. 元田哲史, 永井寛嗣, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “アセナフチレン骨格に基づく新規剛直ビニルポリマーの開発”, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 信州大学, 2011年11月5-6日.
264. 青嶋紘, 佐藤浩太郎, 上垣外正己, “相互変換型リビングラジカル/カチオン同時重合系の開発”, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 信州大学, 2011年11月5-6日.
265. 渡邊信久, 原玲丞, 岡本渉, 真野篤志, 櫻井郁也, “中部シンクロトロンBL8S3用非対称集光一結晶分光器”, 日本放射光学会年会, 鳥栖市民文化会館・中央公民館, 2012年1月6-9日.
266. 藤橋雅宏, 平木雅彦, 馬場清喜, 村上博則, 上野剛, 鈴木守, 渡邊信久, 山本雅貴, 若槻壮市, 中川敦史, 三木邦夫, 田中勲, “およびSPring-8における共通結晶自動マウントシステム”, 日本放射光学会年会, 鳥栖市民文化会館・中央公民館, 2012年1月6-9日.
267. 河野慎, 安西高廣, 遠藤斗志也, 渡邊信久, “ミトコンドリア膜間部における Tim40 と Erv1 による基質認識機構の解明”, 第34回日本分子生物学会年会, パシフィコ横浜, 2011年12月13-16日.
268. 藤橋雅宏, 平木雅彦, 上野剛, 鈴木守, 馬場清喜, 渡邊信久, 山本雅貴, 若槻壮市, 中川敦史, 三木邦夫, 田中勲, “SPring-8およびPFにおける共通結晶自動マウントシステム”, 日本結晶学会年会, 北海道大学, 2011年11月24-25日.
269. 渡邊信久, 田中勲, “S-SAD用凍結結晶マウントおよびマウントツール”, 日本結晶学会年会, 北海道大学, 2011年11月24-25日.
270. 小祝孝太郎, 吉田祐士, 伊藤優, 鈴木淳巨, 渡邊信久, “ヒストンアセチルトランスフェラーゼ Tip60の溶液中構造解析”, 日本結晶学会年会, 北海道大学, 2011年11月24-25日.
271. 北村紳悟, 中島雅晶, 大出裕高, 前島雅美, 伊部史朗, 横幕能行, 渡邊信久, 鈴木淳巨, 杉浦互, 岩谷靖雅, “Structure-Guided Mutagenesis を用いた APOBEC3C/F の HIV-1 Vif 感受性に関するアミノ酸残基の同定”, 日本分子生物学会, パシフィコ横浜, 2011年12月13-15日.
272. 北村紳悟, 中島雅晶, 大出裕高, 前島雅美, 伊部史朗, 横幕能行, 渡邊信久, 鈴木淳巨, 杉浦互, 岩谷靖雅, “V-1 Vif 感受性に関するAPOBEC3C/F のアミノ酸残基の同定”, 第25回日本エイズ学会学術集会・総会, ハイアットリージェンシー東京, 2011年11月30日-12月2日.
273. 高嶋圭史, 保坂将人, 山本尚人, 森本浩行, 高見清, 加藤政博, 堀洋一郎, 佐々木茂樹, 江田茂, 渡邊信久, 竹田美和, “中部シンクロトロン光利用施設(仮称)計画の現状”, 日本加

- 速器学会年会,つくば国際会議場,2011年8月1-3日.
274. 永江峰幸, 河村高志, Leonard Chavas, 丹羽健, 長谷川正, 加藤千明, 渡邊信久, “高圧蛋白質結晶構造解析”, 第28回PFシンポジウム, つくば国際会議場, 2011年7月12-13日.
275. L.M.G. Chavas, T. Nagae, N. Watanabe, M. Hiraki, Y. Yamada, N. Igarashi, N. Matsugaki, S. Wakatsuki, “Photon Factory and High-Pressure Macromolecular Crystallography”, 第28回PFシンポジウム, つくば国際会議場, 2011年7月12-13日.
276. 小林朋希, 河村高志, 渡邊信久, “Hind III-cognate DNA複合体の新規結晶化条件とフリーゾットラップ法のための装置開発”, 日本蛋白質科学会年会, ホテル阪急エキスポパーク, 2011年6月7-9日.
277. 小林由樹, 河村高志, 北郷悠, 渡邊信久, “結晶構造解析によるClostridium josuiとClostridium thermocellum間の異種間Cohesin-Dockerin相互作用の解明”, 日本蛋白質科学会年会, ホテル阪急エキスポパーク, 2011年6月7-9日.
278. 永江峰幸, 河村高志, レオナルドシャバス, 丹羽健, 長谷川正, 加藤千明, 渡邊信久, “Shewanella属常圧菌と好圧菌由来3-イソプロピルリンゴ酸脱水素酵素の高圧蛋白質結晶構造解析”, 日本蛋白質科学会年会, ホテル阪急エキスポパーク, 2011年6月7-9日.
279. K. Koiwai, S. Yonezu, Y. Yoshida, N. Watanabe, O. Koiwai, “TdlF2, a novel nucleolar protein, promotes rRNA gene transcription”, 日本蛋白質科学会年会, ホテル阪急エキスポパーク, 2011年6月7-9日.
280. 青山知史, 清水康弘, 伊藤正行, 上田寛, “ $^{51}\text{V}$  NMR でみたバナジウム酸化物  $\text{V}_6\text{O}_{13}$  の金属絶縁体転移と軌道状態”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日,
281. 佐藤正俊, 小林義明, 安井幸夫, 川股隆行, 飯田健史, 鈴木一範, 伊藤正行, 茂吉武人, 元屋清一郎, 加倉井和久, 梶本亮一, 中村充孝, 稲村泰弘, 新井正敏, “Ca-Fe-Pt-As 系の磁気励起スペクトルと超伝導対称性”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
282. 鈴木一範, 飯田健文, 川股隆行, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “Ca-Fe-Pt-As の輸送特性・熱特性”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
283. 飯田健文, 鈴木一範, 川股隆行, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “Ca-Fe-Pt-As の超伝導状態-NMR-”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
284. 五十嵐広和, 清水康弘, 伊藤正行, “ $^{93}\text{Nb}$  NMR でみた一次元量子イジング系  $\text{CoNb}_2\text{O}_6$  の相転移”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
285. 見田直紀, 五十嵐広和, 清水康弘, 伊藤正行, “ $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  単結晶の NMR 測定”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
286. 神野貴昭, 清水康弘, 伊藤正行, 上田寛, “単結晶  $^{51}\text{V}$  NMR でみた  $\text{VO}_2$  の軌道状態”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
287. 五十嵐睦夫, 中野岳仁, 後藤敦, 端健二郎, 清水禎, 伊藤正行, 水金貴裕, ファム・タン・テイ, 野末泰夫, “ナトリウムを飽和吸蔵した LSX 型ゼオライトの高温 NMR 特性”, 日本物理学会

- 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
288. 小林義明, 里見恵梨佳, 市川晃大, 斉木俊介, 飯田健文, 鈴木一範, 伊藤正行, 佐藤正俊, “鉄系超伝導体における  $T_c$  以下の核磁気緩和率  $1/T_1$  について”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
289. 市川晃大, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “NMR で見た  $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$  の FeAs 面内磁気異方性”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
290. 川股隆行, 飯田健文, 鈴木一範, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “リートベルト解析による Ca-Fe-Pt-As 系超伝導体における結晶構造”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
291. 斉木俊介, 琴谷昇平, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “鉄系超伝導体  $Rb_xFe_{2-y}Se_2$  の NMR”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
292. 清水康弘, 山田俊平, 下方綾子, 伊藤正行, “ $LaCoO_3$  における軌道秩序とゆらぎ”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
293. 五十嵐広和, 清水康弘, 伊藤正行, “ハニカム格子を持つ擬一次元イジング系  $Ba_3Co_2O_6(CO_3)_{0.7}$  の磁性”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
294. 武田晃, 清水康弘, 伊藤正行, 磯部正彦, 上田寛, 吉田祥, 村岡祐治, 横谷尚睦, “強磁性クロム酸化物  $CrO_2$  および  $K_2Cr_8O_{16}$  における局所磁性と電子状態  $^{53}Cr$  核 NMR-”, 日本物理学会 2011 年秋季大会, 富山大学, 2011 年 9 月 21 日.
295. 五十嵐広和, 清水康弘, 小林義明, 伊藤正行, “イジングハニカム格子系  $Ba_3Co_2O_6(CO_3)_{0.7}$  におけるスピン液体”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 25 日.
296. 琴谷昇平, 斉木俊介, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “鉄系超伝導体  $A_xFe_{2-y}Se_2$  (A: アルカリ金属) の Fe 置換効果”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 25 日.
297. 大石一城, 琴谷昇平, 斉木俊介, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “ $\mu$  SR による鉄系超伝導体  $Rb_xFe_{2-y}Se_2$  の磁性”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 25 日.
298. 市川晃大, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “ $Ba(Fe_{1-x}Co_x)_2As_2$  の正方晶での面内異方性: 不純物の効果”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 25 日.
299. 斉木俊介, 琴谷昇平, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “NMR で見た鉄系超伝導体  $Rb_xFe_{2-y}Se_2$  の相分離”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 25 日.
300. 鈴木一範, 飯田健文, 川股隆行, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “Ca-Fe-Pt-As 系超伝導体の low- $T_c$  相の磁気特性”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 25 日.
301. 飯田健文, 鈴木一範, 川股隆行, 小林義明, 伊藤正行, 佐藤正俊, “Ca-Fe-Pt-As 系超伝導体の  $^{195}Pt$ -NMR”, 日本物理学会第 67 回年次大会, 関西学院大学, 2012 年 3 月 25 日.
302. 清水康弘, 青山知史, 神野貴明, 伊藤正行, 上田寛, “二元系バナジウム酸化物における金



- 属絶縁体転移とスピン・軌道局所構造”，日本物理学会第 67 回年次大会，関西学院大学，2012 年 3 月 26 日。
303. 神野貴昭，清水康弘，新高誠司，高木英典，伊藤正行，“二次元三角格子  $\text{LiVO}_2$  における軌道秩序と三量体形成”，日本物理学会第 67 回年次大会，関西学院大学，2012 年 3 月 27 日。
304. 武田晃，清水康弘，伊藤正行，桜井裕也，室町英治，“NMR で見たカルシウムフェライト型クロム酸化物  $\text{NaCr}_2\text{O}_4$  の局所磁性”，日本物理学会第 67 回年次大会，関西学院大学，2012 年 3 月 27 日。
305. Kikkawa, M. Mizuno, M. Hori, “Anti-tumor effects of glioma cancer cells by plasma activated medium”，第 59 回応用物理学関係連合講演会，16a-B8-5，早稲田大学，東京，2012 年 3 月 15-18 日。
306. K. Tamiya, K. Ishikawa, H. Hashizume, T. Ohta, M. Ito, H. Tanaka, H. Moriyama, K. Takeda, H. Kondo, M. Sekine, M. Hori, “Real time in situ ESR measurements of *Penicillium digitatum* spores during oxygen radical irradiation”，第 59 回応用物理学関係連合講演会，16p-B8-2，早稲田大学，東京，2012 年 3 月 15-18 日。
307. 釜由布子，原光生，永野修作，関隆広，“リオトロピック，ディスコティック液晶とチタニアからなる有機／無機ハイブリッドのナノ構造”，第 60 回高分子学会年次大会，大阪国際会議場，2011 年 5 月 25-27 日。
308. 佐野誠実，高橋奈緒美，永野修作，篠原佑也，雨宮慶幸，関隆広，“液晶性アゾベンゼンジブロック共重合体の動的配向挙動の分子量依存性”，第 60 回高分子学会年次大会，大阪国際会議場，2011/5/25-27
309. 土肥知樹，佐野誠実，永野修作，関隆広，“液晶性ポリアゾベンゼンメタクリレートとポリ(オクタデシルメタクリレート)からなるブロック共重合体薄膜のマイクロ相分離構造と配向”，第 60 回高分子学会年次大会，大阪国際会議場，2011 年 5 月 25-27 日。
310. 西見昭雄，永野修作，関隆広，“超分子液晶ブロック共重合体薄膜をナノテンプレートとした高分子構造構築”，第 60 回高分子学会年次大会，大阪国際会議場，2011 年 5 月 25-27 日。
311. 富川晴貴，永野修作，川月喜弘，関隆広，“ポリフルオレン  $\beta$  相の誘起と偏光発光”，第 60 回高分子学会年次大会，大阪国際会議場，2011 年 5 月 25-27 日。
312. 後藤勝昭，永野修作，関隆広，“ブロック共重合体と金属ナノ粒子の共展開による表面ミセル複合 LB 膜のモルフォロジー”，第 60 回高分子学会年次大会，大阪国際会議場，2011 年 5 月 25-27 日。
313. 永野修作，関隆広，寛壮太郎，“表面開始開環メタセシス重合を用いたアゾベンゼン側鎖を有する液晶性ポリノルボルネングラフト膜の調製と分子配向”，2011 年秋季第 72 回応用物理学学会学術講演会，山形大学小白川キャンパス，2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日。
314. 土肥知樹，原光生，永野修作，関隆広，“結晶性ブロックと液晶性アゾベンゼンブロックからなる共重合体薄膜のマイクロ相分離構造の配向”，2011 年秋季第 72 回応用物理学学会学

- 術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
315. 佐野誠実, 永野修作, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, “液晶性アゾベンゼンジブロック共重合体が誘起するマイクロ相分離構造の動的配向”, 2011 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
316. 富川晴貴, 戸田章雄, 永野修作, 関隆広, “液晶混合展開法によるポリ(9, 9-ジオクチルフルオレン) 配向膜の作製と b 相の偏光発光”, 2011 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
317. 西見昭雄, 永野修作, 関隆広, “液晶性超分子ブロック共重合体薄膜を鋳型としたナノ高分子構造構築”, 2011 年秋季第 72 回応用物理学会学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 2011 年 8 月 29 日-9 月 2 日.
318. 佐野誠実, 永野修作, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, “液晶性アゾベンゼンブロック共重合体の光再配向挙動の分子量依存性”, 第 137 回東海高分子研究会講演会, 湯の山温泉 湯元グリーンホテル, 2011 年 9 月 2-3 日.
319. 釜由布子, 原光生, 永野修作, 関隆広, “リオトロピック, ディスコティック液晶とチタニアからなる有機/無機ハイブリッド膜のナノ構造と配向”, 第 137 回東海高分子研究会講演会, 湯の山温泉 湯元グリーンホテル, 2011 年 9 月 2-3 日.
320. 土肥知樹, 原光生, 永野修作, 関隆広, “結晶性ブロックと液晶性アゾベンゼンブロックからなる共重合体薄膜におけるマイクロ相分離構造の光応答”, 第 137 回東海高分子研究会講演会, 湯の山温泉 湯元グリーンホテル, 2011 年 9 月 2-3 日.
321. 佐野誠実, 永野修作, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, “液晶性アゾベンゼンジブロックコポリマーの動的配向過程の考察”, 2011 年日本液晶学会講演会, 討論会, 東京都市大学世田谷キャンパス, 2011 年 9 月 10-13 日.
322. 土肥知樹, 原光生, 二村佑樹, 永野修作, 関隆広, “結晶性ブロックと液晶性アゾベンゼンブロックからなる共重合体薄膜におけるマイクロ相分離構造の光応答性”, 2011 年日本液晶学会講演会, 討論会, 東京都市大学世田谷キャンパス, 2011 年 9 月 10-13 日.
323. K. Fukuhara, S. Kakehi, S. Nagano, T. Seki, “Photoalignment and structural study on polynorbornene brush having azobenzene liquid crystalline via surface initiated ROMP”, KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics, Hyundai Hotel, Gyeongju, Korea, 2011 年 9 月 15-18 日.
324. M. Sano, S. Nagano, Y. Shinohara, Y. Ameiya, T. Seki, “Photoreorientation behavior of micro phase separation in liquid crystalline azobenzene diblock copolymer”, KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics, Hyundai Hotel, Gyeongju, Korea, 2011 年 9 月 15-18 日.
325. H. A. Haque, S. Nagano, T. Seki, “Fabrication and Photo-induced Anisotropic Behavior of Azobenzene Liquid Crystalline Di-block Co-polymer Brush.”, KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics, Hyundai Hotel, Gyeongju, Korea, 2011 年 9 月

月 15-18 日.

326. H. Tomikawa<sup>1</sup>, A. Toda<sup>1</sup>, S. Nagano, T. Seki, "Ideal spread monolayer formation and surface pressure induced b phase and inplane orientation in Poly(9, 9' -dioctylfluorene) on a water surface", KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics, Hyundai Hotel, Gyeongju, Korea, 2011 年 9 月 15-18 日.
327. 李文瀚, 永野修作, 関隆広, "Hierarchical Structure Formation in SRG Process of Azobenzene Dendrimer", 第 60 回高分子討論会, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
328. 土肥知樹, 原光生, 二村佑樹, 永野修作, 関隆広, "結晶性ブロックと液晶性アゾベンゼンブロックからなる共重合体薄膜のマイクロ相分離構造と光配向", 第 60 回高分子討論会, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
329. 後藤勝昭, 永野修作, 関隆広, "金属ナノ粒子と複合化したブロック共重合体表面ミセル膜", 第 60 回高分子討論会, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
330. 釜由布子, 原光生, 永野修作, 関隆広, "リオトロピック液晶とチタニアからなる有機/無機ハイブリッド膜のナノ構造と配向", 第 60 回高分子討論会, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
331. 佐野誠実, 永野修作, 篠原裕也, 雨宮慶幸, 関隆広, "液晶性アゾベンゼンジブロック共重合体の動的な光再配向挙動の分子量依存性", 第 60 回高分子討論会, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
332. H. A. Haque, S. Nagano, T. Seki, "Preparation and Photo-responsive Behavior of Azobenzene Liquid Crystalline Di-block Co-polymer Brush", 第 60 回高分子討論会, 岡山大学, 2011 年 9 月 28-30 日.
333. A. Nishimi, S. Nagano, T. Seki, "Fabrication of nanostructure assembly through liquid-crystalline supramolecular block copolymer thin films", 第 21 回日本 MRS 学術シンポジウム, 横浜開港記念会館, 横浜, 2011 年 12 月 19-21 日.
334. M. Sano, S. Nagano, Y. Shinohara, Y. Amemiya, T. Seki, "Photorealignment behavior of micro-phase separation structure in a liquid crystalline azobenzene block copolymer thin film", 第 21 回日本 MRS 学術シンポジウム, 横浜開港記念会館, 横浜, 2011 年 12 月 19-21 日.
335. H. A. Haque, S. Nagano, T. Seki, "Fabrication and photoinduced anisotropic behavior of azobenzene containing liquid crystalline diblock copolymer brush", 第 21 回日本 MRS 学術シンポジウム, 横浜開港記念会館, 横浜, 2011 年 12 月 19-21 日.
336. 佐野誠実, 永野修作, 日影達夫, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, "偏光顕微鏡を用いた液晶性アゾベンゼンブロック共重合体の光再配向挙動の考察", 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 17 日.
337. 土肥知樹, 永野修作, 関隆広, "液晶性アゾベンゼン鎖を有するブロック共重合体薄膜の光誘起形態転移", 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 17 日.

338. 原光生, 永野修作, 関隆広, “円盤状分子のリオトロピック液晶相を鋳型とした垂直配向シリカメソ構造体の形成メカニズム”, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 17 日.
339. 釜由布子, 原光生, 永野修作, 関隆広, “高分子界面活性剤/シリカメソ構造体膜中にて相転移により誘起されるヘキサゴナル相の垂直配向”, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学早稲田キャンパス, 2012 年 3 月 17 日.
340. 佐野誠実, 永野修作, 篠原佑也, 雨宮慶幸, 関隆広, “液晶性アゾベンゼンジブロック共重合体薄膜の動的な光再配向挙動”, 第 92 回日本化学会春季年会, 慶應義塾大学日吉キャンパス, 2012 年 3 月 25-28 日.
341. 廖婉渝, 永野修作, 関隆広, “アゾベンゼンポリマー薄膜を設けたシリコンエラストマー表面のバックリング現象”, 第 92 回日本化学会春季年会, 慶應義塾大学日吉キャンパス, 2012 年 3 月 25-28 日.
342. 釜由布子, 原光生, 永野修作, 関隆広, “相転移を利用したシリカ/ブロックコポリマー界面活性剤ハイブリッド膜の調製”, 第 92 回日本化学会春季年会, 慶應義塾大学日吉キャンパス, 2012 年 3 月 25-28 日.

10. 研究助成金リスト  
(List of Research Grants)

1. 堀 勝：ハイブリッドナノカーボン太陽電池の創成  
独立行政法人科学技術振興機構先端的低炭素化技術開発事業(ALCA)
2. 堀 勝：先進プラズマナノ基盤技術の開発  
文部科学省地域イノベーションクラスタープログラム・基本事業
3. 堀 勝：プラズマナノ科学を基盤とした超高速、超高精度プラズマプロセス技術  
文部科学省地域イノベーションクラスタープログラム・広域化プログラム
4. 堀 勝：プラズマナノ科学創成によるプロセスナビゲーション構築とソフト材料加工  
独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(CREST)
5. 宇治原徹：無転位 SiC 結晶の実現  
文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 (A)
6. 宇治原徹：生体膜／半導体アクティブデバイス基本構造の提案  
文部科学省科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究
7. 宇治原徹：多元機能溶媒を用いた低温安定相 SiC 基板結晶の溶液成長  
産業技術研究助成事業費助成金 (NEDO)
8. 宇治原徹：表面機能化による先進ナノ部材の開発 (パワーデバイス用高品質 SiC 溶液成長における安定成長法の開発)  
科学技術交流財団受託研究,
9. 宇治原徹：次世代パワーデバイス半導体 SiC 溶液成長における多形選択メカニズム  
日仏交流促進事業<SAKURA>共同研究,
10. 宇治原徹：立方晶 SiC 高速成長技術の確立  
研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 受託研究,
11. 宇治原徹：新材料パワー半導体技術開発/革新的 SiC 結晶成長技術開発/結晶成長の表面形成過程の解析及び実験的検証  
技術研究組合次世代パワーエレクトロニクス研究開発機構 FUPET 共同研究,
12. 宇治原徹：SiC 単結晶の研究  
民間との共同研究
13. 宇治原徹：AlN 多結晶体作成手法に関する研究  
民間との共同研究
14. 宇治原徹：SiC 結晶の溶液成長とその結晶品質評価に関する研究  
民間との共同研究
15. 宇治原徹：SiC 単結晶溶液成長における成長界面形態の平坦性制御技術開発  
民間との共同研究
16. 宇治原徹：SiC 単結晶の結晶成長手法に関する研究  
民間との共同研究
17. 宇治原徹：炭素材料及び異種基板上への  $\beta$  型 SiC 形成技術に関する研究  
民間との共同研究

18. 宇治原徹：SiC ウェハ平滑面を得るプロセスの研究開発  
民間との共同研究
19. 宇治原徹：LED の素子特性および信頼性に及ぼす結晶欠陥の影響に関する研究  
民間との共同研究
20. 田渕雅夫：結晶成長その場観察を可能とする X 線回折測定装置の開発  
文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 (B)
21. 水谷 孝：高出力ノーマリオフ型 GaN MISFET の作製評価の研究  
文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(B)
22. 水谷 孝：カーボンナノチューブを用いた光電子複合デバイスの研究  
文部科学省科学研究費補助金・特定領域研究 (計画研究)
23. 水谷 孝：カーボンナノチューブナノエレクトロニクスの研究方針策定、企画調整  
文部科学省科学研究費補助金・特定領域研究 (総括班)
24. 大野 雄高：高性能カーボンナノチューブ薄膜トランジスタの開発  
NEDO・産業技術研究助成事業助成金
25. 大野雄高：印刷プロセスに基づく低電圧駆動カーボンナノチューブ薄膜トランジスタ  
の研究  
社団法人新化学発展協会・平成 23 年度研究奨励金
26. 大野雄高：超省資源ナノチューブフレキシブルエレクトロニクス、科学技術振興機構・  
先端的低炭素化技術開発事業
27. 大野雄高：国際シンポジウム「エレクトロニクス、フォトニクス、再生可能エネルギー  
におけるナノとギガへの挑戦」  
大幸財団・平成 23 年度海外学術交流研究助成
28. 大野雄高：印刷プロセスに基づくフレキシブル集積回路の低電圧動作  
情報通信研究機構・国際共同研究助成金
29. 大野雄高：独自の気相濾過・転写法に基づく高性能カーボンナノチューブ TFT のばら  
つき抑制  
科学技術振興機構・研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
30. 沖川侑揮：走査型プローブ顕微鏡によるカーボンナノチューブトランジスタの電気特  
性の評価・解析  
日本学術振興会科学研究費補助金・特別研究員奨励費
31. 天野浩：圧力印加 MOVPE による高品質 InGaN 厚膜成長  
文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 (A)
32. 天野浩：パルス状窒素ラジカル供給による InGaN 超格子 PAMBE  
文部科学省科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究
33. 天野浩：高効率光・パワーデバイス部材の開発  
(財) 科学技術交流財団 受託研究

34. 天野浩：先進プラズマナノ科学研究拠点形成プログラム（広域化プログラム）  
（財）科学技術交流財団 受託研究
35. 天野浩：ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発－窒化物系化合物半導体基盤・エピタキシャル成長技術の開発  
（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究
36. 天野浩：革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業） ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発（広帯域 AlGaInN）  
（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究
37. 天野浩：次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発／LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発／窒化物等結晶成長手法の高度化に関する基盤技術開発  
（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究
38. 山口雅史：Si 基板上 GaAs 系三元混晶ナノワイヤの成長機構解明と欠陥抑制に関する研究  
日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 (C)
39. 本田善央：シリコン基板上架橋窒化物半導体ナノワイヤ LED の開発  
日本学術振興会科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究
40. 本田善央：Si 基板上半極性 GaN へ成長した歪 InGaN 層からの発光偏光特性の解析と青色～緑色レーザー応用  
日東学術振興財団研究助成金
41. 中村新男：カーボンナノチューブ複合系の励起子エネルギー移動と光物性制御  
文部科学省 特定領域研究
42. 中村新男：超高速レーザー分光によるカーボンナノチューブの新寄光学応答と非線形性巨大化の研究  
独立行政法人日本学術振興会 基盤研究(B)
43. 鶴沼毅也：キャリア密度の制御された半導体共役ポリマーにおける動的相関効果  
文部科学省 新学術領域研究(B)
44. 小山剛史：単離された単層カーボンナノチューブにおける励起状態ダイナミクスの解明  
文部科学省 若手研究(B)
45. 中里和郎：バイオ CMOS テクノロジーの創製による小型可搬・遺伝子ベース検査診断システム  
文部科学省科学研究費補助金, 基盤研究(S)
46. 中里和郎：配位プログラミング分子超構造体の化学と化学素子の創製  
科学研究費補助金・新学術領域研究（研究領域提案型）（計画研究）
47. 中里和郎：半導体集積回路上での局所インピーダンス計測を用いた細菌検査装置の開発



科学技術振興機構 A-STEP(FS)

48. 齋藤弥八：カーボンナノチューブ フィールドエミッションデバイスの研究と開発  
特定領域研究(カーボンナノチューブナノエレクトロニクス)
49. 齋藤弥八：カーボンナノチューブの磁場中自励振動現象の解明とナノセンシングへの  
応用挑  
戦的萌芽研究
50. 齋藤弥八：カーボンナノチューブ(CNT)の電気特性試験  
共同研究
51. 馬場嘉信：エピジェネティクス解析のための1分子ゲノム DNA メチル化検出デバイス  
の開発  
文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 (A)
52. 馬場嘉信：中部地区ナノテク総合支援：ナノ材料創製加工と先端機器分析  
文部科学省先端研究施設共用イノベーション創出事業ナノテクノロジー・ネットワー  
ク
53. 馬場嘉信：1分子解析技術を基盤とした革新ナノバイオデバイスの開発研究  
内閣府 最先端研究開発支援プログラム・最先端研究開発プログラム
54. 馬場嘉信：超早期診断技術開発プロジェクト  
愛知県知の拠点 重点研究プロジェクト
55. 大内幸雄：分子性機能物質科学の国際教育研究拠点形成  
文部科学省 グローバル COE プログラム
56. 大内幸雄：有機界面の構造と電子構造：理想界面と実デバイスを貫く新しい学理の実  
験的探求  
日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究(S)
57. 大内幸雄：イオン液体界面の電気二重層形成機構の解明と機能化への指針  
日本学術振興会 科学研究費補助金 基盤研究(B)
58. 八島栄次：二重ラセン構造制御を基盤とする新規物性・機能の開拓  
科学研究費補助金基盤研究(S)
59. 飯田拡基：らせん構造を反応場構築の鍵とする高分子不斉触媒の開発  
科学研究費補助金若手研究(B)
60. 飯田拡基：種々の機能性分子をらせん空孔内へ包接したポリメタクリル酸誘導体の合成  
と機能性材料への応用および理論計算による包接機構と物性の解析  
平成23年度「分子性機能物質科学」理工連携共同プロジェクト 名古屋大学グローバル  
COE「分子性機能物質科学の国際教育研究拠点形成」
61. 浅沼浩之：光応答性 DNA を活用した光駆動型分子マシンの開発  
文部科学省科学研究費補助金 基盤研究 (A)
62. 浅沼浩之：科学技術振興機構先端計測

63. 浅沼浩之：旭硝子財団
64. 浅沼浩之：文部科学省科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究
65. 浅沼浩之：研究成果最適展開支援プログラム A-STEP
66. 浅沼浩之：民間との共同研究
67. 樫田啓：研究成果最適展開支援プログラム A-STEP
68. 樫田啓：文部科学省科学研究費補助金 若手研究 (B)
69. 上垣外正己：植物由来モノマー群の精密重合による新規バイオベースポリマーの構築  
最先端・次世代研究開発支援プログラム
70. 上垣外正己、佐藤浩太郎：酢酸ビニルを一成分とする新規重合体の合成  
民間との共同研究
71. 上垣外正己、佐藤浩太郎：環状 PPS、環状 PEEK の重合触媒、重合機構に関する研究  
民間との共同研究
72. 上垣外正己、佐藤浩太郎：リビング重合における生産性向上の研究  
民間との共同研究
73. 上垣外正己、佐藤浩太郎、永井寛嗣、岡寄聡司：環状ビニルモノマーのラジカル重合  
による高耐熱性ポリマーに関する研究  
民間との共同研究
74. 上垣外正己、佐藤浩太郎、松田将：スチレン-イソブチレンブロック共重合体(SIBS)の  
高温重合における新規開始剤系ならびに官能基含有モノマー共重合系の構築  
民間との共同研究
75. 佐藤浩太郎：活性種変換を伴う新規タンデム型精密重合系の開発  
科学研究費補助金 若手研究(A)
76. 佐藤浩太郎：リビングラジカル重合による金属含有特殊構造ポリマーの開発  
科学研究費補助金 新学術研究
77. 永井寛嗣：環状二置換ビニルモノマーの精密制御ラジカル重合に基づく剛直高分子の  
創製  
科学研究費補助金 若手研究(B)
78. 金澤有絃：不均一触媒による高選択的な精密重合開始剤系の開発  
科学研究費補助金 特別研究員奨励費
79. 水谷将人：遷移金属錯体による連鎖および逐次同時ラジカル重合系の開発  
科学研究費補助金 特別研究員奨励費
80. 石竹賢次：モノマー設計に基づく新規特殊立体構造ポリマーの構築  
科学研究費補助金 特別研究員奨励費
81. 渡邊信久：不凍液処理の不要な蛋白質結晶の急速凍結装置  
2011年度研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP)
82. 渡邊信久：II型制限酵素HindIIIの時分割結晶構造解析

文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(B)

83. 渡邊信久：高圧下での蛋白質結晶構造解析

文部科学省科学研究費補助金 萌芽的研究

84. 伊藤正行：NMR によるフラストレートしたスピン・電荷・軌道結合系の電子状態の解明

文部科学省科学研究費補助金 特定領域研究

85. 伊藤正行：鉄プニクトイド超伝導体研究と物質開拓

科学技術振興機構

86. 永野修作：高分子ナノマテリアルの光アクティブ制御と機能探索

科学技術振興機構 さきがけ研究

## 11. 特許 (Patents)

1. 柴田顕次, 市川慎一郎, 宇治原徹, 原田俊太, 関和明,  
SiC 結晶の成長方法  
2011-275587 (JP)
2. 柴田顕次, 市川慎一郎, 宇治原徹, 原田俊太, 関和明,  
SiC 結晶の成長方法  
2011-275588 (JP)
3. 柴田顕次, 市川慎一郎, 宇治原徹, 原田俊太, 関和明,  
SiC 結晶の結晶成長方法および SiC 結晶基板  
2011-275589 (JP)
4. 大野雄高, 孫東明, マリナ・ザヴォドニコワ, アルバート・ナシブリン, エスコ・カウピ  
ネン  
カーボンナノチューブを用いた電界効果トランジスタ及びその製造方法  
名古屋大学, アールト大学, PCT/JP2011/004434, 2011.08.04 出願
5. 馬場 嘉信, 渡慶次学, 加地範匡, 岡本行広, マゲッド フーアド  
遺伝子ベクターの植物細胞内器官(細胞質, 核, 液胞)への特異的な分配と排出方法  
名古屋大学, 特願, US 61/470,173
6. 浅沼浩之, 樫田啓, 近藤展代, 大澤卓矢, 赤羽真理子  
蛍光標識オリゴヌクレオチド誘導体及びその利用  
特願 2011-221332 (出願日 2011/10/05)
7. 上垣外正己, 佐藤浩太郎, 永井寛嗣, 岡寄聡司, 前川一彦, 偉士大宗紀  
高耐熱性および高透明性を有する共重合体の製造方法  
特願 2011-1876779,提出日:平成 23 年 8 月 30 日

12. VBL 関連講座の博士・修士論文リスト  
(List of Doctor and Master-Degree Theses)

## 12.1 博士論文

1. 服部圭（工学研究科 電子情報システム専攻）  
半導体デバイス製造における高精度 Al 合金エッチングとその環境調和型システムの開発
2. 坪井秀夫（工学研究科 電子情報システム専攻）  
磁気中性線放電プラズマの生成・制御と微細加工への応用に関する研究
3. 山本洋（工学研究科 電子情報システム専攻）  
Studies on Plasma Etching Process of Low Dielectrics for Fine Pattern Profile Control with Less Damage
4. MALINOWSKI Arkadiusz（工学研究科 電子情報システム専攻）  
Study of Development of Radical Kinetic Behavior Investigation Technique and its Application in Ultimate CMOS TCAD Topography Simulation
5. 深沢正永（工学研究科 電子情報システム専攻）  
Effects of Hydrogen on Plasma-Induced Damage and Fluctuations in ULSI Device Fabrication
6. Yusmeeraz Binti Yusof（工学研究科 電子情報システム専攻）  
Nonfaradaic Impedimetric Sensing of Biomolecules on Gold Electrodes for Applications in Label-free Biosensors
7. 服部淳一（工学研究科 電子情報システム専攻）  
半導体量子細線 MOSFET における電子—変調音響フォノン相互作用に関する理論研
8. 沖川侑揮（工学研究科、量子工学専攻）  
カーボンナノチューブトランジスタの局所領域における電気伝導特性の解析と集積化に関する研究
9. 谷川智之（工学研究科 電子情報システム専攻）  
加工シリコン基板上半極性・無極性面窒化物半導体の選択 MOVPE 成長に関する研究
10. 白 知鉉（工学研究科 電子情報システム専攻）  
MBE-VLS 法による(111)Si 基板上への GaAs ナノワイヤの無触媒結晶成長とその特性評価に関する研究
11. 安井隆雄（工学研究科 化学・生物工学専攻）  
Nanobiodevices and Microfluidic Devices for Analysis of DNA and Protein  
(DNA解析やタンパク質解析を目指したナノバイオデバイス・マイクロ流体デバイスに関する研究)
12. 坂野 元紀（工学研究科 物質制御工学専攻）  
らせん構造を有する高分子の合成と原子間力顕微鏡による直接観察に関する研究
13. 宮部 季隆（工学研究科 物質制御工学専攻）

らせん構造を有するポリ(フェニルイソシアニド)の合成と高分子不斉触媒およびキラ  
ル分離への応用に関する研究

14. 山田 英和 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
水素結合を駆動力とした人工二重らせんの合成と構造およびそのテンプレート合成に  
関する研究
15. 伊藤 浩 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
Studies on development of novel modified RNAs by use of D-threoninol and their biological  
application.
16. 藤井 大雅 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
Study on the coherent interaction among the dyes in DNA duplex and its application to the  
design of highly sensitive fluorescent probe
17. 石竹賢次 (工学研究科、化学・生物工学専攻)  
Stereospecific Living Radical Polymerization of Designed Bulky Monomers
18. 中原淳裕 (工学研究科、化学・生物工学専攻)  
Cycloolefin Polymer Analogues as Thermally and Optically High-Performance Plastics by  
Living Polymerization and Post-Polymerization Reaction
19. 永江峰幸 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
高压下蛋白質結晶構造解析法を用いた蛋白質の圧力効果と深海微生物由来酵素の耐圧  
性獲得原理の構造学的研究
20. 原 光生 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
機能性リオトロピック液晶相の表面誘起配向と固定化

## 12.2 修士論文

1. 尼崎新平 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
高精度シリコン高速深堀エッチングのための表面反応機構に関する研究
2. 加藤正規 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
プリンタブルエレクトロニクスに向けた大気圧ミスト化学気相堆積技術の構築
3. 神田貴幸 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
カーボンナノウォールの成長および伝導特性制御と三次元ナノグラフェンチャネルデ  
バイスへの展開
4. 近藤祐介 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
プラズマ活性種制御に向けたフルオロカーボンガスの構造と活性種生成機構の相関の  
解明
5. 鷺見直也 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
実時間・その場電子スピン共鳴を用いたプラズマ誘起表面反応機構の解析



6. 萩野達也 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
液中プラズマ法によるナノグラフェンの高速合成とその物性制御
7. 安田幸司 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
カーボンナノウォールの初期成長過程におけるナノグラフェン核発生機構の解明
8. 奥村 育也 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
CMOS バイオセンサ応用に向けた金電極の最適化の研究
9. 山渡 翔太 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
Cat-CVD 法によるシリコン窒化膜を用いた CMOS ISFET センサアレイの医療応用
10. 情家 智也 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
超分子 Ru 二核錯体の電気伝導特性に関する研究
11. 鈴木 耕佑 (工学研究科 量子工学専攻)  
カーボンナノチューブ FET における high-k ゲート絶縁膜界面の解析と制御に関する研究
12. 戸神 淳二 (工学研究科 量子工学専攻)  
カーボンナノチューブ薄膜トランジスタの特性均一化に向けた薄膜形成技術
13. 二宗 護 (工学研究科 量子工学専攻)  
P-CVD成長CNTの転写を用いた薄膜トランジスタ作製技術に関する研究
14. 坂倉誠也 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
可視長波長発光・受光素子高効率化のための InGaN 結晶成長に関する研究
15. 朴 貴珍 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
[100]面  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板上への MOVPE 法による GaN の結晶成長に関する研究
16. 平林 了 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
HVPE 法による半極性面 GaN 自立基板成長における微細加工 Si 基板を用いた応力緩和に関する研究
17. 光成 正 (工学研究科 電子情報システム専攻)  
(111) Si 基板上 GaN 結晶の応力低減に関する研究
18. 志水 聖 (工学研究科マテリアル理工学専攻)  
キャリア存在下のカーボンナノチューブにおける励起子ダイナミクス
19. 丹羽貴志 (工学研究科マテリアル理工学専攻)  
Si 微細加工基板上カーボンナノチューブの走査プローブ顕微鏡観察
20. 吉満翔平 (工学研究科マテリアル理工学専攻)  
半導体カーボンナノチューブにおける励起子-格子系の緩和過程
21. 辻 勇太 (工学研究科 量子工学専攻)  
触媒 CVD 法による CNT 成長の In-situ RHEED 観察
22. 中久保 一也 (工学研究科 量子工学専攻)  
多層グラフェンからの電界放出に関する FEM 及び in-situ TEM による研究

23. 持木 健吾 (工学研究科 量子工学専攻)  
X線トポグラフを用いた結晶性の新しい測定法の確立と GaN 結晶への応用
24. 久保和稔 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
ナノ構造体を用いた幹細胞分化誘導制御
25. 佐野竜輝 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
エピジェネティクス解析のための一分子 DNA メチル化検出技術の開発
26. 孫 苗苗 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
高速・高感度免疫ピラーチップの臨床診断への展開
27. 中尾早織 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
脳腫瘍イメージングのための新規ナノ材料の開発とその細胞解析への応用
28. 本山高貴 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
ナノ構造体を用いた超高速 DNA 分離および一分子 DNA 解析
29. 森川純平 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
ドライアイ治療を目指した自己血清点眼薬調整デバイスの開発
30. 河合 宏将 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
シンジオタクチックポリメタクリル酸メチル及びその誘導体へのらせん誘起と応用
31. 野田 ゆいか (工学研究科 物質制御工学専攻)  
ヒドロキノン誘導体を有するアミジン及びカルボン酸二量体の合成と二重らせん構造の構築
32. 野田 竜太 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
ホウ酸エステル結合を架橋構造に有する二重らせん分子の合成と構造
33. 牧口 航 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
m-ターフェニル誘導体を単位構造とするカルボン酸二量体及びポリマーの二重らせん形成とキラルアミンによる不斉誘起
34. 関 熙峻 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
様々な機能団を導入した二重らせん型ホウ素ヘリケートの合成と構造
35. 石川 顕慎 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
DNA二重鎖形成と解離の可視光制御を目指したアゾベンゼン誘導体の分子設計
36. 漆原 雅朗 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
RNA二重鎖中での色素会合体形成を用いたRNAiの細胞内イメージング
37. 加藤 憲司郎 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
ループ部位への可逆的二重鎖形成を利用した新規光応答性DNAzymeの設計
38. 近藤 展代 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
三塩基欠失のレシオメトリック検出を目指したペリレン誘導体導入DNAプローブの開発
39. 村山 恵司 (工学研究科 物質制御工学専攻)

新規人工核酸の開発及び色素とのコンジュゲーションによる機能化

40. 李 東炯 (工学研究科、化学・生物工学専攻)  
イタコン酸誘導体の制御ラジカル重合による新規バイオベース熱可塑性エラストマーの開発
41. 石塚健太 (工学研究科、化学・生物工学専攻)  
新規配列制御に向けたニトリル基含有モノマーの遷移金属触媒ラジカル逐次重合系の開発
42. 寺尾雄也 (工学研究科、化学・生物工学専攻)  
種々の桂皮酸誘導体の精密制御ラジカル共重合
43. 元田哲史 (工学研究科、化学・生物工学専攻)  
アセナフチレン誘導体の制御ラジカル重合による新規剛直主鎖型ポリマーの開発
44. 小森康祐己 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
-30℃におけるタンパク質と核酸の結晶化
45. 鈴木康二 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
ダルナビル耐性 HIV-1 プロテアーゼの構造解析とその耐性機序の解明
46. 山田裕之 (工学研究科 化学・生物工学専攻)  
超好熱性古細菌 *Pyrococcus horikoshii* 由来二機能酵素の構造研究
47. 青山知史 (理学研究科 物質理学専攻(物理系))  
擬一次元混合原子価バナジウム酸化物  $V_6O_{13}$  における軌道状態と金属絶縁体転移
48. 五十嵐広和 (理学研究科 物質理学専攻(物理系))  
フラストレートした擬一次元イジングスピン系コバルト酸化物の磁性
49. 市川晃大 (理学研究科 物質理学専攻(物理系))  
鉄系超伝導体の不純物ドーピングによる電子状態の変化
50. 斉木俊介 (理学研究科 物質理学専攻(物理系))  
鉄系超伝導体の磁性と超伝導の相関  $-Rb_xFe_{2-y}Se_2$  及び  $Sr_2ScFePO_3$  の NMR-
51. 佐野誠実 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
液晶性アゾベンゼンブロック共重合体が形成する動的ミクロ相分離構造の挙動解析
52. 西見昭雄 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
超分子化に基づく液晶性ブロック共重合体の配向制御と新規ナノリソグラフィへの応用
53. 後藤勝昭 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
水面共展開法によるブロック共重合体/金属ナノ粒子複合 LB 膜の作製
54. 富川晴貴 (工学研究科 物質制御工学専攻)  
有機薄膜太陽電池に向けた p 共役系バルクヘテロ界面の構築と機能評価

## 13. その他

(Misc.)

## 13.1 受賞リスト

1. 鷺見直也, 第八回 Cat-CVD 研究会優秀ポスター賞, 平成 23 年 6 月 18 日.
2. 堀 勝, 産学官連携功労者表彰科学技術政策担当大臣賞受賞, 平成 23 年 9 月 22 日.
3. 陳 尚, 第 72 回応用物理学会講演奨励賞受賞, 2011 年 9 月 2 日.
4. K. Takeda, Best Award (14th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, 2nd Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials), 2012 年 1 月 8 日.
5. T. Takeuchi, Best Student Award (14th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, 2nd Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials), 2012 年 1 月 8 日.
6. M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, H. Hashizume, 2nd Nanointerface Innovative Award (Workshop of Frontier Science of Interactions between Plasmas and Nano Interfaces), 2012 年 1 月 10 日.
7. 生田博志, 宇治原徹, 田淵雅夫, 竹田美和, 第 15 回超伝導科学技術賞, 社団法人未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会, 平成 23 年 6 月 24 日.
8. D.M. Sun, M. Y. Timmermans, Y. Tian, A. G. Nasibulin, E. I. Kauppinen, S. Kishimoto, T. Mizutani, and Y. Ohno, NT11 Best Poster Prize, the 12th International Conference on the Science and Application of Nanotubes, Cambridge, UK, 2011/7/14
9. 坂倉誠也, 日本結晶成長学会ナノ構造・エピタキシャル成長分科会「発表奨励賞」
10. 安井隆雄, 第 6 回わかしやち奨励賞優秀賞, 愛知県若手研究者奨励事業 (Feb. 16, 2012)  
受賞研究: 生活習慣病予防のための健康診断デバイスの開発
11. 内藤豊裕, Springer Poster Presentation Award, IUPAC International Congress on Analytical Science (May 26, 2011)  
受賞対象研究: Development of Thermally-actuated Valve for Lab on a Chip Systems」
12. 安井隆雄, 優秀ポスター賞, 第 23 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会 (June 11, 2011)  
受賞対象研究: ナノ構造体による回折現象を利用した無標識検出法
13. 安井隆雄, ポスター賞, JAIMA conference (Sep. 9, 2011)
14. 渡慶次学, 2011 年度 堀場雅夫賞 (Sep. 1, 2011)  
受賞研究: レーザー分光法とマイクロデバイスを組み合わせた超高感度迅速分析法の研究
15. 安井隆雄, 平成 23 年度若手研究奨励賞, 名古屋大学材料バックキャストテクノロジー研究センター (Oct. 31, 2011)
16. 内藤豊裕, 平成 23 年度若手研究奨励賞, 名古屋大学材料バックキャストテクノロジー研究センター (Oct. 31, 2011)
17. 内藤豊裕, 優秀ポスター賞, 第 24 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会 (Nov. 18,

2011)

研究内容：浮遊細胞培養のための環流培養チップの開発

18. 岩花 宗一郎, Student Poster Competition Certificate of Award , The 2011 International Symposium on Molecular Systems ~Global COE Symposium for Young Researchers~, Kyushu University Global COE Program Science for Future Molecular Systems、2011年5月11日
19. 牧口 航, ポスター賞, Symposium on Molecular Chirality 2011 Molecular Chirality Research Organization, 2011年5月21日
20. 牧口 航, 学生研究奨励賞, 第137回東海高分子研究会講演会 (夏期合宿) 東海高分子研究会社団法人 高分子学会 東海支部, 2011年9月3日
21. 牧口 航, 優秀学生発表賞, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 東海高分子, 社団法人 高分子学会 東海支部, 2011年12月2日
22. 檜田啓, Best Oral Presentation Award by a Young Scientist, Czech Republic, XVth Symposium on Chemistry of Nucleic Acid Components, 2011年6月
23. 檜田啓, 若手研究者奨励講演賞, 第21回バイオ高分子研究会シンポジウム, 2011年7月
24. 大澤卓矢, 学生優秀ポスター賞, 第21回バイオ高分子研究会シンポジウム, 2011年7月
25. 檜田啓, 講演賞、第5回バイオ関連化学シンポジウム, 2011年9月
26. 藤井大雅, 優秀ポスター賞, つくば、第5回バイオ関連化学シンポジウム若手フォーラム, 2011年9月
27. 土居哲也, 高分子学会東海支部優秀学生発表賞, 第42回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 2011年12月
28. 檜田啓, 赤崎賞, 2012年3月
29. 近藤展代, 東海支部長賞, 2012年3月
30. 上垣外正己, 平成 22 年度 特別研究員等審査会専門委員 (書面担当) の表彰, 日本学術振興会, 2011 年 7 月 31 日
31. 青嶋紘, Polymer Chemistry Poster Prize at the ACS National Meeting & Exposition, Royal Society of Chemistry Publishing, 2011 年 8 月 31 日  
受賞研究: Mechanistic Transformation During FeCl<sub>3</sub>-Catalyzed Living Cationic and Radical Polymerization
32. 石塚健太, 東海高分子研究会学生研究奨励賞, 東海高分子研究会, 2011年9月3日  
受賞研究: 遷移金属触媒を用いたラジカル重付加による定序配列ビニルポリマーの合成
33. 青嶋紘, 東海高分子優秀学生発表賞, 社団法人高分子学会東海支部, 2011年12月2日  
受賞研究: 相互変換型リビングラジカル/カチオン同時重合系の開発
34. 佐野誠実, 日本液晶学会虹彩賞, 2011 年 9 月 12 日  
受賞研究: 液晶性アゾベンゼンジブロックコポリマーの動的配向過程の考察
35. 佐野誠実, 第 21 回日本 MRS 学術シンポジウム 奨励賞, 2012 年 1 月 11 日

受賞研究: Photorealignment behavior of micro-phase separation structure in a liquid crystalline azobenzene block copolymer thin film

36. 佐野誠実, 東海高分子研究会学生研究奨励賞, 東海高分子研究会, 2011年9月3日

## 13.2 報道リスト

1. 堀 勝, 中日新聞「卵巣がん細胞狙い撃ちプラズマで殺傷」平成 24 年 3 月 20 日掲載
2. 馬場嘉信, 世界一受けたい授業(日本テレビ系列)「最先端の健康診断技術」に出演, 2012 年 1 月 14 日
3. 馬場嘉信, インタビュー記事「ナノテクノロジーの生物医学応用マイクロテクノロジーによるがんの検出と細胞治療」が、スペインの医学系新聞 *Diario Medico* に掲載, *Diario Medico* 2012 年 1 月 30 日号
4. 馬場嘉信, 「ミドリムシによるがん細胞分離」がドデスカ(メーテレ)で放映, 2012 年 2 月 21 日
5. 馬場嘉信, ナノテクジャパン Web サイト掲載「カーボンナノチューブの植物細胞中挙動を解明」
6. 馬場嘉信, ナノテクジャパン Web マガジン英語版 掲載「Development of a nanodevice synthetic chip for gene therapy」(Feb. 15, 2011)
7. 馬場嘉信, Nagoya University Research 掲載「Biotechnology: Safe passage for nanotubes, A nanotube transporter could potentially carry biomolecules to specific locations within plant cells without degradation」, (Jan. 27, 2010)
8. 馬場嘉信, 科学新聞「マイクロ化学を応用細胞応用評価用 チップシステム
9. 」(Aug. 12, 2011)
10. 馬場嘉信, ナノテクジャパン Web サイト掲載「遺伝子導入用ナノデバイス構築のためのタッチアンドゴー型チップの開発」, (Sep. 5, 2011)
11. 上垣外正己, 中部経済新聞「新しい植物由来ポリマーを作る」, 2011年11月1日
12. 永野修作, ナノテクジャパン Web サイト掲載「液晶組織の階層構造制御による垂直配向ナノ多孔質シリカ膜の新規調製法を開発」