



The Japan Society of Applied Physics

応用物理学会関西支部

平成 29 年度 第3回講演会

応用物理研究からビジネスへ

主 催 応用物理学会関西支部

日 時 2018 年 2 月 23 日(金)13:00 開場、14:00 講演開始

場 所 大阪大学中之島センター10 階 佐治敬三メモリアルホール

〒530-0005 大阪市北区中之島 4-3-53(京阪電鉄「中之島駅」より徒歩約5分)

TEL: 06-6444-2100, <http://www.onc.osaka-u.ac.jp>

プログラム

第一部：講演の部「企業からの事例紹介」「応用物理研究からビジネスへ」

14:00～14:05 開会の辞

14:05～14:35 「シリコンヘテロ接合太陽電池の開発と事業化」田口幹朗(パナソニック(株))

14:35～15:05 「文具メーカーが異業種参入へ挑戦 ～プラスマイニングケータの開発」
采山和弘((株)サクラクレパス)

15:05～15:35 「最新の X 線回折装置による測定事例のご紹介」小林信太郎(リガク(株))

15:35～15:50 休憩

15:50～16:20 「窒化物半導体 405nm レーザの開発と事業移管」上田吉裕(シャープ(株))

16:20～16:50 「ワイドギャップ半導体パワーデバイスの開発」綿引達郎(三菱電機)

16:50～17:20 「産学連携による化合物半導体の気相成長装置の開発と事業化
:基礎研究と生産技術の橋渡し」松本功(太陽日酸(株))

第二部：

ポスターの部

17:30～18:50 ポスター発表

P- 1 電子顕微鏡用軟 X 線分光器 (SXES) の開発と実用化

小池 雅人¹、寺内 正己²、高橋 秀之³、小枝 勝⁴、能登谷 智史³、村野 孝訓³、
高橋 優³、長野 哲也⁴、笹井 浩行⁴、羽多野 忠²、西原 弘晃⁴
¹量研量子ビーム、²東北大学多元研、³日本電子 SA、⁴島津デバイス

P- 2 パワーGaN-HEMT とゲートドライバの 1 チップ集積化

山下 夕貴¹、Steve Stoffels²、Niels Posthuma²、Stefaan Decoutere²、小林 和淑¹
¹京都工芸繊維大学、
²Interuniversity Microelectronics Centre (IMEC)

P- 3 超低熱伝導率薄膜熱電材料の実現に向けた FeGe₂ ナノ結晶の Si 基板上エピタキシャル成長

寺田 吏¹、石部 貴史¹、渡辺 健太郎^{1,2}、中村 芳明^{1,2}
¹大阪大学、²CREST-JST

- P-4 ジアリールエテン・銅複合膜を用いた金属蒸着選択性に基づく微細有機メモリ素子の作成
星本 寛栄、辻岡 強
大阪教育大学
- P-5 ホルムアミジニウムを導入したペロブスカイト系太陽電池の作製と評価
岸本 拓、上岡 直樹、加藤 雅崇、鈴木 厚志、奥 健夫
滋賀県立大学工学部
- P-6 InAs/GaAs 量子ドット超格子を用いたホットキャリア型太陽電池の動作評価
岩田 尚之¹、渡部 大樹¹、原田 幸弘¹、朝日 重雄¹、喜多 隆¹
¹神戸大学大学院工学研究科
- P-7 プラズモニックチップによる蛍光標識ナノ粒子の 2 光子励起蛍光の観察
大村 祐貴¹、當麻 真奈¹、田和 圭子¹
¹関西学院大学大学院理工
- P-8 Si 基板への低エネルギーGa イオン照射で形成されたナノ突起構造による親・疎水性の制御
鈴江 巧、柳沢 淳一
滋賀県立大学大学院工学研究科
- P-9 ベルセロ法を用いたキャビテーションおよび負圧の菌への影響
松内 秀直、廣 和樹、福岡 寛、中村 篤人
奈良工業高等専門学校
- P-10 Li イオン蓄電池を内蔵した薄型太陽光発電用 SiC インバータ
安藤 裕二¹、奥 健夫¹、安田 昌司²、牛嶋 和文³、松尾 博⁴、室園 幹夫⁵
¹滋賀県立大学 工学部、²滋賀県立大学 産学連携センター、³ユーデザイン、
⁴マイクロ・ビークル・ラボ(株)、⁵(株)クリーンベンチャー21
- P-11 GaN テンプレート表面が ϵ -Ga₂O₃ 薄膜成長に及ぼす影響
森本 尚太¹、田原 大祐¹、西中 浩之¹、吉本 昌広¹、
¹京工繊大
- P-12 酸化グラフェン-単層カーボンナノチューブ複合薄膜による揮発性有機化合物ガスセンシング
杉浦 知樹¹、田畑 博史²、久保 理³、片山 光浩⁴
¹阪大院工
- P-13 電磁界の結合を考慮した 3 次元電気回路シミュレーターの開発と、社会実装に向けた取り組み
神野 崇馬¹、木虎 秀二¹、土岐 博¹、阿部 真之¹
¹大阪大学大学院基礎工学研究科
- P-14 c 面サファイア基板上におけるフッ素添加 SnO₂ の単結晶薄膜成長
奥村 太一¹、西中 浩之¹、吉本 昌広¹
¹京都工芸繊維大学
- P-15 血液からの白血球分離のための堰構造フィルターの設計と改良
¹小野 剛、¹Wilfred Villariza Espulgar、^{1,2}斎藤 真人、¹民谷栄一
¹大阪大学大学院工学研究科、²産業技術総合研究所・先端フォトバイオ

- P-16 ナノインプリント法を利用した金キャップナノピラー-LSPR 基板作製と IgA リアルタイム計測の検討
明山 剛大¹、齋藤 真人^{1,2}、民谷 栄一¹
¹ 阪大院工、² 産総研・先端フォトバイオ
- P-17 マイクロドロプレットの遠心速度制御と迅速デジタル PCR への応用検討
三巻 拓矢、高橋 和也、齋藤 真人、Wilfred V. Espulger、民谷 栄一
阪大院工
- P-18 ペロブスカイト系太陽電池作製時のエアフロー効果
田中 大基、大石 雄也、奥 健夫
滋賀県立大学 工学部 材料科学科
- P-19 半導体表面におけるグラフェン・アシストエッチングの素過程の“その場”観察
李 韶賢、平野 智暉、中出 和希、川合 健太郎、山村 和也、有馬 健太
大阪大学 大学院 工学研究科
- P-20 プリンテッドエレクトロニクス実現に向けた次世代材料の開発
衣笠 健太郎¹、水谷 義¹
¹ 同志社大学
- P-21 非磁性金属と強磁性金属接合における純スピン流
門田 和也、本多 周太
関西大学
- P-22 プラズマ誘起ダメージの非平衡特性を考慮に入れたプラズマプロセス設計
濱野 誉¹、江利口 浩二¹
¹ 京都大学
- P-23 光学のおよび電気的手法を用いたシリコン窒化膜中のプラズマ誘起欠陥の構造解析手法
久山 智弘¹、江利口 浩二¹
¹ 京都大学工学研究科
- P-24 プラズマ曝露を受けた Si 基板及び SiN 膜の電子状態解析
吉川 侑汰¹、江利口 浩二¹
¹ 京都大学大学院
- P-25 元素ドーパ CH₃NH₃PbI₃ ペロブスカイト系太陽電池の作製と評価
武智 大輝、奥 健夫、上岡 直樹、鈴木 厚志
滋賀県立大学工学部材料科学科 エネルギー環境材料分野
- P-26 自由な偏光の自由な分布を作り出す耐熱液相素子の開発と製品化
吉木 啓介¹、釘宮 渉¹、伊藤 杏奈²、古田 裕正²
¹ 兵庫県立大学、² パナソニックデバイス SUNX
- P-27 1310/1550nm 帯で動作する高 Q 値ナノ共振器デバイスの集積化
¹ 桑原 充輝、² 野田 進、¹ 高橋 和
¹ 大阪府立大学、² 京都大学

19:00~21:00 授賞式・懇親会 (9F 交流サロン「サロン・ド・ラミカル」)

招待講演要旨

シリコンヘテロ接合型太陽電池の開発と事業化

Development and Industrialization of Silicon Heterojunction Solar Cells

パナソニック(株) エコソリューションズ社 ○田口 幹朗

Eco Solutions Company, Panasonic Corp. ○Mikio Taguchi,

E-mail: taguchi.mikio@jp.panasonic.com

当社は 1980 年に a-Si 太陽電池を世界に先駆けて民生用途として工業化し、その後も同太陽電池の高性能化技術を開発・蓄積するとともに、培った高品質水素化アモルファスシリコン (a-Si:H) の形成技術をベースとした、a-Si:H と単結晶シリコン (c-Si) とのヘテロ接合型太陽電池の開発を進めてきた。シリコンヘテロ接合型 (SHJ) 太陽電池は、①シリコン系太陽電池で最も変換効率が、②温度特性が良好で実動作時の発電量も多い、③両面発電型モジュールへの応用が容易など、多くの優れた特長を有する太陽電池である。当社は本構造太陽電池モジュールを 1997 年より生産をしているが、20 年の生産実績を経てもなお、業界内では次期高性能化技術として目されており、開発当初から非常に先進的な太陽電池構造である。

図 1 に当社の SHJ 太陽電池の構造を示す。n 型の c-Si ウェハの表裏に i 型 (ノンドープ) の a-Si:H 層と p または n 型の a-Si:H 層、透明導電酸化物 (Transparent Conductive Oxide: TCO) 層と金属グリッド電極を順次形成した構造を有する。これら全ての工程が 200°C 以下の低温プロセスであるため、高温プロセス (～900°C) が必要な一般の結晶 Si 系太陽電池と異なり、高温処理を経ることでのウェハ品質の低下が生じない。また、表裏対称構造であることから、構成部材の熱膨張係数の違いによる応力も緩和することができ、製造時の反りなどが少なく、ウェハの薄型化、従ってコスト削減にも有利な構造となっている。

SHJ 太陽電池の最大の特徴は、c-Si とほぼ同じ共有結合半径を持ち、構造柔軟性に優れた適量の水素を含有する高品質 a-Si:H 膜を用いて、c-Si 表面の未結合手を効果的に終端しつつ、広いバンドギャップによるヘテロ接合界面でのキャリアに対するバリア効果と、ドープ層による電界効果も加え、接合形成をすることで a-Si:H/c-Si 界面での再結合を大きく抑制していることである。実験的には a-Si:H/c-Si 界面での再結合速度が、2 cm/s 以下という非常に良好な値が得られており、750mV という高い Voc の要因となっている。

本研究は当初、薄膜太陽電池向けの接合形成技術という異なる目的で着手したものであるが、結晶系の基幹技術に成長し、現在の事業へと発展した。発表では開発の経緯に触れつつ、本技術について詳述する。

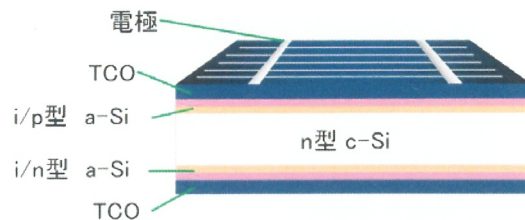


図 1 シリコンヘテロ接合型太陽電池の構造

文具メーカーが異業種参入へ挑戦 「プラズマインジケータの開発」

SAKURA's new business; "Development of Plasma Indicator"

(株)サクラクレパス 采山 和弘

SAKURA COLOR PRODUCTS CORP., Kazuhiro Uneyama

E-mail: uneyama@craypas.co.jp

当社は文具業界で色材技術をコア技術として事業展開している。2015 年に事業化したプラズマインジケータは、その色材技術を利用した新規事業の位置付けとなる。業界またビジネスモデルが既存事業とは大きく異なることから、目下、認知度向上と販促に注力している。

プラズマインジケータは、プラズマ中に暴露すると変色する機能性色材を利用した評価ツールである¹⁾。変色は色材表面とプラズマ中の活性種との反応により生じ、プラズマ強度やプラズマ処理時間に応じて進行していき、その変色度合は色差 ΔE^*ab にて数値化が可能である。したがってプラズマインジケータは、プラズマの処理効果を簡便に目視で判断できると共に、データ管理も可能であることを特長としている。ただしスパッタリングのような成膜プロセスでは、色材表面が成膜された時点で変色が止まるため使用できない。

プラズマインジケータに用いる色材は有機系色材と無機系色材(酸化物)の 2 種類がある。変色機構はそれぞれ異なり、有機色材の場合は色素が活性種により消色する反応を利用している。無機色材の場合は活性種による色材の酸化数の変化、あるいは化合物形成時の変色を利用している。

プラズマインジケータの用途は、主にはプロセスの再現性の確認やプラズマ分布の評価となる。既存の評価方法が手間であったり、高コストの場合などは、プラズマインジケータの評価結果と相関をとることにより、低コストで簡便な評価が可能となる。またこれまで見たくても見ることができなかった箇所へのプラズマの影響も可視化できる。例えば図 1 は、プローブを挿入できないような狭空間でのアルゴンイオンや酸素ラジカルの動きを捉えた事例となる²⁾。

事業拡大にはユーザーが求める様々な用途に対応する必要があり、また変色感度などのスペックがユーザーニーズに合致することが重要となる。ユーザーからの要望に応えるかたちで商品ラインナップを増やしている現状は、当社にとっては少し特異なビジネスモデルとなるが、それが新規事業たる所以とも言える。今後は産学連携やアライアンスなどにも力を入れていく予定である。

《参考文献》

- 1) 計測技術, 第 44 巻 13 号, 2016 年 12 号
- 2) 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, p07-127(2016)

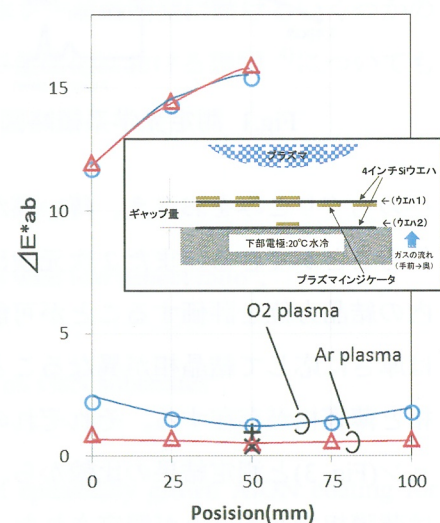


図 1 狭空間における Ar, O₂ 各プラズマに対するインジケータの変色

最新の X 線回折装置による測定事例のご紹介

Introduction of latest XRD system applications

(株) リガク応用技術センター¹ °小林 信太郎¹

Application Lab., Rigaku corporation °Shintaro Kobayashi¹

E-mail: s-kobaya@rigaku.co.jp

近年、エレクトロニクス分野などで使用されている材料の多くで機能の高密度化が進んでおり、ナノスケールでの制御が必要不可欠となっている。直接物性へ影響を与える結晶性や結晶方位の制御もその一つであり、それらの評価を行う X 線回折装置には微細試料や薄膜材料への対応、測定の高速化といったことが求められている。これらの試料からの回折信号は大変微弱であることから測定には強力な線源を有する放射光施設が利用されてきた。しかしながらここ数年での検出器や光学素子の性能向上により、実験室測定装置においてもこれらの評価が可能となってきた。測定に使用する検出器には半導体素子が採用され、バックグラウンドの低減による微弱信号の検出や検出素子の微細化が可能となった。これにより素子を 1 次元や 2 次元方向に配列することができ、2 次元半導体検出器を利用した測定では結晶方位や配向性といった情報を回折像として直接得ることができる。

ここではシリコン基板上に成膜した厚さ 200nm のペンタセン薄膜の相同定と結晶方位を評価した事例を紹介する。測定に用いた光学系概略図、及び測定により得られた回折像をそれぞれ Fig. 1、2 に示した。この光学系では X 線をサンプルに対して微小角度で入射することにより X 線の試料

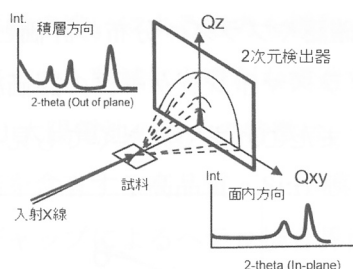


Fig.1 測定光学系概略図

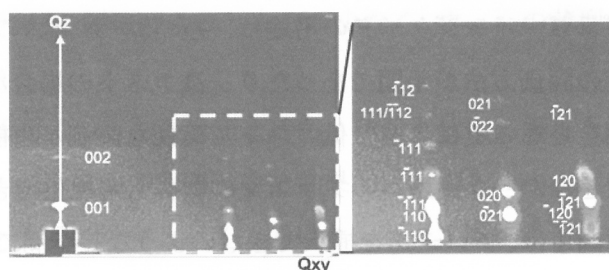


Fig.2 2次元検出器による回折像

へのめぐりこみをおさえ、薄い膜からの回折信号を効率よく得ることができる。また 2 次元検出器の利用により、直接層内の結晶方位を評価することが可能である。ペンタセン薄膜は厚さに応じて結晶相が異なることが知られており、バルク相と薄膜相が存在する。それぞれの相の回折像シミュレーション(Fig. 3)と測定結果の比較から、本サンプルのペンタセン

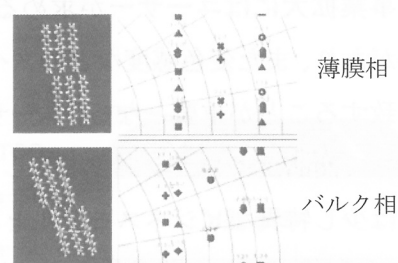


Fig.3 逆格子シミュレーション

は薄膜相であることが同定された。また Qz 方向 (膜の厚さ方向) には 00L 面に起因する回折スポットが観測されていることから、試料の厚さ方向に対して 00L 面の配向があることがわかる。発表ではこの他、2 次元検出器を搭載した最新の X 線回折装置による測定事例を紹介する。

窒化物半導体 405nm レーザの開発と事業移管

Development and production transfer of nitride semiconductor laser diodes

シャープ(株) 研究開発事業本部 生活環境ソリューション研究所第四研究室, °上田吉裕

SHARP Corporation, Corporate Research & Development BU, Life and Environment Solution

Laboratories, Research Division 4 °Yoshihiro Ueta

E-mail: ueta.yoshihiro@sharp.co.jp

当社は、CD 用の赤外光ピックアップに始まる、化合物を用いた半導体レーザの技術/製品開発を継続してきた。当社が GaAs 系化合物半導体を材料に開発した赤外半導体レーザチップは、1982 年当時業界最高の信頼性を持ち、世界初の CD プレーヤに搭載され市場投入された。以来、同じく GaAs 系半導体からなる MD 用, DVD 用赤色レーザを開発/製品化し、また光ディスクの記録速度競争に伴い高出力化を果たしてきた。

一方、1990 年代後半より、記録密度を飛躍的に向上させた次世代光ディスク規格が立ち上がり、DVD 時代の赤色(660nm)から一気に短波長化した青紫色(405nm)のレーザが要望され始めた。当社も、化合物半導体レーザ事業において青紫色レーザは欠かせないデバイスであると位置づけ、1996 年より本格的に開発をスタートさせた。当時、それまで困難とされていた高輝度青色 LED が GaN 系半導体を用いて開発されたことを契機に青色レーザの材料としても GaN 系半導体が有望視されつつあり、当社も奈良県天理市の中央研究所にて青紫色レーザの開発 Tm.を立ち上げ GaN 系結晶成長専用の MOCVD 装置を導入した。GaN 系半導体に関する知見や結晶成長の考え方、加工技術等未知の部分が多くある中で開発を続け、4 年後の 2000 年に初めて室温パルス発振を達成する¹⁾³⁾。パルス発振を皮切りに室温連続発振、電子部品事業部への技術移管を経て 2006 年に量産化を実現するに至った。

本講演では、10 年に渡る GaN 系半導体 405nm 青紫色半導体レーザの開発におけるいくつかの課題と解決について紹介する。また、技術開発とは違う観点で量産化における課題⁴⁾についても紹介する。

参考文献

- 1) S Ito et al "AlGaInN violet laser diodes grown on GaN substrates with low aspect ratio", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.43, No.1, pp.96-99, January 2004.
- 2) S Ito et al "High power violet laser diodes with crack-free layers on GaN substrates", Phys. Stat. Sol. (a), Vol.204, No.6, pp.2073-2076, June 2007.
- 3) T. Kamikawa, et al "Highly reliable 500mW laser diodes with epitaxially grown AlON coating for high-density optical storage", Appl. Phys. Lett., vol. 95, 031106, July 2009.
- 4) シャープ技報 : 2000 年, 2002 年, 2009 年

ワイドギャップ半導体パワーデバイスの開発

Development of Wide Bandgap Power Devices

三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 O綿引達郎

Mitsubishi Electric Corp. Advanced Technology R&D Center

E-mail: Watahiki.Tatsuro@dx.MitsubishiElectric.co.jp

三菱電機におけるワイドギャップ半導体パワーデバイスの研究開発について、最近の新材料開発を中心に紹介する。

パワーエレクトロニクスとは、電力を直流から交流、もしくは交流から直流などへ変換し、きめ細かく制御することで、モーターの最適駆動や安定な電源を実現する技術であり、半導体パワーデバイスのもつ整流・スイッチ機能を活用することで電力変換を実現している。パワーデバイスの進化による高パワー密度化が達成されてきたが、従来の半導体材料であるシリコン（Si）ではその物性起因による制限により、更なる進展が困難となりつつある。そこで Si より優れた材料物性をもつワイドギャップ半導体が注目される様になった。当社では炭化ケイ素（SiC）に着目し研究開発を行い、事業化につなげている。

当社では 1994 年から SiC に関する要素技術開発をスタートした。従来の Si とは異なる SiC の固有プロセス（エピタキシャル成長、絶縁膜形成、各種アニールなど）や、SiC の物性を考慮したシミュレーション技術などを開発してきた。2005 年に実証検証、2010 年よりシステム応用開発を経て、開発開始から約 20 年後の 2013 年に量産を始めた。現在は鉄道車両、太陽光発電用パワコン、ルームエアコンなどにすでに搭載されている。SiC パワーデバイスの適用拡大を目指して、当研究所において、さらなる新技術の開発を継続して進めている。

一方で、SiC よりさらに広いバンドギャップを有し、より高性能なパワーデバイスが期待されるいくつかの材料が近年注目を集めている。窒化ガリウム（GaN）と酸化ガリウム（ Ga_2O_3 ）はその予測される物性から、SiC を凌駕する性能を発揮できる可能性があるが、課題も多く、長期的な視野で開発を進める必要がある。当研究所では、この二つの材料に着目し、数年前から基礎研究を開始している。優れた技術や知見を有する大学・研究機関・企業との共同研究や、国からの支援を受けたプロジェクトに参画するなど、産学官連携を積極的に活用しながら研究成果を挙げている。当日は、当社におけるこれらワイドギャップ半導体パワーデバイスの研究開発体制から最近の開発内容・成果などについて報告する。

産学連携による化合物半導体の気相成長装置の開発と事業化 ：基礎研究と生産技術の橋渡し

Development and Commercialization of Vapor Phase Epitaxy Reactor for
Compound-semiconductors by Collaboration of Academy and Industry
： Bridge over Basic Research and Production Technology

大陽日酸, °松本 功

TAIYO NIPPON SANSO, Global Operations, °Koh Matsumoto

E-mail: Kou.Matsumoto@tn-sanso.co.jp

化合物半導体の気相成長装置は化合物半導体の産業応用において重要な位置づけを持っている。エピタキシャル成長膜とデバイス性能は密接な関係があつて基板材料、エピタキシャル成長、デバイス加工、システム応用までを含めて一つの技術プラットフォームを作っており、気相成長装置はエピタキシャル成長技術の重要な要素である。

かつてはデバイス製造企業がエピタキシャル成長装置まで内製することが多く見られたが 90 年代以降では装置専門メーカーが基本的なエピタキシャル成長技術とのセットで装置を提供するように分業が進んだ。

一方で多くの場合、エピタキシャル成長装置の評価のために光・電子素子を作成する必要がある。装置専門企業ではエピタキシャル成長技術そのものを事業として展開することは顧客との間で利益相反を起こす危険がある。しかしながらデバイスの製造における問題点を把握してエピタキシャル成長層に必要な性能を発揮させるには製造装置企業にもデバイス製造に関わる一通りの知識が要求される。一連の技術のエピタキシャル成長装置企業が総て自前で開発することは困難であることから産学連携が必要になる。

本講演では化合物半導体のエピタキシャル成長技術として MOCVD ならびに HVPE を例にして産学連携による装置関連技術開発の事例を紹介する。はじめに当社の化合物半導体関連の技術ポートフォリオと産学連携の状況を説明し、電子デバイス、高品質 AlN テンプレートならびに GaN バルク結晶の成長について紹介する。

参考文献

- 1) Koh Matsumoto and Akitomo Tachibana, J. Crystal Growth 272 (2004) pp.360-369.
- 2) 松本功、山岡優哉、電気学会誌 137, 10 (2017) 681-684.
- 3) G. Piao, K. Ikenaga, Y. Yano, H. Tokunaga, A. Mishima, Y. Ban, T. Tabuchi, K. Matsumoto, J. Crystal Growth, 456, 10 (2016) 137-139.
- 4) H. Miyake, C-H. Lin, K. Tokoro, K. Hiramatsu, J. Crystal Growth 456(2016)155-159.
- 5) Akira Mishima, Yuji Tomita, Yoshiki Yano, Toshiya Tabuchi, Koh Matsumoto, and Hideto Miyake, SPIE 2018, 10532-3.

～memo～

ポスター発表要旨

P-01

電子顕微鏡用軟 X 線分光器 (SXES) の開発と実用化
小池 雅人 ¹ 、寺内 正己 ² 、高橋 秀之 ³ 、小枝 勝 ⁴ 、能登谷 智史 ³ 、村野 孝訓 ³ 、高橋 優 ³ 、長野 哲也 ⁴ 、笹井 浩行 ⁴ 、羽多野 忠 ² 、西原 弘晃 ⁴
¹ 量研量子ビーム、 ² 東北大学多元研、 ³ 日本電子 SA、 ⁴ 島津デバイス
電子顕微鏡による電子線励起による局所からの軟 X 線発光の分光計測により、元素分析、構造解析、状態分析等を行うのに適した汎用軟 X 線発光分光器 (SXES) を開発した。この分光器では収差補正型回折格子と高感度 X 線 CCD カメラを採用しており、パラレル検出が可能で、高感度と高分解能を同時に実現した。その結果、従来のエネルギー分散型 (EDS)、波長分散型 (WDS) 分光器では困難なりチウム等の軽元素の局所分析も可能となった。

P-02

パワー GaN-HEMT とゲートドライバの 1 チップ集積化
山下 夕貴 ¹ 、Steve Stoffels ² 、Niels Posthuma ² 、Stefaan Decoutere ² 、小林 和淑 ¹
¹ 京都工芸繊維大学、 ² Interuniversity Microelectronics Centre (IMEC)
パワー p-GaN HEMT の高周波動作を目指し、その駆動回路との単一集積回路の提案・設計を IMEC との共同で行っている。ディスクリートゲートドライバ IC により GaN HEMT を駆動すると、駆動回路周辺の寄生成分により高速駆動が阻害される。単一集積により寄生成分を最小限に抑え、GaN HEMT 特有の高速動作を引き出すことが可能となる。提案回路は 2 段構造の駆動回路とパワー GaN HEMT からなる。提案回路の動作確認を行うため、実測の特性評価結果をもとに GaN HEMT モデルを構築した。シミュレーションにより 10MHz でのスイッチング動作を確認した。

P-03

超低熱伝導率薄膜熱電材料の実現に向けた FeGe_y ナノ結晶の Si 基板上エピタキシャル成長
寺田 吏 ¹ 、石部 貴史 ¹ 、渡辺 健太郎 ^{1,2} 、中村 芳明 ^{1,2}
¹ 大阪大学、 ² CREST-JST
我々は、エレクトロニクス廃熱発電の実現を目指して、最近見出された低フォノン群速度 FeGe_y 結晶材料とフォノン散乱体となるナノドット構造を融合することで新規の超低熱伝導率熱電材料の創出を狙っている。本研究では、 FeGe_y 結晶成長において、Si 基板への Fe 原子の拡散を防ぐためにバリア層を導入した結果、世界で初めて Si 基板上への FeGe_y エピタキシャル成長に成功した。本新規薄膜の特質（結晶構造、形状）を明らかにしたので報告する。

P-04

ジアリールエテン・銅複合膜を用いた金属蒸着選択性に基づく微細有機メモリ素子の作成
星本 寛栄、辻岡 強
大阪教育大学
有機メモリセルは、電極作成過程で使用するシャドウマスクの加工限界によって微細化が難しい。今回我々は、ジアリールエテン(DAE)が有する金属蒸着選択性とレーザー走査を用いて、微細な DAE・銅複合膜有機メモリをマスクレス蒸着により作成した。セルサイズは $10\ \mu\text{m} \times 15\ \mu\text{m}$ を達成し、極めて高い ON-OFF 比 10^5 が得られた。電流メカニズムは、OFF 状態で熱励起によるホッピング伝導、ON 状態で伝導パス形成によるオーミック伝導であった。

P-05

ホルムアミジニウムを導入したペロブスカイト系太陽電池の作製と評価
岸本 拓、上岡 直樹、加藤 雅崇、鈴木 厚志、奥 健夫
滋賀県立大学工学部
ペロブスカイト系太陽電池は Si 型太陽電池に匹敵する光起電力特性を示し、近年盛んに研究開発が進められている。ペロブスカイト系太陽電池の性能はペロブスカイト結晶構造の組成成分を制御することによって向上することができる。本研究ではペロブスカイト結晶構造中のメチルアンモニウム(CH_3NH_3^+) (MA)サイトにホルムアミジニウム($\text{CH}(\text{NH}_2)^+$) (FA)を導入することにより光起電力特性の改善を試みたので報告する。

P-06

InAs/GaAs 量子ドット超格子を用いたホットキャリア型太陽電池の動作評価
岩田 尚之 ¹ 、渡部 大樹 ¹ 、原田 幸弘 ¹ 、朝日 重雄 ¹ 、喜多 隆 ¹
¹ 神戸大学大学院工学研究科
我々はこれまでに、1 次元状態密度を有する量子ドット超格子(QDSL)を光吸収層に用いるホットキャリア型太陽電池(HCSC)を提案した。本研究では、InAs/GaAs QDSL-HCSC の動作を実証するために、GaAs のバンドギャップよりも低エネルギーの励起光を用いて電流-電圧特性の励起光子密度依存性を測定した。QD を光吸収層に用いた太陽電池と比較して、HC の取り出しによる短絡電流の増加と、QD 層の導入に起因する電子の擬フェルミレベル低下の抑制による開放電圧の向上を観測した。これらの結果は、QDSL が HCSC 応用に有効であることを示唆している。

P-07

プラズモニックチップによる蛍光標識ナノ粒子の 2 光子励起蛍光の観察
大村 祐貴 ¹ 當麻 真奈 ¹ 田和 圭子 ¹
¹ 関西学院大学大学院理工
2光子励起は焦点面の非常に狭い領域で起こることから、焦点面以外の褪色や光毒性が低くなる上、深部まで観察できることが期待される。波長オーダーの周期構造を持つ金属薄膜でコーティングされたプラズモニックチップは、基板表面近傍に局所場を与えることができるため、近赤外光の波長領域で電場増強する銀プラズモニックチップ上に蛍光標識ナノ粒子を固定し、半導体レーザー励起による2光子蛍光を観察した。1光子励起蛍光やガラス基板上の蛍光強度と比較し、プラズモン効果を議論した。

P-08

Si 基板への低エネルギーGa イオン照射で形成されたナノ突起構造による親・疎水性の制御
鈴江 巧, 柳沢 淳一
滋賀県立大学大学院工学研究科
自然酸化膜を有する Si 基板表面は、一般に親水性を示す。我々は Si 基板表面に低エネルギーで Ga イオンを照射することで、表面にナノサイズの細かな突起構造が形成されることを見出した。イオン照射条件により、表面に水滴を滴下したときの接触角は 107°程度となり、構造に由来する疎水性に変化することがわかった。この結果から、親水性の材質でも、表面にナノ突起構造を形成することで疎水性に変化させることができると考えられる。

P-09

ベルセロ法を用いたキャビテーションおよび負圧の菌への影響
松内 秀直, 廣 和樹, 福岡 寛, 中村 篤人
奈良工業高等専門学校
本来、液体を減圧したときに負圧は数千気圧まで達するとされる。しかし、キャビテーションが発生するためにいまだベルセロ法による負圧の最大値は-200 気圧程度である。 船のスクリューなどはこのキャビテーションが原因で発生する衝撃波により壊食がおけるとされている。このキャビテーションの発生時や消滅時に発生する衝撃波、またキャビテーションを発生させる際の負圧には、殺菌作用があると考えられる。 そこで、本研究ではベルセロ法を用いたキャビテーションと負圧が細菌にどのように影響するか調査することを目的とする。その結果、ベルセロ法に一定の殺菌効果が確認できた。

P-10

Li イオン蓄電池を内蔵した薄型太陽光発電用 SiC インバータ
安藤 裕二 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、安田 昌司 ² 、牛嶋 和文 ³ 、松尾 博 ⁴ 、室園 幹夫 ⁵
¹ 滋賀県立大学 工学部、 ² 滋賀県立大学 産学連携センター、 ³ ユーデザイン、 ⁴ マイクロ・ピークル・ラボ(株)、 ⁵ (株)クリーンベンチャー21
Li イオン蓄電池を同一筐体内に内蔵した薄型(27 mm)、軽量(3.6 kg)の太陽光発電用 SiC インバータを作製した。インバータ部は回路の最適化により、前回試作と同等のピーク効率を維持しつつ、前回と比べて大幅な小型化(-38%)を達成した。球状 Si 太陽電池を接続した実証試験では、日照条件によらずリップルのない安定な出力特性を示した。以上の結果は SiC パワーデバイスが 100 W 級の小電力システムにも有用であることを示している。

P-11

GaN テンプレート表面が ϵ -Ga ₂ O ₃ 薄膜成長に及ぼす影響
森本 尚太 ¹ 、田原 大祐 ¹ 、西中 浩之 ¹ 、吉本 昌広 ¹ 、
¹ 京工繊大
超ワイドバンドギャップ半導体である Ga ₂ O ₃ は、5 つの結晶構造(α , β , γ , δ , ϵ)を持つことが報告されている。中でも準安定相の一つである ϵ -Ga ₂ O ₃ は、その結晶構造から起因する分極をもつことが報告されており、デバイス応用への期待が高まっている。本研究では、GaN テンプレート上に ϵ -Ga ₂ O ₃ を成長させ、GaN テンプレート表面が ϵ -Ga ₂ O ₃ 薄膜成長に及ぼす影響を調べた。

P-12

酸化グラフェン-単層カーボンナノチューブ複合薄膜による揮発性有機化合物ガスセンシング
杉浦 知樹 ¹ 、田畑 博史 ² 、久保 理 ³ 、片山 光浩 ⁴
¹ 阪大院工
環境モニタリング・呼吸診断に向けて揮発性有機化合物ガスの高感度検知が必要とされている。単層カーボンナノチューブ(SWNT)は実効表面積が非常に大きくセンシングコアとして有望な材料であるが、ガス種選択性が乏しいことが問題となっている。そこで、p 型ドーパントの働きを持ち、ガス種により相互作用の強さが異なる酸化グラフェンと SWNT を組み合わせることにより、特定のガス種に対する選択性および感度の向上に成功した。

P-13

電磁界の結合を考慮した 3 次元電気回路シミュレーターの開発と、社会実装に向けた取り組み
神野 崇馬 ¹ 、木虎 秀二 ¹ 、土岐 博 ¹ 、阿部 真之 ¹
¹ 大阪大学大学院基礎工学研究科
我々の研究グループでは、マクスウェル方程式から電気回路内の電磁気学現象を厳密に計算する理論の導出と数値計算アルゴリズムの開発を行っている。 本ポスター発表では、上記の技術を用いて解明した電磁ノイズ現象の低減方法や現在実現している平面回路の数値計算例などを報告する。さらに、今後想定するメタマテリアルや高周波フィルタなどの新規デバイス開発への応用例などを報告する。

P-14

c 面サファイア基板上におけるフッ素添加 SnO ₂ の単結晶薄膜成長
奥村 太一 ¹ 、西中 浩之 ¹ 、吉本 昌広 ¹
¹ 京都工芸繊維大学
本研究では、c 面サファイア基板上に SnO ₂ F 薄膜のエピタキシャル成長を行った。その結果、膜厚の薄い試料(30nm-200nm)では基板による面内引張歪により成長方向の格子定数が縮む一方で、膜厚が厚くなると歪緩和により SnO ₂ の格子定数に近付いた。この歪により、バンドギャップが大きくなり、歪緩和に伴い SnO ₂ のバンドギャップに近づくことが確認された。発表では、結晶歪の膜厚依存性およびバンドギャップの歪依存性について報告する。

P-15

血液からの白血球分離のための堰構造フィルターの設計と改良
¹ 小野 剛、 ¹ Wilfred Villariza Espulgar、 ^{1,2} 斎藤 真人、 ¹ 民谷 栄一
¹ 大阪大学大学院工学研究科、 ² 産業技術総合研究所・先端フォトバイオ
本研究では、堰構造フィルターをもつマイクロ流体チップにおける細胞分離法を示している。混合物からの細胞の分離は、細胞関連の研究において不可欠なプロセスである。この研究では、細胞の大きさや形状の違いにより、ピラーを通過する際分離されるよう設計している。実験を行い、結果に基づいてデザインをさらに変更し、実験結果から、低濃度の細胞サンプルに利用できる従来とは異なる分離方法を示すことができた。

P-16

ナノインプリント法を利用した金キャップナノピラー-LSPR 基板作製と IgA リアルタイム計測の検討
明山 剛大 ¹ 、齋藤 真人 ^{1,2} 、民谷 栄一 ¹
¹ 阪大院工、 ² 産総研・先端フォトバイオ
簡易な光学系でタンパク質相互作用解析がラベルフリーに計測可能な点から局在表面プラズモン共鳴法 (LSPR) 計測が注目されている。とくに液中での LSPR 計測は生体分子をリアルタイムに計測できる点で重要である。これまでにナノインプリントによる金キャップナノピラー-LSPR チップを開発してきているが、今回、液中における IgA-抗IgA抗体反応の経時計測を試みた。熱の影響やブロッキング、流速等の諸条件最適化を行い、IgA 検出に成功したことを報告する。

P-17

マイクロドロプレットの遠心速度制御と迅速デジタル PCR への応用検討
三巻 拓矢、高橋 和也、齋藤 真人、Wilfred V. Espulger、民谷 栄一
阪大院工
高感度絶対定量が可能なデジタルドロプレット PCR 法は有用である。回転しながらの温調が可能な遠心マイクロ流路装置を設計・開発した。外部ポンプを必要とせず、液滴生成から液滴移動までを遠心力のみによる制御に成功した。試作した装置を用いて回転数と液滴移動速度の関係を調べ、回転数により液滴移動速度制御が可能であることを示した。さらに、デジタル PCR への応用検討として、920pg/ μ L の薬剤耐性遺伝子の液滴内での DNA 増幅にも成功した。検出感度なども合わせて報告する予定である。

P-18

ペロブスカイト系太陽電池作製時のエアフロー効果
田中 大基、大石 雄也、奥 健夫
滋賀県立大学 工学部 材料科学科
近年, $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ を基本とする, 有機-無機ハイブリッド構造のペロブスカイト結晶を光吸収層に用いた太陽電池が非常に注目を集めている. $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 結晶は 330 K 付近で, 低温相である正方晶から高温相である立方晶に相転移する. ペロブスカイト層スピンコート中に, エアフローにより加熱したデバイスについて, 評価を行った. その結果, 高温相である立方晶ペロブスカイトが形成された.

P-19

半導体表面におけるグラフェン・アシストエッチングの素過程の“その場”観察
李 韶賢、平野 智暉、中出 和希、川合 健太郎、山村 和也、有馬 健太
大阪大学 大学院 工学研究科
近年、触媒を援用した半導体表面のケミカルエッチング（三次元ナノ構造形成、研磨他）が注目されている。通常、触媒には貴金属を用いる。しかし、我々は最近、安価な還元グラフェンシートが貴金属と似た触媒機能を発現することを初めて見出した。本研究では、溶液（酸素ガスを溶存した水）中で、還元グラフェンシートと接触した半導体（Ge）表面が選択的にエッチングされる様子を原子間力顕微鏡により、その場観察した。そして、本エッチングの素過程の解明を試みた。

P-20

プリントドエレクトロニクス実現に向けた次世代材料の開発
衣笠 健太郎 ¹ 、水谷 義 ¹
¹ 同志社大学
印刷プロセスの発展に伴い、高い溶解性・集積性を持つ半導体インク材料が求められている。コーン型結晶性分子であるサブフタロシアニン(SubPc)は平面分子よりも高溶解性を持ち、それらを兼ね備えた理想的な半導体材料だと言える。当研究室では特定の置換基を導入することでその集積性を制御でき、高い自己組織化性を持つことを見出した。本発表では次世代インク材料として期待できる SubPc の物性を中心に紹介する。

P-21

非磁性金属と強磁性金属接合における純スピン流
門田 和也、本多 周太
関西大学
純スピン流注入による磁化反転は低エネルギーで高速な磁化反転技術と期待される。非磁性金属で生成された純スピン流が強磁性金属へ注入される様子を数値計算で明らかにする。二つの金属の性質を同時に取り入れることで流れが大きく変わることが明らかになった。

P-22

プラズマ誘起ダメージの非平衡特性を考慮に入れたプラズマプロセス設計
濱野 誉 ¹ 、江利口 浩二 ¹
¹ 京都大学
電子デバイスの製造においては非常に高い精度の加工が必要であり、プラズマ技術は其中で大きな役割を担っている。プラズマは優れた特徴を有する一方で、プラズマ誘起ダメージという特有の問題を引き起こす。最先端のデバイス製造では、種々のプラズマパラメータを伴ったプラズマ源が用いられるため、ダメージの進展メカニズムを包括的に解析する必要がある。本研究では Si 基板表面に生じるダメージ層の進展過程に焦点を当て、ダメージを考慮に入れたプラズマプロセス設計のガイドラインを示す。

P-23

光学および電気的手法を用いたシリコン窒化膜中のプラズマ誘起欠陥の構造解析手法
久山 智弘 ¹ 、江利口 浩二 ¹
¹ 京都大学工学研究科
半導体デバイスは、プラズマ加工中に設計外の欠陥が形成される。材料中の欠陥が動作特性に与える影響を予測するには、欠陥構造中の電子状態の理解が必要である。本研究では、シリコン窒化膜中に形成される欠陥を、分光エリプソメトリー法(SE 法)とトンネル電流特性により評価した。SE 法に欠陥構造への酸素末端を考慮した光学モデルを導入し、欠陥層厚を評価した。トンネル電流解析からは、SiN バンドギャップ伝導帯側近傍への欠陥準位の形成が示唆された。

P-24

プラズマ曝露を受けた Si 基板及び SiN 膜の電子状態解析
吉川 侑汰 ¹ 、江利口 浩二 ¹
¹ 京都大学大学院
プラズマダメージによるデバイスの電気特性変化を予測するためには、電子状態変化を詳細に捉えることが必要である。今回我々は、第一原理計算を用いて、ダメージを模擬した局所構造の電子状態を解析した。実プロセスで用いられる元素 (Ar, Br, Cl) に起因するダメージを想定し、Si 基板及び SiN 膜中の電子状態密度 (Density-of-State, DOS) を求めた。その結果、DOS 形成は元素に依存することが分かった。今後、DOS により、プラズマダメージによる電気特性変化の予測が可能になると考える。

P-25

元素ドーピング $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ペロブスカイト系太陽電池の作製と評価
武智 大輝、奥 健夫、上岡 直樹、鈴木 厚志
滋賀県立大学工学部材料科学科 エネルギー環境材料分野
Perovskite (ペロブスカイト) 構造を有する $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ を用いた太陽電池は、比較的安価で容易に作製が可能であるため、次世代太陽電池の一候補として期待されている。本研究では、$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 結晶に元素ドーピングを行い、組成・溶媒を変えながら太陽電池を作製し、光起電力特性とペロブスカイト構造の相関を調べたので、報告する。

P-26

自由な偏光の自由な分布を作り出す耐熱液相素子の開発と製品化
吉木 啓介 ¹ 、釘宮 渉 ¹ 、伊藤 杏奈 ² 、古田 裕正 ²
¹ 兵庫県立大学、 ² パナソニックデバイス SUNX
サファイア基板を用いた液晶素子を作成し、100W レーザーでも破壊されない透過型耐光液晶素子の開発に成功した。また、本製法で作られたホモジニアス配向ネマチック液晶素子3枚から構成される液晶デバイスを発明し、楕円偏光を含めた任意の偏光と位相を生成出来る空間変調器を開発した。これは、軸対称偏光、及び、光渦などの単純なビームはもちろん、これらの枠に収まらない多様なビームの生成にも対応できる。さらに、本装置の作成技術は、現在企業に技術移転済みであり、製品評価を行うユーザーを募集中である。

P-27

1310/1550nm 帯で動作する高 Q 値ナノ共振器デバイスの集積化
¹ 桑原 充輝、 ² 野田 進、 ¹ 高橋 和
¹ 大阪府立大学、 ² 京都大学
シリコンフォトニクスデバイスの光配線応用に向けては、波長多重化が重要な課題である。しかし、デバイスの動作波長域は、コアサイズに依存するため、SOI 基板のトップシリコン層の厚みによる制限を受ける。そこで我々は、ウェットエッチングと光干渉膜厚計測を組み合わせ、サブナノメートルという精度で SOI 基板を部分的に薄膜化する技術を開発した。続いて、この基板に、光通信において重要な 2 つの波長帯で動作するシリコンフォトニクスデバイスを一括作製し、その光学特性を評価した。

～memo～

賛助会員

応用物理学会関西支部の本事業活動に関し、下記賛助会員各位よりご支援を頂いております。
ここに社名を記載させて頂き、感謝の意を表します。

エア・ウォーター(株)
(株)大阪真空機器製作所
京セラ(株)
(株)神戸製鋼所 技術開発本部
(株)島津製作所
シャープ(株) 研究開発事業本部
新日鐵住金(株) 技術開発本部 尼崎研究開発センター
住友電気工業(株)
東京エレクトロン(株)
東京応化工業(株)
パナソニック(株) 全社 CTO 室 技術渉外部
三菱電機(株) 先端技術総合研究所
(株)村田製作所
ローム(株)

(2018 年 1 月 31 日現在、50 音順)