

応用物理学会関西支部

2022 年度 創設 75 周年記念講演会

応用物理のダイバーシティ
～サイエンスからビジネスまで～

主 催：応用物理学会関西支部（URL：<http://jsap-kansai.jp/>）

日 時：2022 年 11 月 7 日（月）13:00～17:45

形 式：（招待講演，ハイブリッド形式）

大阪大学吹田キャンパス 銀杏会館 阪急電鉄・三和銀行ホール
（ポスター発表，オンサイト形式）

大阪大学吹田キャンパス 銀杏会館 大会議室

プログラム

第一部：講演の部「応用物理のダイバーシティ ～サイエンスからビジネスまで～」

13:00～13:20 開会の辞：尾崎 雅則（支部長、大阪大学）
来賓挨拶

13:20～14:00 招待講演 1：木本 恒暢（京都大学）
「本格的実用化を迎えた SiC パワーデバイスの現状と課題」

14:00～14:10 休憩

14:10～14:50 招待講演 2：河田 聡（ナノフォトン（株） 会長兼社長・大阪大学名誉教授）
「大学教授が会社を興す」

14:50～15:30 招待講演 3：前川 聡（株式会社パリティ・イノベーションズ代表取締役）
「空中映像関連の最近の話題」

15:30 閉会の辞（第一部）

15:30～15:50 休憩・ポスター発表準備

第二部：ポスター発表の部「最新の研究」

15:50～17:40 ポスター発表

P-01 LSAT 基板に MBE 成長した準安定 β 相 MoO_3 薄膜のエレクトロクロミック特性
仲井 啓悟、リチャード オンコ、宮本 武、広藤 裕一、廣芝 伸哉、小池 一步
大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター

P-02 溶液塗布熱分解法を用いた β 相 Ga_2O_3 薄膜の成膜とソーラーブラインド光検出特性
豊田 和晃、溝口 達也、宮寄 愛実、河野 裕太、吉田 諒介、
小山 政俊、廣芝 伸哉、小池 一步
大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター

- P-03 希土類元素を導入したペロブスカイト太陽電池の第一原理計算と光起電力特性評価
鈴木 厚志¹、岸本 杏人¹、奥 健夫¹、
大北 正信²、福西 佐季子²、立川 友晴²、長谷川 智也²
¹滋賀県大工、²大阪ガスケミカル株式会社
- P-04 溶液塗布熱分解法による酸化バナジウム薄膜の作製と pH センサー応用
道端 涼、牧野 賀成、楯 凱貴、広藤 裕一、廣芝 伸哉、小池 一歩
大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター
- P-05 多層型発光性円偏光コンバータによる光情報の多重化および時間分解分光法による読み出し
清水 快樹¹、岡崎 豊¹、蜂谷 寛¹、佐川 尚¹
¹京都大学
- P-06 分子内遷移双極子モーメントの配向制御に基づく新規直線偏光発光材料の開発
仲村 快太¹、岡崎 豊¹、蜂谷 寛¹、佐川 尚¹
¹京都大学
- P-07 フタロシアニン錯体を導入したペロブスカイト太陽電池の光電変換特性評価
小川 ちひろ¹、鈴木 厚志¹、奥 健夫¹、
大北 正信²、福西 佐季子²、立川 友晴²、長谷川 智也²
¹滋賀県立大学工学部、²大阪ガスケミカル株式会社
- P-08 銅と有機カチオンの導入がペロブスカイト太陽電池のデバイス特性に与える効果
奥村 吏来¹、奥 健夫¹、鈴木 厚志¹、
大北 正信²、福西 佐季子²、立川 友晴²、長谷川 智也²
¹滋賀県立大学、²大阪ガスケミカル株式会社
- P-09 陽極酸化処理した Al サブ波長格子の偏光特性評価
前川 拓海¹、山田 逸成¹
¹摂南大学
- P-10 Au サブ波長周期ドット構造の形成と光学評価
木屋 暁貴¹、山田 逸成¹
¹摂南大学

- P-11 時間積分・分解 PL による ELO 基板上 AlGaIn 量子井戸の発光・非発光寿命の温度依存性評価

田中 志樹¹、石井 良太¹、Norman Susilo²、Tim Wernicke²、
Michael Kneissl²、船戸 充¹、川上 養一¹
¹ 京都大学、² ベルリン工科大学

- P-12 強度輸送方程式に基づく散乱光計測を用いた生体深部光照明技術

松田 汐利¹、米田 成²、全 香玉^{2,3}、的場 修^{2,3}、渡邊 歴⁴
¹ 立命館大院理工、² 神戸大院シス情報、³ 神戸大 OaSIS、⁴ 立命館大理工

- P-13 量子計算アルゴリズムを援用した強束縛近似法に基づくグラフェン状物質の電子状態解析手法の検討

石橋 拓也、相馬 聡文
神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

- P-14 モンテカルロシミュレーションにおけるポアソン方程式数値計算の機械学習を用いた高速化

倉元 俊亮、森 伸也
大阪大学大学院工学研究科

- P-15 超音波印加による超高効率な単層 2D 半導体の孤立化

中本 竜弥^{1,2}、吉村 武¹、藤村 紀文¹、桐谷 乃輔²
¹ 阪公大電物、² 東大院総合

- P-16 表面電気化学的反応を用いた MoS₂ の大面積薄層化

望月 陸^{1,2}、吉村 武¹、藤村 紀文¹、桐谷 乃輔²
¹ 阪公大院工、² 東大院総合

- P-17 アルキル系膜接合による単層遷移金属カルコゲナイドの超発光化手法の開拓

中原 隆宏^{1,2}、小林 堯史^{2,3}、土肥 徹次³、藤村 紀文¹、桐谷 乃輔²
¹ 阪府大院工、² 東大院総合、³ 中央大理工

- P-18 骨格筋臓器の再生に向けた高分子材料のデザイン

河野 雄真^{1,2}、吉川 洋史²、古市 泰郎³、松崎 賢寿²
¹ 埼玉大学院理工、² 大阪大学院工、³ 東京都立大学人間健康科学研究科

- P-19 シングルナノメーターサイズシリコンナノ粒子によるリチウムイオン電池電極の形成
吉川 洋輝¹、植嶋 大樹¹、徐 竟超³、水畑 穰³、杉本 泰^{1,2}、藤井 稔¹、
¹神戸大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻
²JST さきがけ
³神戸大学大学院 工学研究科 応用化学専攻
- P-20 紫外線照射による液晶プレチルト角の配向制御法
上野 佳秋¹、中島 克也¹、塚本 侑二¹、尾崎 雅則¹
¹大阪大学大学院工学研究科電気電子情報通信工学専攻
- P-21 トロイダル双極子共鳴を有するシリコンナノディスクアレイによる狭帯域近赤外光検出
森朝 啓介¹、長谷部 宏明¹、杉本 泰¹、藤井 稔¹
¹神戸大院工
- P-22 Dot-in-a-Well 構造における InAs 量子ドットの構造および発光特性変化のメカニズム
奥野 光基、岡田 直樹、尾崎 信彦
和歌山大学大学院システム工学研究科
- P-23 光干渉法昆虫細胞の接着機構の解明
～高感度な生きた匂いセンサーへの応用を目指して～
佐藤 奨真¹、照月 大悟²、吉川 洋史³、松崎 賢寿³
¹埼大院理工、²東北大学院工、³阪大院工
- P-24 ケルビンプローブフォース顕微鏡による塗布型 π 共役系高分子薄膜の界面物性評価
田淵 大地、藤井 彰彦、尾崎 雅則
阪大院工
- P-25 高分子強誘電体ミラーを内包した絶縁型交流駆動有機 EL の発光における先鋭化とメモリー効果
高山 祐人、梶井 博武、森藤 正人、近藤 正彦
阪大院工

- P-26 光熱変換顕微イメージングによる細胞内タンパク質凝集時のストレス状態と防御機構の測定

我妻 亮太郎¹、宮崎 淳¹

¹和歌山大学大学院 システム工学研究科

- P-27 シリコンナノ粒子の Mie 共鳴による希土類イオンの電気・磁気双極子発光制御

笠井 大幹¹、杉本 泰¹、藤井 稔¹

¹神戸大院工

- P-28 一軸掃引加熱法による有機無機ハライドペロブスカイト薄膜形成過程における結晶成長制御

齋藤 智樹、大泉 朋久、鵜野 弦也、藤井 彰彦、尾崎 雅則

阪大院工

- P-29 単一蛍光性ナノ粒子の光捕捉における共鳴光波長依存性

植野 昂¹、増井 恭子¹、細川 千絵¹

¹大阪公立大学 大学院理学研究科

17:40～17:45 閉会の辞

招待講演要旨

Invited Talk Abstract

本格的実用化を迎えた SiC パワーデバイスの現状と課題

Present Status and Future Challenges of SiC Power Devices

京大工, °木本 恒暢

Kyoto Univ., °Tsunenobu Kimoto

E-mail: kimoto@kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】SiC(炭化珪素)は, 広い禁制帯幅(3.26 eV)と高い絶縁破壊電界(2~5 MV/cm)を有する半導体であり, Si を大幅に凌駕する高耐圧・低損失パワーデバイス用材料として有望である。他の広禁制帯幅半導体と比較すると, 大口径(150 mm 径)で良質の単結晶ウェハが広く市販され, 高純度エピタキシャル成長層が形成可能, 広範囲の p 型/n 型の伝導性制御が容易という特徴を有する。SiC 半導体の研究は 1990 年頃から盛んになり, 数多くの課題を解決して 2010 年代以降, 急激に市場を拡大している。現在, 耐圧 600~3300 V 級の SiC パワーデバイス(MOSFET, ショットキー障壁ダイオード)の実用化が進み, 電気自動車, 太陽電池用パワコン, 情報機器用電源, エアコン, エレベータ, 電車等の機器に搭載されて顕著な省エネ効果が示されている。著者は SiC 半導体の黎明期に本研究に着手し, 結晶成長, 物性解明, 欠陥低減などの材料研究から, デバイス作製プロセス, 各種デバイスの設計と実証に亘る基礎研究に従事する機会を得た。本講演では, SiC パワーデバイスの進展を概説した後, SiC パワー半導体の将来展望と課題について述べる。

【SiC 材料研究】SiC 半導体材料の礎は, 1980 年代の改良 Lely 法によるブール結晶の成長[1]とオフ基板上的の高品質ホモエピ成長[2,3]にある。高純度化に関しては, C/Si 比の調整[4]と低圧成長[5]により無添加で実効ドナー密度 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ の成長層が得られ, 一定の目途が付いた。もう一つのブレークスルーは 4H 型の発見である。当時, SiC の研究対象は 6H 型と 3C 型に限られていたが, 著者らは再現性良く 4H-SiC インゴットを成長させる手法を見出し, この基板上的のホモエピ成長層を活用して 4H 型の電子移動度が 6H 型に比べて 2 倍高いことを示した[6]。その後の SiC エピウェハにおけるデバイスカラー欠陥の同定と低減, 基底面転位に起因するバイポーラ劣化現象の理解と低減, キャリアライフタイムカラーの同定とその低減に関しては, 最近のレビュー論文を参照いただきたい[7-9]。精密なデバイスシミュレーションに必要な基礎物性評価が重要課題である。

【SiC パワーデバイス研究】物性値の比較から, SiC をパワーデバイスに適用すれば優れた特性が期待できるという試算は 1980 年代に報告されていたが[10]。当時は高電界に耐える良質の SiC 結晶が入手できず, デバイス研究は遅々として進展しなかった。当グループは自作の基板と高品質エピ成長層を用いて様々な高耐圧ダイオードの試作を始めることができた。世界初の高耐圧 SiC ショットキーダイオード(6H 型, Si 比 20 倍の性能) [11], 世界初の 4H-SiC ショットキーダイオード(Si 比 150 倍の性能) [12,13]がその一例である。当時の SiC デバイス研究は高温動作デバイスや青色発光デバイスが主流であったが, 上記の発表を契機として SiC パワーデバイスの研究開発が立ち上がった。一方, 世界初の SiC パワー MOSFET 試作は Cree 社であるが[14], 後世へのインパクトという観点では Purdue 大学の寄与が大きい[15,16]。その後の SiC MOS 界面における高密度欠陥の問題とその低減, チャネル移動度の向上[8]については, 講演で紹介する。なお, SiC では n 型および p 型領域をイオン注入により容易に形成できること[17,18]が, 製品化の際に極めて重要となる信頼性向上に大きく寄与した。

上述のように, SiC デバイスは本格的な実用化を迎えたが, 市販されている SiC デバイスは本来の特性に程遠い。MOSFET におけるチャネル移動度の向上, 欠陥起因の信頼性の問題の解決, さらには低コスト化などの課題が山積しており, 産官学連携による基礎的な研究開発が望まれる。

- [1] Yu. M. Tairov and V. F. Tsvetkov, *J. Crystal Growth* **52**, 146 (1981). [2] N. Kuroda et al., *19th SSDM* (1987), p. 227.
 [3] T. Kimoto et al., *Phys. Stat. Sol. (b)* **202**, 247 (1997). [4] D. J. Larkin et al., *APL* **65**, 1659 (1994).
 [5] T. Kimoto et al., *APL* **79**, 2761 (2001). [6] A. Itoh et al., *APL* **65**, 1400 (1994).
 [7] T. Kimoto, *JJAP* **54**, 040103 (2015). [8] T. Kimoto and H. Watanabe, *APEX* **13**, 120101 (2020).
 [9] T. Kimoto, *Proc. Japan Academy, Ser. B*, **98**, 161 (2022). [10] B. J. Baliga, *IEEE EDL* **10**, 455 (1989).
 [11] T. Kimoto et al., *IEEE EDL* **14**, 548 (1993). [12] T. Kimoto et al., *21st Int. Symp. Compound Semicond. 1994*, WP2.5.
 [13] A. Itoh et al., *IEEE EDL* **16**, 280 (1995). [14] J. W. Palmour et al., *Silicon Carbide and Related Materials 1993*, WeA8.
 [15] J. N. Shenoy et al., *IEEE EDL* **18**, 93 (1997). [16] J. Tang et al., *IEEE EDL* **19**, 467 (1998).
 [17] T. Kimoto et al., *Phys. Stat. Sol. (a)* **162**, 263 (1997). [18] T. Troffer et al., *Phys. Stat. Sol. (a)* **162**, 277 (1997).

大学教授が会社を興す

河田 聡

ナノフォトン株式会社社長兼社長

OPTICA 会長

大阪帝国大学の前身、塩見理化学研究所に長岡半太郎（以下敬称略）が八木秀次を連れて来て着任した時、浅田常三郎も着任することになった。塩見理研はその後、大阪帝国大学の理学部となり、彼らは物理学科の初代の教授になられた。八木秀次は八木アンテナで有名であり、浅田常三郎は中之島の理学部の屋上から朝日新聞本社の屋上の時計台に光通信を行い、愛馬行進曲と画像送信の実験に成功したことで有名である。その浅田先生を慕って、盛田昭夫が阪大に入学し、浅田先生支援の下、ソニーを創業した。これらについては「町人学者-産学連携の僧・浅田常三郎」（毎日新聞社）と「Made in Japan – Akio Morita」（訳書は朝日新聞社）に詳しい。この例に限られることなく、大阪および京都の大学からは新しい産業・新しい企業がたくさん生まれた。鳥井信治郎と佐治敬三が創業し育てたサントリーもその一例である。「琥珀の夢-鳥井信治郎」や「最強の二人-佐治敬三と開高健」などに詳しい。新しい企業が大学の周りから生まれることは世の常である。今も、シリコンバレーやオックスブリッジからたくさんのスタートアップが生まれる。上述の通り、日本では関西がその拠点であった。本講演では、演者自身の起業の動機と経験をお話しし、応物学会関西支部の諸兄のご参考としたい。

空中映像関連の最近の話題

Recent Topics Related to Aerial Imaging

(株)パリティ・イノベーションズ¹ ○前川 聡¹

Parity Innovations Co. Ltd.¹, Satoshi Maekawa¹

E-mail: maekawa@piq.co.jp

(国)情報通信研究機構(NICT)にて、2006年に2面コーナリフレクタアレイ(Dihedral Corner Reflector Array; DCRA)構造の実鏡映像結像光学素子を開発してから、実に16年の月日が流れました。DCRAは、マイクロミラーアレイによる光線分割を使った幾何光学的な結像光学素子であり、回折限界での解像度は出ないものの、鏡映像を実像として結像できるので、背面に配置した任意の立体物を簡単に歪まずに空中映像として結像できます。しかし、微小な四角柱の側面に形成される抜きテーパーのない垂直マイクロミラーを、結像光学素子精度で形成しなければならず、その量産を想定した製造は困難を極めました。

そして、その取り組みの結果、NICT発ベンチャーとして開発を行っているパリティミラー®については、2022年9月には、380mm角のサンプル出荷を開始することとなり、大型化の目途もつきつつあります。また、パリティミラーは全反射が利用できるため、樹脂成形で形状転写すれば、即結像が可能であるという特徴により、低コスト化が可能です。まだ形状精度に改善の余地があり、透過率や視野角、迷光といった課題がありますが、それらも改善に向けた開発を継続しています。

また現在、DCRAタイプのみならず、再帰性反射シートを利用したもの、マイクロレンズアレイを利用したものなど、微小な単位光学素子への光線分割を利用した様々な面对称結像光学系が考案され、その機能向上が行われています。それぞれに得意、不得意があるため、その各特性を有効に利用した用途へ応用されていくと考えられます。

さて、その応用についてですが、空中映像はこれまで市場が存在せず、その活用方法の模索が続いてきましたが、コロナ禍において感染対策を目的とした非接触ユーザーインターフェースとしての利用が起ちあがり、現在他方式を含めて空中映像の実用化に向けての取り組みが一斉に開始されています。単なるセンシングによって非接触を実現するものもありますが、この場合には意識して触らないようにする必要があるのに比べて、空中映像利用では視覚的に存在する対象物を実際に触ればよいので、より直感的な操作が可能となります。

さらに今後についてですが、現実空間に出現する仮想物体としての利用による現実拡張の試みが展開されると考えられます。現在のARやMRが、単なるデバイス上での拡張であるのに対して、現実空間そのものを拡張できるのが空中映像です。また、窓ガラスや水槽などの透明障害物を超えることが出来るという特性の利用の進展が想定されます。まさにこれから、新しい応用方法が考案され、空中映像が当たり前に社会に実装されていくことでしょう。

ポスター発表要旨

Poster Presentation Abstract

P-01

LSAT 基板に MBE 成長した準安定 β 相 MoO_3 薄膜のエレクトロクロミック特性
仲井 啓悟、リチャード オンコ、宮本 武、広藤 裕一、廣芝 伸哉、小池 一步
大阪工業大学ナノ材料マイクロデバイス研究センター
三酸化モリブデン (MoO_3) は多様な結晶構造を有する半導体材料であり、中でも β 相は高い分子吸着率をもつことで知られている。これまで我々は MBE 法により、準安定 β 相 MoO_3 と格子近接する LSAT 基板を用いることで、 β - MoO_3 薄膜の成膜に成功している。今回、作製した薄膜にプロトンを注入してそのエレクトロクロミック特性を調べた。その結果、注入量に応じて Mo の価数が減少し、それに伴い可視光から近赤外領域で透過率が大きく減少することが明らかになった。

P-02

溶液塗布熱分解法を用いた β 相 Ga_2O_3 薄膜の成膜とソーラーブラインド光検出特性
豊田 和晃、溝口 達也、宮寄 愛実、河野 裕太、吉田 諒介、 小山 政俊、廣芝 伸哉、小池 一步
大阪工業大学ナノ材料マイクロデバイス研究センター
酸化ガリウム (Ga_2O_3) は多様な結晶構造を持つ酸化物半導体である。その中で、安定相の β - Ga_2O_3 は 4.8 eV のバンドギャップを有することからソーラーブラインド UV センサーの候補材料として知られている。これまで我々は、溶液塗布熱分解法でサファイア基板上にミスオリエンテーションのない $\bar{4}02$ 配向 β - Ga_2O_3 薄膜の成膜に成功している。今回、作製した薄膜に楕形電極を形成し光検出特性を調べたところ、可視光や UV-A 光に対して不感であったが、UV-C 光に対して明瞭な応答が得られたので報告する。

P-03

希土類元素を導入したペロブスカイト太陽電池の第一原理計算と光起電力特性評価
鈴木 厚志 ¹ 、岸本 杏人 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、 大北 正信 ² 、福西 佐季子 ² 、立川 友晴 ² 、長谷川 智也 ²
¹ 滋賀県大工、 ² 大阪ガスケミカル株式会社
ペロブスカイト太陽電池は変換効率に優れ、ペロブスカイト結晶の組成を制御することにより性能を向上することができる。しかし、ペロブスカイト層は劣化しやすく、太陽電池として実用化する上で安定性に課題がある。最近、希土類元素を導入したペロブスカイト太陽電池が作製され、光起電力機構が明らかにされつつある。本研究は、希土類元素 (Eu, Sm, Tb, Gd) を導入したペロブスカイト太陽電池のバンド計算や分子動力学計算から性能を予測し、実験により光起電力特性や安定性を評価した。希土類元素-配位子間の電荷移動の促進に伴い、短絡電流密度、光電変換効率、安定性が向上した。計算予測を実験結果により実証することができた。

P-04

溶液塗布熱分解法による酸化バナジウム薄膜の作製と pH センサー応用
道端 涼、牧野 賀成、楯 凱貴、広藤 裕一、廣芝 伸哉、 小池 一步
大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター
酸化バナジウムは、酸化数に依存した多様な組成と結晶構造を有する機能性豊かな酸化物半導体である。今回我々は、メタバナジン酸アンモニウムを用いて作製した前駆体溶液を、あらかじめ Ti 膜をスパッタ成膜したガラス基板上へスピンコートし、600℃で焼成することで酸化バナジウム薄膜を形成した。それを市販の N-MOSFET の拡張ゲート電極として適用し、pH センサーへ応用した結果、ネルンスト限界を超える 63 mV/pH の感度を得られたため報告する。

P-05

多層型発光性円偏光コンバータによる光情報の多重化および時間分解分光法による読み出し
清水 快樹 ¹ 、岡崎 豊 ¹ 、蜂谷 寛 ¹ 、佐川 尚 ¹
¹ 京都大学
光の強度や波長に加えて、偏光や時間まで巧みに制御する高度な光技術は、光情報通信・暗号化、ディスプレイなどへの応用が期待されている。これまで我々の研究グループでは、直線偏光発光性（LPL）材料と位相差フィルムから成る発光性円偏光コンバータを提案し、高純度かつ高輝度円偏光の生成について研究を進めてきた。本発表では、複数の LPL 材料から成る多層型円偏光コンバータによる光情報の多重化と、その時間分解分光法による解析について報告する。

P-06

分子内遷移双極子モーメントの配向制御に基づく新規直線偏光発光材料の開発
仲村 快太 ¹ 、岡崎 豊 ¹ 、蜂谷 寛 ¹ 、佐川 尚 ¹
¹ 京都大学
直線偏光発光（LPL）材料は、ディスプレイの省電力化や偽造防止印刷など、様々な応用が期待される次世代光源である。現状では、発光過程の偏光度が高いほど光吸収過程の偏光度も高くなることに基づく、励起光利用効率と偏光度のトレードオフ関係が解決し難い課題である。本研究では、発光性高分子を含む LPL フィルムを延伸法にて作製し、各光吸収帯における遷移双極子モーメントの配向度評価を行った。

P-07

フタロシアニン錯体を導入したペロブスカイト太陽電池の光電変換特性評価
小川 ちひろ ¹ 、鈴木 厚志 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、 大北 正信 ² 、福西 佐季子 ² 、立川 友晴 ² 、長谷川 智也 ²
¹ 滋賀県立大学工学部、 ² 大阪ガスケミカル株式会社
CH ₃ NH ₃ PbI ₃ ペロブスカイト太陽電池は優れた光電変換特性や、容易な作製プロセスであるという特徴をもつが、長期安定性に課題がある。この課題を解決するためにペロブスカイト太陽電池の正孔輸送層に注目した。従来の正孔輸送材料である spiro-OMeTAD はペロブスカイト層を劣化させる一因となっているが、フタロシアニン錯体は化学安定性、高い正孔移動度を持つ。本研究ではフタロシアニン錯体導入による安定性の向上を目的とし、その結果を報告する。

P-08

銅と有機カチオンの導入がペロブスカイト太陽電池のデバイス特性に与える効果
奥村 吏来 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、鈴木 厚志 ¹ 、 大北 正信 ² 、福西 佐季子 ² 、立川 友晴 ² 、長谷川 智也 ²
¹ 滋賀県立大学、 ² 大阪ガスケミカル株式会社
本研究では、化合物の導入がデバイス特性に与える効果について、実験と第一原理計算により検討することを目的としている。先行研究では、銅及びアルカリ金属の導入によるデバイス特性の向上が報告されている。一方で、導入により結晶構造が不安定化することから、安定な有機カチオンの導入によるデバイス耐久性の向上を試みた。結果として、デバイスの耐久性に加えて初期特性も向上した。電子構造及びデバイス特性から、最適なカチオン種の組み合わせについて検討した。

P-09

陽極酸化処理した Al サブ波長格子の偏光特性評価
前川 拓海 ¹ 、山田 逸成 ¹
¹ 摂南大学
金属の狭周期構造で構成される偏光デバイス、波長フィルタの低コスト化に向けて、二光束干渉露光法、スパッタによる Al を成膜、そして陽極酸化処理を行い、反射型偏光波長フィルタの製作を試みた。二光束干渉露光では波長 325nm の He-Cd レーザを使用して格子パターンを形成し、その表面に Al を成膜後、リン酸水溶液中で陽極酸化処理を行い、酸化アルミニウム膜を形成した。結果的に周期 410nm、格子高さ 400nm 程度の構造が得られ、その試料の偏光特性を評価した。

P-10

Au サブ波長周期ドット構造の形成と光学評価
木屋 暁貴 ¹ 、山田 逸成 ¹
¹ 摂南大学
金属などのサブ波長周期構造の形成によって偏光制御や、波長フィルタ機能、完全吸収体など様々な機能を発現できることが知られている。本研究では、二光束干渉露光とドライエッチングで得られる石英 (SiO ₂) 表面の二次元微細周期構造 (ドット構造、周期 280nm) に斜め蒸着法にて Au を 100nm 程度成膜した結果、Au ドット幅 200nm 程度の構造を形成することができた。得られた試料の光学評価 (透過・反射スペクトル測定) を行った。

P-11

時間積分・分解 PL による ELO 基板上 AlGaIn 量子井戸の発光・非発光寿命の温度依存性評価
田中 志樹 ¹ 、石井 良太 ¹ 、Norman Susilo ² 、Tim Wernicke ² 、 Michael Kneissl ² 、船戸 充 ¹ 、川上 養一 ¹
¹ 京都大学、 ² ベルリン工科大学
AlGaIn 深紫外発光デバイスは今までの研究により内部量子効率 (IQE) が向上してきている。選択励起フォトルミネッセンス (PL) を用いた光学評価によって室温での IQE が 50 %以上となることが分かったが、より高温領域ではサーマルドロープという効率低下が発生し、その物理は未解明である。そこで本研究では、AlGaIn 量子井戸構造に対して、選択 PL・時間分解 PL の温度依存性を測定し、高温領域での発光特性を評価した。

P-12

強度輸送方程式に基づく散乱光計測を用いた生体深部光照明技術
松田 汐利 ¹ 、米田 成 ² 、全 香玉 ^{2,3} 、的場 修 ^{2,3} 、渡邊 歴 ⁴
¹ 立命館大院理工、 ² 神戸大院シス情報、 ³ 神戸大 OaSIS、 ⁴ 立命館大理工
光を用いたバイオイメーキングは、非破壊かつ低侵襲で、生体内の構造情報や機能情報を提供するが、生体組織の表面近傍の観察に限定される。その原因として、散乱により生体内部で光が拡散し、生体深部まで光エネルギーが届けられないことが挙げられる。本研究では、生体深部イメーキングに向けて、散乱体内部の蛍光体への集光性能を向上させることを目的に、強度輸送方程式に基づく散乱光の位相分布の計測から、位相共役光及びその変調光を用いる方法を考案した。この結果を紹介する。

P-13

量子計算アルゴリズムを援用した強束縛近似法に基づくグラフェン状物質の電子状態解析手法の検討
石橋 拓也、相馬 聡文
神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻
近年、従来の計算機が不得意な問題に対する量子計算機の応用が期待されているが、適用する問題ごとの具体的な実装方法は自明ではない。本研究では、3 つのグラフェン状物質を対象とした強束縛近似法に基づくバンド構造計算に現れる固有値問題に対し、量子計算アルゴリズムである量子位相推定を適用するための具体的な実装方法を構築し、量子計算のシミュレータを援用したバンド構造の出力と従来計算機による結果との比較を行った。

P-14

モンテカルロシミュレーションにおけるポアソン方程式数値計算の機械学習を用いた高速化
倉元 俊亮、森 伸也
大阪大学大学院工学研究科
アンサンブルモンテカルロデバイスシミュレーションでは、与えられた電子分布のもとでポアソン方程式をタイムステップごとに繰り返し解く必要があり、これが計算のボトルネックとなる。本研究では機械学習を利用して、モンテカルロシミュレーションにおけるポアソン方程式の計算時間短縮を試みた。ポアソン方程式を電子分布に依存する項と境界条件に依存する項とに分離し、それぞれを機械学習することにより、計算時間の短縮を行った。

P-15

超音波印加による超高効率な単層 2D 半導体の孤立化
中本 竜弥 ^{1,2} 、吉村 武 ¹ 、藤村 紀文 ¹ 、桐谷 乃輔 ²
¹ 阪公大電物、 ² 東大院総合
単層 2D 半導体は、省電力・高速動作を実現する次世代デバイス素子の有力候補である。しかしながら、単層を基板上に調整する上での課題は多く、結晶性の良いサンプルが得られる機械的剥離法では、付随するバルクがデバイス作製の避けられない障害となっていた。この問題に対して、我々は溶媒内での超音波処理により、不要なバルクの選択的除去に成功している。単層を基板上に孤立して調整できることは、多数の電極を有するデバイスの作製を容易にし、この分野の更なる発展に繋がると考える。

P-16

表面電気化学的反応を用いた MoS ₂ の大面積薄層化
望月 陸 ^{1,2} 、吉村 武 ¹ 、藤村 紀文 ¹ 、桐谷 乃輔 ²
¹ 阪公大院工、 ² 東大院総合
二次元半導体の 1 つである二硫化モリブデン(MoS ₂)は、単層において直接遷移型半導体であり、その薄さや柔軟性、優れた電気特性などから、様々なデバイスへの展開が期待されている。現在単層を得る方法で広く用いられている機械的剥離法は、その効率や得られる単層の大きさに問題点がある。本研究では、イオン性液体と MoS ₂ との間の表面電気化学的反応に注目し、簡便でかつ基板上に大面積単層を単離する手法の開拓をおこなった。

P-17

アルキル系膜接合による単層遷移金属カルコゲナイドの超発光化手法の開拓

中原 隆宏^{1,2}、小林 堯史^{2,3}、土肥 徹次³、藤村 紀文¹、桐谷 乃輔²

¹ 阪府大院工、² 東大院総合、³ 中央大理工

遷移金属カルコゲナイド (TMDC) は厚さが 0.7nm と極めて薄い材料ながら直接遷移の半導体であり機械的な堅牢性も持ち合わせていることから透明でフレキシブルな発光・電界発光デバイスへの展開が期待されている。私たちは、この TMDC に対しアルキル系ポリマーであるパラフィンをコーティングすることで発光強度が 10~100 倍に増強されることを発見した。本発表ではこの新たに見つかった高発光化に関する実験・考察を報告する。

P-18

骨格筋臓器の再生に向けた高分子材料のデザイン

河野 雄真^{1,2}、吉川 洋史²、古市 泰郎³、松崎 賢寿²

¹ 埼玉大学院理工、² 大阪大学院工、³ 東京都立大学人間健康科学研究科

近年、生体臓器の複雑な構造を目指して、細胞単位から人為的に組み上げていく組織工学的な技術開発が進められてきた。一方で我々は、骨格筋組織の自己組織化力をサポートするような局所硬化領域を有した高分子材料をデザインした(Matsuzaki, ..., **Kawano**, ..., Furuichi, ..., Yoshikawa *iScience* 2022)。具体的には、マウスから採取した骨格筋の幹細胞を高分子材料に播種し、局所硬化領域を中心に立体的な組織構造を誘導した。今後は、構造だけではなく、成熟の進んだ骨格筋臓器を「生きた絆創膏」として移植応用したい。

P-19

シングルナノメーターサイズシリコンナノ粒子によるリチウムイオン電池電極の形成
吉川 洋輝 ¹ 、植嶋 大樹 ¹ 、徐 竟超 ³ 、水畑 穰 ³ 、杉本 泰 ^{1,2} 、藤井 稔 ¹
¹ 神戸大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻 ² JST さきがけ ³ 神戸大学大学院 工学研究科 応用化学専攻
シリコンナノ構造はリチウムイオン電池電極としてすぐれた特性を有することが知られており、一般に 50nm~150nm 程度のサイズのナノ構造が研究の対象となっている。我々は、表面に非常に高濃度にホウ素とリンをドーピングすることにより、従来取扱いが困難であった直径 10nm 以下のシリコンナノ粒子にコロイド安定性と高い酸化耐性を付与することに成功した。本発表では、この粒子のコロイド溶液の塗布により作製したリチウムイオン電池負極の充放電特性（特にナノ粒子サイズ依存性）について報告する。

P-20

紫外線照射による液晶プレチルト角の配向制御法
上野 佳秋 ¹ 、中島 克也 ¹ 、塚本 侑二 ¹ 、尾崎 雅則 ¹
¹ 大阪大学大学院工学研究科電気電子情報通信工学専攻
液晶の面外方向への立ち上がり角であるプレチルト角の配向制御はデバイス作製において重要な要素である。その一方で、近年の光配向デバイスの研究では面内方向への配向制御を行ったものが多く見られる。そこで我々は新たなアプローチとして配向膜への紫外線照射によってプレチルト角を連続的かつ空間的に制御可能な技術を開発した。本研究では、開発した液晶配向法を用いて波面制御素子を作製し、その動作を実証した。

P-21

トロイダル双極子共鳴を有するシリコンナノディスクアレイによる狭帯域近赤外光検出
森朝 啓介 ¹ 、長谷部 宏明 ¹ 、杉本 泰 ¹ 、藤井 稔 ¹
¹ 神戸大院工
波長 1400 nm 以上の近赤外光は高い生体透過性とアイセーフ波長であるため、同波長域の高感度な光検出技術は産業応用上重要である。本研究ではシリコンベースの光検出素子の動作波長を拡張することを目的として、シリコンナノディスクアレイに誘起される輻射損失の小さい「トロイダル双極子共鳴」を利用し、多結晶シリコンのバンドギャップ内に存在する欠陥準位を介した光吸収を大幅(>100 倍)に増大し、バンドギャップ以下の波長領域(>1400 nm)で光電流の増強を実証する。

P-22

Dot-in-a-Well 構造における InAs 量子ドットの構造および発光特性変化のメカニズム
奥野 光基、岡田 直樹、尾崎 信彦
和歌山大学大学院システム工学研究科
InAs 量子ドット(QD)を InGaAs 量子井戸内に埋め込んだ Dot-in-a-Well(DWELL)構造は、光通信などで用いられる波長 1.3 μm 帯に QD の発光波長を制御する手法として知られている。GaAs 内に QD を埋め込んだ場合と比べ、発光の長波長化および高密度成長が報告されているが、そのメカニズムは詳細に調べられていない。そこで本研究では、DWELL における QD の成長基板と埋め込み層である InGaAs 層に着目し、QD の構造と光学特性変化との相関を調べた。その結果、InGaAs 層成長時の In 偏析が QD 特性変化の要因となることを見出したので報告する。

P-23

光干渉法昆虫細胞の接着機構の解明 ～高感度な生きた匂いセンサーへの応用を目指して～
佐藤 奨真 ¹ 、照月 大悟 ² 、吉川 洋史 ³ 、松崎 賢寿 ³
¹ 埼大院理工、 ² 東北大学院工、 ³ 阪大院工
近年、細胞を用いたセンサーデバイスが報告されており、特に昆虫細胞を用いた生きた匂いセンサーは、室温環境下でも高感度なセンサーとして注目されている。しかし、センサーの高機能化に重要な細胞-センサー基板間の接着機構には不明点が多くあった。そこで、本研究では光干渉法によるラベルフリー計測を行い、接着を支える特徴的な表面構造を可視化に成功した。今後、この構造を制御することで、デバイスの高感度化に挑戦したい。

P-24

ケルビンプローブフォース顕微鏡による塗布型 π 共役系高分子薄膜の界面物性評価
田淵 大地、藤井 彰彦、尾崎 雅則
阪大院工
有機半導体塗布薄膜の界面物性の解明は電子デバイス応用において重要である。本研究では、電極基板と有機半導体材料の界面及び高分子ドナー材料とアクセプター材料の界面をケルビンプローブフォース顕微鏡で調べ、界面近傍における電位変化を明らかにした。また、各電極基板上に塗布製膜した高分子ドナー材料について膜厚と表面電位を調べ、表面電位変化の膜厚依存性を明らかにした。

P-25

高分子強誘電体ミラーを内包した絶縁型交流駆動有機 EL の発光における先鋭化とメモリー効果
高山 祐人、梶井 博武、森藤 正人、近藤 正彦
阪大院工
高分子強誘電体(P(VDF-TrFE))は、低屈折率を有する光学材料として機能し、強誘電性をもつため外部電圧で分極状態を変化させることができる。本研究ではこれと高屈折材料、そして有機ELを用いて強誘電体ミラーを内包し、弱いマイクロキャビティ効果によるスペクトルの先鋭化と、強誘電性によるメモリー性を併せ持つ絶縁型交流駆動有機ELを作製した。P(VDF-TrFE)を内包することで、その分極状態が発光特性に影響を与えることが確認できた。

P-26

光熱変換顕微イメージングによる細胞内タンパク質凝集時のストレス状態と防御機構の測定
我妻 亮太郎 ¹ 、宮崎 淳 ¹
¹ 和歌山大学大学院 システム工学研究科
近年、細胞内タンパク質凝集体が様々な病気の原因となる可能性が指摘されている。しかし、凝集発生の原因や病気との詳細な関係は未知であり、治療法確立のために凝集が起こった際の細胞内状態を正しく評価する手法が求められている。本研究では、無標識で細胞イメージングをおこなう手法として光熱変換顕微法を用いてタンパク質凝集時の細胞内状態の評価をおこなった。具体的には、酸化ストレスを受けた細胞の凝集体形成過程、ストレス状態及び防御機構活性度を測定した結果について報告する。

P-27

シリコンナノ粒子の Mie 共鳴による希土類イオンの電気・磁気双極子発光制御
笠井 大幹 ¹ 、杉本 泰 ¹ 、藤井 稔 ¹
¹ 神戸大院工
本研究では、シリコンナノ粒子の磁気 Mie 共鳴モードの「光磁場」増強効果により、希土類イオンの磁気双極子遷移発光を増強・制御することを目的としている。シリコンナノ粒子にプローブとしてユーロピウムイオン(Eu^{3+})錯体を修飾し、単一ナノ構造の Mie 散乱および発光スペクトルを測定した。計算結果と厳密に比較することで、Mie 共鳴による磁気双極子遷移の増強度と、粒子サイズ制御による各準位の発光遷移レート制御を定量的に示した。

P-28

一軸掃引加熱法による有機無機ハライドペロブスカイト薄膜形成過程における結晶成長制御
齋藤 智樹、大泉 朋久、鶉野 弦也、藤井 彰彦、尾崎 雅則
阪大院工
有機無機ハライドペロブスカイトは、塗布プロセスによる作製が可能で、高い変換効率を示す太陽電池材料として注目されている。太陽電池の実用化には更なる変換効率の向上と耐久性の改善が必要であり、ペロブスカイト薄膜の結晶粒径拡大は重要な課題である。本研究では、結晶粒径拡大のため、一軸掃引塗布法で作製した前駆体溶液膜に対して一軸掃引加熱を行い、熱反応位置と結晶成長方向の制御を試みた。

P-29

単一蛍光性ナノ粒子の光捕捉における共鳴光波長依存性

植野 昂¹、増井 恭子¹、細川 千絵¹

¹大阪公立大学 大学院理学研究科

光ピンセットは集光レーザービームの光圧により溶液中の単一粒子を非接触に捕捉可能な手法である。光捕捉力は粒子の分極率に依存するため、nm サイズの単一粒子の安定した光捕捉は困難とされている。本研究では、溶液中の単一ナノ粒子に働く光捕捉力の増大を目的として共鳴効果のレーザー波長依存性について検証した。光捕捉用近赤外レーザーと捕捉対象が吸収する波長の共鳴用レーザーを同時に照射し、共鳴用レーザー波長に依存してナノ粒子に働く光捕捉力が増大する可能性を見出した。

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

住友電気工業（株）

東京エレクトロン（株）

東京応化工業（株）

日新イオン機器（株）

日本製鉄（株） 技術開発本部 尼崎研究開発センター

三菱電機（株） 先端技術総合研究所

（株）村田製作所

ローム（株）

（2022 年 10 月現在、50 音順）