



The Japan Society of Applied Physics

応用物理学会関西支部

2025 年度 第 1 回講演会

AI 時代の材料・プロセス開発から
エッジデバイス開発まで

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

日 時：2025 年 6 月 3 日 (火) 13:00~18:05

形 式：オンサイト対面形式

会 場：産業技術総合研究所 関西センター C-4 棟 第 8 会議室

プログラム

第一部：講演の部「AI 時代の材料・プロセス開発からエッジデバイス開発まで」

- 13:00~13:05 開会の辞
- 13:05~13:40 招待講演：岩崎 悠真（物質・材料研究機構）
「自律材料探索」
- 13:40~14:15 招待講演：原田 俊太（名古屋大学）
「機械学習制御による結晶成長プロセスの操業自動化」
- 14:15~14:30 休憩
- 14:30~15:05 招待講演：浜口 智志（大阪大学）
「先端半導体製造用プラズマプロセスにおけるデータ駆動科学の活用」
- 15:05~15:40 招待講演：粟村 聡資（Nuvoton Technology）
「不揮発性メモリ ReRAM とその CiM (Compute in Memory) 応用」
- 15:40~16:00 休憩・ポスター発表準備

第二部：ポスター発表「最新の研究」・Meetup の部

- 16:00~18:00 ポスター発表および Meetup（同時並行開催）

P-01 高容量・長寿命を指向した酸化還元活性トリアジン系 HOF を基盤とする二次電池電極材料の設計と電気化学特性評価

若松勝洋¹、山口慶彦²、古野壮一郎²、大嶋萌生²、小林直生²、吉川浩史¹

¹関西学院大学 工学部、²関西学院大学 理工学研究科

P-02 溶液法によるガラス基板上への α 相 MoO_3 薄膜の成膜とバイオセンサー応用

山名一生、日後太一、本多真也、安藤樹、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-03 SrTiO_3 基板のステップ表面処理と準安定 β 相 MoO_3 薄膜の分子線エピタキシャル成長

上林 優斗、鶴山 大翔、山本 勢那、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-04 アルキル置換基がアップコンバージョン型有機発光ダイオードの発光特性に与える効果
小島 和綺¹、奥田 萌斗¹、小林 隆史^{1,2}、内藤 裕義^{1,2,3}、永瀬 隆^{1,2}
¹大阪公立大学、²大阪公立大学 分子エレクトロニックデバイス研究所 (RIMED)、
³立命館大学 半導体応用研究センター (RISA)
- P-05 $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_{0.75}[\text{HC}(\text{NH}_2)_2]_{0.25}\text{PbI}_3$ ペロブスカイトへの希土類元素添加効果
中村 瑠志¹、島田 遼人¹、那須 大雅¹、鈴木 厚志¹、
奥 健夫¹、立川 友晴²、福西 佐季子²
¹滋賀県立大学、²大阪ガスケミカル株式会社
- P-06 二次元 WO_x/WSe_2 ヘテロ構造を用いた抵抗変化メモリの開発
福島 脩平¹、Che-Yi Lin²、稲田 貢¹、上野 啓司³、Yen-Fu Lin²、山本 真人¹
¹関西大院理工、²国立中興大学、³埼玉大院理工
- P-07 密度汎関数理論に基づく基板吸着ダブルデッカー型錯体の配位子スピン制御に関する検討
廣田 陸哉、多田 幸平、岸 亮平、北河 康隆
大阪大学大学院基礎工学研究科
- P-08 有機 WGM 共振器における発光増幅のエネルギー閾値の定式化
今田 和希¹、宮本 晟那¹、小簗 剛¹、横松 得滋²、前中 一介²
¹兵庫県立大学 理学部、²兵庫県立大学 工学部
- P-09 第一原理計算を用いた多層膜ミラー向け材料の光学応答予測
島岡 幸生¹、近藤 裕佑²、柴田 一範³、植本 光治¹
¹神戸大学大学院工学研究科、²大阪産業技術研究所、
³大阪大学レーザー科学研究所
- P-10 DPPS ホール輸送材料を用いたペロブスカイト太陽電池の評価
那須 大雅¹、奥 健夫¹、鈴木 厚志¹、
立川 友晴²、福西 佐季子²
¹滋賀県立大学、²大阪ガスケミカル株式会社

- P-11 変調光電流法とデバイスシミュレーションによる有機薄膜太陽電池における SRH 再結合過程の評価
宮地 耕太郎¹、廣川 恭志¹、永瀬 隆^{1,2}、内藤 裕義^{1,2,3}、小林 隆史^{1,2}
¹大阪公大院工、²大阪公大分子エレクトロニックデバイス研、
³立命館大学 半導体応用研究センター
- P-12 Hf_{0.5}Zr_{0.5}O₂基板上へのグラフェンの転写と構造評価
菊池 聖人¹、高瀬 寛士^{1,2}、小池 一步^{1,2}、
原田 義之^{1,2}、藤元 章^{1,2}、廣芝 伸哉^{1,2}
¹大阪工業大学 工学部、²大阪工業大学 NMRC
- P-13 地球周回軌道上の摂動で生じる微小デブリの軌道のずれ
柴田 一範¹、内田 成明²、中井 光男³
¹大阪大学、²(株)コヒーレントシステムズ、³福井工業大学
- P-14 MAFA 系ペロブスカイト太陽電池へのアルカリ元素添加効果
織田 颯¹、島田 遼人¹、那須 大雅¹、鈴木 厚志¹、
奥 健夫¹、立川 友晴²、福西 佐季子²
¹滋賀県立大学、²大阪ガスケミカル株式会社
- P-15 人工視覚デバイスの 3D 実装に向けたリジッド・フレキシブル構造作製法の検討
川邊 吉則¹、中西 優輝¹、岡田 竜馬¹、太田 淳¹、 笹川 清隆¹
¹奈良先端科学技術大学院大学
- P-16 溶液塗布熱分解法による酸化ガリウム薄膜の作製と pH センサー応用
松尾 涼佑¹、山本 青依¹、山崎 風斗¹、広藤 裕一¹、
小池 一步¹、廣芝 伸哉¹
¹大阪工業大学ナノ材料マイクロデバイス研究センター NMRC
- P-17 ペンタセン有機トランジスタメモリの可溶性フラーレン添加による光応答シナプス特性の制御
中川 和紀¹、服部 秀政¹、小林 隆史^{1,2}、内藤 裕義^{1,2,3}、永瀬 隆^{1,2}
¹大阪公立大学 大学院工学研究科、
²大阪公立大学 分子エレクトロニックデバイス研究所、

³立命館大学 半導体応用研究センター

- P-18 生体埋植イメージングデバイスの非破壊読み出し動作によるダイナミックレンジ向上
瀬川俊介、岡田竜馬、竹原浩成、須永圭紀、春田牧人、田代洋行、太田淳、笹川清隆
奈良先端科学技術大学院大学
- P-19 超高強度レーザー照射実験用ナノワイヤーアレイの作成手法開発とそのレーザー照射実験への適用
田中大裕¹、澤田寛²、中辻千陽¹、松浦壮汰¹、佐藤匠¹、西井一郎¹、
本多拓也¹、堀本駿¹、染川智弘³、藪内俊毅^{4,5}、宮西宏併⁵、犬伏雄一^{4,5}、
千徳靖彦¹、清水智弘⁶、新宮原正三⁶、山ノ井航平¹
¹阪大レーザー研、²ネバダ大学リノ校、³レーザー総研、
⁴高輝度光科学研究センター、⁵理化学研究所 放射光科学研究センター、
⁶関西大理工学研究科
- P-20 多層膜装荷によるグレーティングカップラの高効率化
美馬 由佳¹、小澤 桂介¹、井上 純一¹、
金高 健二²、裏 升吾¹
¹京都工芸繊維大学、²産業技術総合研究所
- P-21 有機薄膜太陽電池の電子物性に対する添加剤の効果
竹中 勇太¹、永瀬 隆^{1,2}、内藤 裕義^{1,2,3}、小林 隆史^{1,2}
¹大阪公大院工、²大阪公大分子エレクトロニックデバイス研、
³立命館大学 半導体応用研究センター
- P-22 TaO_x/TaS₂ ヘテロ構造を用いた MoS₂ 浮遊ゲート FET の作製
佐橋悠太郎¹、稲田貢¹、上野啓司²、山本真人¹
¹関西大院理工、²埼玉大院理工
- P-23 主成分分析による窒化インジウムガリウム量子井戸構造のカソードルミネッセンススペクトルイメージング解析
福隆之介¹、赤瀬善太郎^{2,1}、岩満一功^{1,2}、富谷茂隆^{2,1}
¹奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学領域、
²データ駆動型サイエンス創造センター

P-24 固体電子系計算に向けた量子回路シミュレータ開発

山内 一馬¹、植本 光治¹、小野 倫也¹

¹神戸大学大学院工学研究科

18:00~18:05 閉会の辞

18:05~ 懇親会・ポスター賞授賞式

招待講演要旨

Invited Talk Abstract

自律材料探索

Autonomous materials search

NIMS¹, [○]岩崎悠真

NIMS¹, [○]Yuma Iwasaki

E-mail: IWASAKI.Yuma@nims.go.jp

近年の材料は、多元素化・複雑化しており、その材料空間は非常に広大である。従来は、この広大な材料空間を、人間が材料合成・計測・考察を繰り返しながら探索を進めてきた。このサイクルを繰り返すことで、人間が徐々に材料に関する知見を獲得し、材料空間を少しずつ把握することで、新材料を見つけ出してきた。しかし、この手法では近年の巨大化した材料空間を十分に探索することは難しい。

そこで、機械学習を活用した自律材料探索手法が近年注目を集めている。この手法は大きく二つの技術に分けられる。一つ目はロボットを活用した自律探索である。この手法では、まずロボットが自動的に材料合成および材料特性計測を行い、そこで得られた材料データを機械学習で解析することで、次に合成する材料およびそのプロセス条件を提案する。その提案された材料をロボットが自動的に合成、計測することで、クローズドループを形成することが可能であり、自律的に材料探索が進行する。すでに多くの材料自律ロボットが開発されており、非常に強力な材料探索手法の一つとなっている¹⁾。

二つ目は材料シミュレーションを活用した自律探索である。第一原理計算などのシミュレーションによって得られた材料特性データを機械学習で解析し、次にシミュレーションを実行すべき材料の構造・組成を決定する。このクローズドループによってコンピュータ内で自律的に材料空間を探索することが可能である。このシミュレーションをベースとした自律材料探索手法も非常に汎用的であり、広く使われている²⁾。

本講演の前半は、ロボットによる自律材料探索技術とシミュレーションによる自律材料探索技術の事例をいくつか紹介する。本講演の後半では、実際に自律材料探索技術を用いて新規磁性材料を発見・合成した研究事例を詳細に述べる⁴⁾。大きな磁化を持つ多元磁性合金組成を第一原理計算と機械学習を組み合わせた自律材料探索手法で予測し、その合金をコンビナトリアル手法によって合成した。実際に合成した新規磁性合金が、非常に大きな磁化を持つことを実験的に確認し、そのメカニズムを第一原理計算や XMCD 実験によって解明した。詳細は講演で発表する。

【参考文献】

1) B. Burger et al., A mobile robotic chemist. *Nature*. **583**, 7815, 237-241 (2020).

4) Y. Iwasaki et al. Machine learning autonomous identification of magnetic alloys beyond the Slater-Pauling limit. *Commun Mater.* **2**, 1 (2021)

機械学習制御による結晶成長プロセスの操業自動化

Automation of Crystal Growth Process by Machine Learning Algorithm

名古屋大学 原田 俊太²

Nagoya Univ. Shunta Harada

E-mail: harada.shunta.i5@f.mail.nagoya-u.ac.jp

近年、製造業における操業自動化の重要性が高まっている。熟練技術者の不足や高齢化、作業の標準化による品質安定化、さらには製造効率の向上やコスト削減への要請が、その背景にある。しかし一方で、複雑なプロセスを要する製造現場では、熟練技術者が長年の経験を通して培ってきた微妙な調整や直観的な判断が多く存在し、それらを従来型の自動化技術で代替することは困難である。

特に半導体材料や光学材料に用いられる高品質な単結晶材料の製造プロセスは、その代表例である。中でも浮遊帯域溶融法（Floating Zone 法: FZ 法）による単結晶成長プロセスは、融液が非常に繊細かつ非線形な挙動を示すため、操業には高度な熟練技術を要する。融液の幅や高さを制御するためには、熱源の出力調整や原料供給速度の微妙なコントロールが必要であり、僅かな誤差でも結晶品質に重大な影響を及ぼすことから、熟練した技術者による手作業に依存してきたのが実情である。

このような背景から、熟練技術者の知見をデジタル化し、高度な機械学習技術によりプロセスの操業を自動化することが望まれている。本研究では、データ駆動型の機械学習制御手法を用いて、FZ 法による結晶成長プロセスの自動化に取り組んだ。具体的には、少数の操業データからプロセスの動的挙動（ダイナミクス）を高精度に推定可能な混合ガウスモデル（Gaussian Mixture Model, GMM）を用いて、融液の挙動を数理的にモデル化した。さらに、このダイナミクスモデルに基づき、強化学習（Reinforcement Learning, RL）の枠組みを活用することで、最適な操業軌道を自律的に生成する制御システムを構築した。

最近の研究では、このアプローチを実際の Si 単結晶 FZ 結晶成長炉に適用し、自動操業プロトタイプ装置の開発および実証試験に成功している。今後の展望として、本研究の手法を様々な材料系や異なる製造手法に拡張し、幅広い製造プロセスの自動化および高度化への応用を進めていくことが期待される。

参考文献

[1] S. Harada et al., Sci. Technol. Adv. Mater. Methods 2 (2022) 294-301.

[2] S. Harada et al., Sci. Rep. 13 (2023) 7517.

先端半導体製造用プラズマプロセスにおけるデータ駆動科学の活用

Application of data-driven science to plasma processes for advanced semiconductor manufacturing

阪大 R³センター ○浜口 智志

Univ. Osaka, R³ Center, °Satoshi Hamaguchi

E-mail: hamaguch@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

現在、2nm ノード世代半導体デバイスの量産体制が整いつつあるといわれているが、極めて微細で複雑な 3 次元構造を持つ最先端半導体デバイスの製造工程は非常に複雑であり、その製造プロセスの開発コストも膨大である。従来の新規製造装置・新規プロセス開発では、経験豊富なエンジニアが、既存の装置やプロセスに関する知識に基づいて、試行錯誤を繰り返すことで目的達成を図ってきた。今後は、データ駆動科学をプロセス開発に取り入れることで、こうした新規装置・プロセスの開発を大幅に効率化できると考えられる。本講演では、人工知能 (AI) や機械学習 (ML) の根幹をなすデータ駆動科学が、半導体製造プロセス、特に、その中でも、多くの工程に採用されているプラズマプロセスにどのように活用できるかを議論する。

現在では、半導体製造プロセスにおいて、ほぼすべての加工装置について、その運転状態に関するデータが常に収集されており、各装置のプロセス最適化や制御に活用されているはずである。こうしたデータの活用は、装置状態と生産品との相関を経験的にとるものであるため、新しい製造装置やプロセスの導入が検討される際には、これまでに得られたデータを活用するのが難しい。一方、装置の運転状態に関する情報（たとえば、プラズマプロセス装置の場合、装置の形状、入力パワー、電極電圧、使用ガス種、使用気体の分圧、プロセスガスモニタ出力、発光分光等の情報）と、装置内部の物理現象（例えば、イオン照射フラックス、イオンエネルギー、電子密度、等）に関する情報、および、製品の材料・電気特性の三者間の相関が得られ、装置内部の物理系（たとえば、反応性プラズマ）の特性を機械（計算機・AI）が理解し、計算機上で同装置の「デジタルツイン」を作成できれば、計算機上で、与えられたデジタルツインを詳細に調べることにより、新規導入装置の設計や新規導入プロセスの探索・最適化を大幅に効率化できると考えられる。本発表では、まずデータ駆動型プラズマ科学 [1]の現状について簡単に概説した後、プラズマ加工装置のデジタルツインに関するいくつかの例を紹介する。

参考文献

- [1] R. Anirudh, et al., “2022 Review of Data-Driven Plasma Science,” IEEE Trans. Plasma Sci. **51**, pp. 1750-1838, (2023).

不揮発性メモリ ReRAM とその CiM (Compute in Memory) 応用 Non-volatile memory ReRAM and its CiM (Compute in Memory) applications

ヌヴォトンテクノロジー株式会社 栗村 聡資

Nuvoton Technology Corporation Japan (NTCJ), Satoshi Awamura

E-mail: awamura.satoshi@nuvoton.com

近年の AI および IoT 技術の発展は著しく、その膨大なデータの処理や計算に伴うクラウドでの電力増加はカーボンニュートラルに向けた大きな課題と考えられている。エッジ領域での AI コンピューティングはリアルタイム性に優れかつクラウドとの通信量を削減する技術領域として現在盛んに研究開発が行われている。当社は低消費電力、高速動作を特徴とした抵抗変化型不揮発性メモリ ReRAM (Resistive RAM) の開発を行っており、2013 年に 180nm 技術ノードで世界初となる ReRAM 混載 LSI を量産、更に、2019 年には IoT 機器、IC カード等向けとして 40nm 技術ノードでの ReRAM 混載 LSI の製品適用を開始している。当社 ReRAM は上下電極間に挟まれた 2 層の タンタル酸化物 (TaO) 構造に、フォーミングと呼ばれる電気処理で Ta₂O₅ 中にフィラメントと呼ばれる導電層を形成する (Fig. 1)。電極に電圧を印加することで、酸素イオンが移動しフィラメント内の酸素空孔 (oxygen vacancy) 密度が変化する。この酸化還元反応による酸素空孔の密度変化を通じて素子の抵抗値を制御・保持することが可能であり、低抵抗状態 (LRS) と高抵抗状態 (HRS) の 2 値としてメモリを実現している。現在当社では応用開発としてこの ReRAM 技術による AI アクセラレータの開発を行っている。現在の AI 技術の基盤となるニューラルネットワークによる計算では、重みと呼ばれる大量のパラメータと入力データの積和演算を繰り返すことで推論に必要なデータの特徴を抽出する。当社では ReRAM 技術を用いて、メモリに保持された重みと入力データとの積和演算を計算器への転送を介さずメモリの内部で実行する CiM (Compute in Memory) 技術の開発を進めている。重みに相当する ReRAM 素子に流れる電流を用いて積和演算を行うことで高速化と低消費化を実現する。本発表では当社のコア技術となる ReRAM のデバイス技術とその特徴について述べる。また、ReRAM を用いた CiM 技術である RAND (Fig. 2) について述べ、AI 計算の技術動向とそれに向けた当社の取り組みと展望、発展的内容について紹介する。(本発表の一部は、NEDO (国立研究開発 法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) の助成事業 (JPNP23015) の結果得られたものです。)

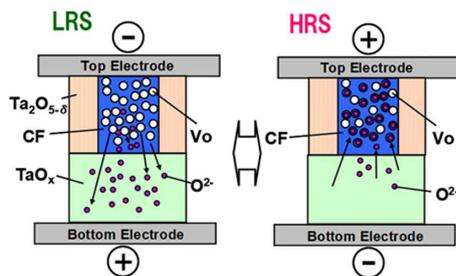


Fig. 1 ReRAM の構造

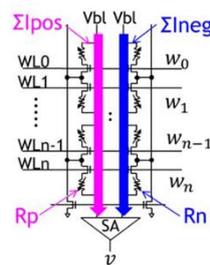


Fig. 2 ReRAM を用いた AI アクセラレータ RAND

ポスター発表要旨

Poster Presentation Abstract

P-01

高容量・長寿命を指向した酸化還元活性トリアジン系 HOF を基盤とする二次電池電極材料の設計と電気化学特性評価
若松勝洋 ¹ 、山口慶彦 ² 、古野壮一郎 ² 、大嶋萌生 ² 、小林直生 ² 、吉川浩史 ¹
¹ 関西学院大学 工学部、 ² 関西学院大学 理工学研究科
近年、水素結合性有機構造体 (HOF) は、その固有の多孔性により電解質イオンの可逆的な吸着・脱離を促進し、蓄電材料として注目されている。本研究では、酸化還元活性かつ剛直なトリアジン系 HOF (PFC-13) を、リチウムイオンおよびナトリウムイオン二次電池 (LIB, SIB) の正極活物質として検討した。PFC-13 は優れたサイクル安定性ととも、高電流密度下でも高い容量保持率を示し、特に SIB 系で顕著な性能を発揮した。これにより、トリアジン系 HOF は次世代二次電池の電極材料として有望であることが示された。

P-02

溶液法によるガラス基板上への α 相 MoO ₃ 薄膜の成膜とバイオセンサー応用
山名 一生、日後 太一、本多 真也、安藤 樹、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
α 相 MoO ₃ は層状構造を有していることから、ガスセンサーやバイオセンサーの候補材料として期待されている。本研究では、ビスモリブデニルアセチルアセトナートをベースとする前駆体溶液とする溶液塗布熱分解法で、ガラス基板上に α 相 MoO ₃ 薄膜を成膜した。その上にシルクフィブロインを包括担体とするウレアーゼ酵素膜を形成し、健康マーカーの一つである尿素を検出するための拡張ゲート FET 型バイオセンサーを試作した結果について報告する。

P-03

SrTiO ₃ 基板のステップ表面処理と準安定 β 相 MoO ₃ 薄膜の分子線エピタキシャル成長
上林 優斗、鶴山 大翔、山本 勢那、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
MoO ₃ は層状構造を持つ安定な α 相とペロブスカイト A サイトを有する準安定な β 相がある。これまで我々は MBE 法で格子整合系 LSAT(100) 基板上に β 相 MoO ₃ 薄膜を成長させることに成功している。しかし、この基板はロットによる結晶品質にばらつきがあるため取り扱いが難しい。本研究では、汎用性の高い SrTiO ₃ (100) 基板を用いて β 相 MoO ₃ 薄膜の MBE 成長を試みた。予めバッファードフッ酸で基板をステップ処理することで、高品質な β 相 MoO ₃ 薄膜が得られたので報告する。

P-04

アルキル置換基がアップコンバージョン型有機発光ダイオードの発光特性に与える効果
小島 和綺 ¹ 、奥田 萌斗 ¹ 、小林 隆史 ^{1,2} 、内藤 裕義 ^{1,2,3} 、永瀬 隆 ^{1,2}
¹ 大阪公立大学、 ² 大阪公立大学 分子エレクトロニックデバイス研究所 (RIMED)、 ³ 立命館大学 半導体応用研究センター (RISA)
近年、低電圧で可視光発光を得ることができるアップコンバージョン型有機発光ダイオード (UC-OLED) が OLED の低電圧化や長寿命化に向けて注目を集めている。本研究では、UC-OLED のアクセプター層に可溶性フラーレン (C60MC12) を用いることで、塗布成膜によって配向した長鎖アルキルがドナー/アクセプター界面でスペーサーとして機能し、発光の損失を低減することで良好な発光特性が得られることを明らかとした。

P-05

$(\text{CH}_3\text{NH}_3)_{0.75}[\text{HC}(\text{NH}_2)_2]_{0.25}\text{PbI}_3$ ペロブスカイトへの希土類元素添加効果
中村 瑠志 ¹ 、島田 遼人 ¹ 、那須 大雅 ¹ 、鈴木 厚志 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、立川 友晴 ² 、福西 佐季子 ²
¹ 滋賀県立大学、 ² 大阪ガスケミカル株式会社
現在、ペロブスカイト太陽電池は従来のシリコン系太陽電池に代わる太陽電池として期待されている。しかし、ペロブスカイト太陽電池はシリコン系太陽電池と比較して、光電変換特性の安定性が低い。本研究はペロブスカイト太陽電池への希土類元素、(Gd^{3+} , Er^{3+} , Yb^{3+} , Nd^{3+} , Ce^{3+}) の添加および共添加による光電変換効率、安定性への影響を調べたので報告する。

P-06

二次元 WO_x/WSe_2 ヘテロ構造を用いた抵抗変化メモリの開発
福島 脩平 ¹ 、Che-Yi Lin ² 、稲田 貢 ¹ 、上野 啓司 ³ 、Yen-Fu Lin ² 、山本 真人 ¹
¹ 関西大院理工、 ² 国立中興大学、 ³ 埼玉大院理工
抵抗変化メモリ (ReRAM) は酸化物などの薄膜を電極で挟み込んだ二端子不揮発メモリであり、高速かつ低電圧で動作可能なことから次世代の超低消費電力コンピューティングへの応用が期待されている。近年、二次元層状物質とその表面に形成した酸化膜とのヘテロ構造を抵抗変化層に用いることで、低電圧かつ安定な ReRAM 動作が可能なが報告されている。本研究では、二次元 WSe_2 を酸化処理することで WO_x/WSe_2 ヘテロ構造を作製し、その ReRAM への応用可能性を調査した。

P-07

密度汎関数理論に基づく基板吸着ダブルデッカー型錯体の配位子スピン制御に関する検討
廣田 陸哉、多田 幸平、岸 亮平、北河 康隆
大阪大学大学院基礎工学研究科
分子メモリへの応用が期待される単分子磁石材料では、配位子が電子スピンを有する分子が多く合成されている。配位子上の電子は基板吸着の影響を強く受け基板へ移動することが判明しているが、その機序は未解明である。本研究では代表的な単分子磁石材料であるダブルデッカー型フタロシアニナト錯体の磁性制御を目指し、吸着が与える影響を密度汎関数理論に基づき解析した。理論計算によって導かれた3つの制御指針を当日発表する。

P-08

有機 WGM 共振器における発光増幅のエネルギー閾値の定式化
今田 和希 ¹ 、宮本 晟那 ¹ 、小簀 剛 ¹ 、横松 得滋 ² 、前中 一介 ²
¹ 兵庫県立大学 理学部、 ² 兵庫県立大学 工学部
有機レーザーへの応用が期待されている whispering gallery mode (WGM) 共振器では、一般的なスラブ型導波路と比較して発光増幅の励起エネルギー閾値 (I_{th}) が 2-3 桁程度高い傾向がある。この起源を調べるために、 I_{th} の定式化を行った。フルオレン誘導体から成るディスク型の WGM 共振器における I_{th} の実験値と理論値を比較することで、定式化の妥当性を検証した。さらに、この式を用いて I_{th} の増大を引き起こす支配因子を見出した。

P-09

第一原理計算を用いた多層膜ミラー向け材料の光学応答予測
島岡 幸生 ¹ 、近藤 裕佑 ² 柴田 一範 ³ 植本 光治 ¹
¹ 神戸大学大学院工学研究科、 ² 大阪産業技術研究所、 ³ 大阪大学レーザー科学研究所
高強度レーザーは医療や核融合など多分野で活用され、その光学系には高反射率・低損失の誘電体多層膜ミラーが不可欠である。本研究では第一原理 TDDFT 計算を用い、TiO ₂ 結晶に対する高強度レーザー励起と薄膜の反射特性を解析した。高強度で励起エネルギーが解離エネルギーに達し、損傷が生じることを予測した。さらにマルチスケール Maxwell-TDDFT 法で反射率・透過率を計算し、反射率低下と吸収率増大を確認した。本成果は多層膜ミラー設計への新たな指針となる。

P-10

DPPS ホール輸送材料を用いたペロブスカイト太陽電池の評価
那須 大雅 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、鈴木 厚志 ¹ 、立川 友晴 ¹ 、福西 佐季子 ²
¹ 滋賀県立大学、 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、溶液塗布による薄膜作製が容易であるが、Spiro-OMeTAD ホール輸送材料が高コストであり、また水和物発生の原因になるという課題がある。本研究では、Spiro-OMeTAD の代替材料として、デカフェニルシクロペンタシラン (DPPS) を用いて製膜法を工夫したペロブスカイト太陽電池を作製し、その光起電力特性や長期安定性への影響を調べたので報告する。

P-11

変調光電流法とデバイスシミュレーションによる有機薄膜太陽電池における SRH 再結合過程の評価
宮地 耕太郎 ¹ 、廣川 恭志 ¹ 、永瀬 隆 ^{1,2} 、内藤 裕義 ^{1,2,3} 、小林 隆史 ^{1,2}
¹ 大阪公大院工、 ² 大阪公大分子エレクトロニックデバイス研、 ³ 立命館大学 半導体応用研究センター
局在準位を介した電荷再結合は有機薄膜太陽電池 (OPV) の損失過程のひとつである。先行研究により、OPV 材料に依らず HOMO あるいは LUMO から 0.3~0.6 eV の深さに再結合中心となる局在準位の存在が明らかになっているが、HOMO および LUMO のどちら側であるかは不明であった。本研究では、変調光電流測定とデバイスシミュレーションを組み合わせた新しい評価方法を PM6:Y6、PBDB-T:ITIC を用いた 2 種類の OPV に適用し、HOMO 側の局在準位であることを明らかにしたので、その結果について報告する。

P-12

Hf _{0.5} Zr _{0.5} O ₂ 基板上へのグラフェンの転写と構造評価
菊池 聖人 ¹ 、高瀬 寛士 ^{1,2} 、小池 一步 ^{1,2} 、原田 義之 ^{1,2} 、藤元 章 ^{1,2} 、廣芝 伸哉 ^{1,2}
¹ 大阪工業大学 工学部、 ² 大阪工業大学 NMRC
Hf _{0.5} Zr _{0.5} O ₂ の基板上に CVD 法で作製されたグラフェンを転写し、その構造と特性を評価した。比較のため、SiO ₂ 基板上にも同様にグラフェンを転写し、AFM やラマン分光測定で表面形態や層数・欠陥の評価を行った。本研究は、基板材料の違いがグラフェンの品質や構造に与える影響を明らかにし、今後の応用展開に資する基礎的知見の獲得を目的とする。

P-13

地球周回軌道上の摂動で生じる微小デブリの軌道のずれ
柴田 一範 ¹ 、内田 成明 ² 、中井 光男 ³
¹ 大阪大学、 ² (株)コヒーレントシステムズ、 ³ 福井工業大学
宇宙開発の発展に伴ってスペースデブリの問題が顕在化している。低軌道上の数 cm のデブリは膨大な個数で、人工衛星を破壊し得る危険性がある。この cm 級デブリにレーザーを照射して表面にアブレーションを生じさせ、その反力でデブリの軌道を変えて地上に落とす方法が検討されている。この方法は数百 km 離れた点から正確にレーザーを集光することで実現されるため、デブリの位置に関する測定と予測の精度が極めて重要となる。本講演では地球重力の高次項や空気抵抗などの摂動によって微小デブリの位置がどれくらいずれるか？に関するシミュレーションの知見を紹介する。

P-14

MAFA 系ペロブスカイト太陽電池へのアルカリ元素添加効果
織田 颯 ¹ 、島田 遼人 ¹ 、那須 大雅 ¹ 、鈴木 厚志 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、立川 友晴 ² 、福西 佐季子 ²
¹ 滋賀県立大学、 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従来の太陽電池に代わる次世代の太陽電池として期待されている。ペロブスカイト太陽電池には、ペロブスカイト結晶の不安定性から長期安定性が低いという問題がある。本研究は MAFA 系ペロブスカイト太陽電池にアルカリ金属元素を添加した際の、光電変換特性とその安定性への影響を調べたので報告する。

P-15

人工視覚デバイスの3D実装に向けたリジッド・フレキシブル構造作製法の検討
川邊 吉則 ¹ 、中西 優輝 ¹ 、岡田 竜馬 ¹ 、太田 淳 ¹ 、 笹川 清隆 ¹
¹ 奈良先端科学技術大学院大学
本研究では、人工視覚チップの高機能化に向けて、硬い回路部とフレキシブルな配線部を持つリジッド・フレキシブル構造によって折り畳み可能とする3次元実装手法について加工法の検討を行った。人工視覚デバイスは眼球内に埋植するため小型化が求められ、限られた面積内での実装が重要となる。Si チップを薄型化し、回路ブロック間を接続する配線部の Si をエッチングによって除去し、フレキシブル化する手法を試みた。

P-16

溶液塗布熱分解法による酸化ガリウム薄膜の作製と pH センサー応用
松尾 涼佑 ¹ 、山本 青依 ¹ 、山崎 風斗 ¹ 、広藤 裕一 ¹ 、小池 一步 ¹ 、廣芝 伸哉 ¹
¹ 大阪工業大学ナノ材料マイクロデバイス研究センター NMRC
近年の健康志向の高まりに伴い、生体情報モニタリング用バイオセンサーの基盤となる pH センサーの高性能化が求められている。我々は、pH センサーの電極材料として酸化ガリウム (Ga_2O_3) に着目し、pH センサー応用を検討した。 Ga_2O_3 は多様な結晶構造を有することや、酸素空孔特性からプロトンの吸脱着に有利な表面構造を持つと期待される。本発表では、溶液塗布熱分解法により Ga_2O_3 薄膜を作製し、その構造評価および pH 応答について報告する。

P-17

ペンタセン有機トランジスタメモリの可溶性フラーレン添加による光応答シナプス特性の制御
中川 和紀 ¹ 、服部 秀政 ¹ 、小林 隆史 ^{1,2} 、内藤 裕義 ^{1,2,3} 、永瀬 隆 ^{1,2}
¹ 大阪公立大学 大学院工学研究科、 ² 大阪公立大学 分子エレクトロニックデバイス研究所、 ³ 立命館大学 半導体応用研究センター
これまでに我々は、高分子絶縁体と可溶性ペンタセンの混合膜をフローティングゲート (FG) 層として用いた有機トランジスタメモリが赤色光照射下でシナプス的特性を示すことを報告した。本研究では、半導体層にペンタセンを用いた場合に FG 層に可溶性フラーレンを添加することで、閾値電圧シフト量の波長依存性が大きく変化し、赤色照射下でのシナプス特性が抑制され、不揮発性メモリとしての特性が顕著となることが分かった。

P-18

生体埋植イメージングデバイスの非破壊読み出し動作によるダイナミックレンジ向上
瀬川俊介、岡田竜馬、竹原浩成、須永圭紀、春田牧人、田代洋行、太田淳、笹川清隆
奈良先端科学技術大学院大学
本研究では、小動物脳内に埋植可能な生体埋植イメージングデバイスにおいて、小型かつ低消費電力な特性を維持しつつ、高ダイナミックレンジ(HDR)化を実現するイメージセンサを設計した。このイメージセンサでは、非破壊読み出し動作により、露光時間の異なる画像を連続的に取得する。取得した複数枚の画像から画像再合成を行うことにより HDR 化を実現し、撮像面内で輝度差がある場合でも、高信号対雑音比での撮像を可能とした。

P-19

超高強度レーザー照射実験用ナノワイヤーアレイの作成手法開発とそのレーザー照射実験への適用
田中大裕 ¹ 、澤田寛 ² 、中辻千陽 ¹ 、松浦壮汰 ¹ 、佐藤匠 ¹ 、西井一郎 ¹ 、本多拓也 ¹ 、堀本駿 ¹ 、染川智弘 ³ 、藪内俊毅 ^{4,5} 、宮西宏併 ⁵ 、犬伏雄一 ^{4,5} 、千徳靖彦 ¹ 、清水智弘 ⁶ 、新宮原正三 ⁶ 、山ノ井航平 ¹
¹ 阪大レーザー研、 ² ネバダ大学リノ校、 ³ レーザー総研、 ⁴ 高輝度光科学研究センター、 ⁵ 理化学研究所 放射光科学研究センター、 ⁶ 関西大理工学研究科
レーザー生成プラズマは慣性核融合や粒子加速などの様々な応用先へと展開されており、精力的に研究されている。特にレーザーエネルギーのプラズマへの変換効率向上は重要な課題であり、様々なアプローチが提案されてきた。その中でもナノワイヤーアレイというナノ構造体に対して超高強度レーザーを照射する手法がある。本講演ではレーザー照射実験用ナノワイヤーアレイの開発手法の詳細と、同試料のレーザー照射実験への適用結果について報告する。

P-20

多層膜装荷によるグレーティングカップラの高効率化
美馬 由佳 ¹ 、小澤 桂介 ¹ 、井上 純一 ¹ 、金高 健二 ² 、裏 升吾 ¹
¹ 京都工芸繊維大学、 ² 産業技術総合研究所
グレーティングカップラ(GC)上部への反射層追加による上方出力効率の改善を検討している。導波光の上方回折光の一部が反射層により反射され、下方回折光と干渉する。これらが逆位相になるように反射層の膜厚を決定する。SOI 基板上の GC に 1.5 対の Si-N/SiO ₂ 層を装荷した構造を検討し、波長 1550 nm で放射角 10°、深さ 10 nm の GC を設計した。装荷のない構造と比較し、全回折光に対する上方出力比の 30%向上が見積もられた。

P-21

有機薄膜太陽電池の電子物性に対する添加剤の効果
竹中 勇太 ¹ 、永瀬 隆 ^{1,2} 、内藤 裕義 ^{1,2,3} 、小林 隆史 ^{1,2}
¹ 大阪公大院工、 ² 大阪公大分子エレクトロニックデバイス研、 ³ 立命館大学 半導体応用研究センター
有機薄膜太陽電池 (OPV) は半導体層の製膜時に添加剤を加えると変換効率が向上することが広く知られているが、この原因として相反する 2 つのモデルが提唱されている。すなわち、ドナー材料とアクセプター材料の相分離の促進と抑制である。本研究では、PBDB-T:ITIC を用いた順構造と逆構造の OPV を作製し、太陽電池特性やドリフト移動度を含む電子物性を調べ、添加剤が及ぼす効果について調べた。その結果、相分離の抑制が強く示唆される結果を得た。

P-22

TaO _x /TaS ₂ ヘテロ構造を用いた MoS ₂ 浮遊ゲート FET の作製
佐橋悠太郎 ¹ 、稲田貢 ¹ 、上野啓司 ² 、山本真人 ¹
¹ 関西大院理工、 ² 埼玉大院理工
浮遊ゲート FET は、半導体チャネル、トンネル絶縁層、浮遊ゲート、ゲート絶縁層、コントロールゲートの積層構造からなる汎用的な不揮発性メモリである。近年、原子レベルに薄く表面にダングリングボンドを持たない二次元材料を浮遊ゲート FET に応用することで、既存のシリコン FET を超える高速・安定動作を実現できると注目されている。本研究では、導電性の二次元層状物質である TaS ₂ をオゾン酸化することによって得られた TaO _x /TaS ₂ ヘテロ構造を利用することで浮遊ゲート FET の作製を試みた。

P-23

主成分分析による窒化インジウムガリウム量子井戸構造のカソードルミネッセンススペクトルイメージング解析
福隆之介 ¹ 、赤瀬善太郎 ^{2,1} 、岩満一功 ^{1,2} 、富谷茂隆 ^{2,1}
¹ 奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学領域、 ² データ駆動型サイエンス創造センター
窒化インジウムガリウム (InGaN) は、インジウム組成比を調整することで紫外から赤外までの広い波長域の発光が可能であり、LED など発光デバイスに用いられている。一方で、In 分布の不均一性や結晶欠陥に起因する局所的な発光特性のばらつきが課題となっている。本研究では、InGaN 量子井戸構造に対してカソードルミネッセンススペクトルイメージング (CL-SI) 測定を実施し、主成分分析により空間的な発光変化の可視化を試みた。その結果について報告する。

P-24

固体電子系計算に向けた量子回路シミュレータ開発

山内 一馬¹、植本 光治¹、小野 倫也¹

¹神戸大学大学院工学研究科

量子コンピュータの実用化には、量子ビットのノイズやエラー耐性といったハードウェア上の課題が伴う。これを克服する手段として、古典コンピュータ上での量子計算シミュレーションが重要視されている。本研究では、Fortran を用いて独自の量子計算シミュレータを開発し、量子位相推定法および HHL アルゴリズムを実装した。さらに、シミュレータを用いてグラフェンのエネルギー固有値の計算を行い、その有効性を検証した。

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。

(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) 研究開発本部

住友電気工業 (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

ブルカージャパン (株)

三菱電機 (株) 先端技術総合研究所

(株) 村田製作所

ローム (株)

(2025 年 5 月現在、50 音順)