

応用物理学会関西支部

2021 年度 第 2 回講演会

昭和から令和までを橋架けた
応用物理学における金字塔とその今
～ノーベル賞から広がる最先端の研究～

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

日 時：2021 年 10 月 15 日（金）13:00～17:45

形 式：オンライン

プログラム

第一部：講演の部

- 13:00～13:10 開会の辞 : 小林 慶裕 (支部長、大阪大学)
- 13:10～13:40 招待講演 1 : 藤田 克昌 (大阪大学)
「超解像蛍光顕微鏡」
- 13:40～14:10 招待講演 2 : 赤井 恵 (大阪大学)
「有機マテリアルが拓くニューロモルフィック科学」
- 14:10～14:40 招待講演 3 : 石川 正司 (関西大学)
「先進材料による二次電池とその宇宙・航空への応用」
- 14:40～14:45 休憩
- 14:45～15:15 招待講演 4 : 西田 陽亮 (ローム株式会社)
「共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ素子とその応用」
- 15:15～15:45 招待講演 5 : 梶山 康一 (株式会社ブイ・テクノロジー)
「Micro LED Display の製造技術の現状」
- 15:45～16:10 休憩 ポスター発表準備

第二部：ポスター発表の部

16:10～17:40 ポスター発表

P-01 雨粒のダイナミクス計測可能なフレキシブルセンサの開発

若林 聖史¹、有江 隆之¹、秋田 成司¹、中嶋 浩平²、竹井 邦晴¹

¹大阪府立大学、²東京大学

P-02 断面積拡大一段プライムムーバを用いた低温駆動に向けての基礎検討

堀 翔馬 坂本 眞一 宇治野勝幸

滋賀県立大学

P-03 熱電性能向上に向けたエピタキシャル $\text{Ca}(\text{SiGeSn})_2$ ナノシートの開発

小島 幹央¹、寺田 吏¹、石部 貴史¹、中村 芳明¹

¹ 阪大院基礎工

P-04 GeTe 熱電材料における Ge, Sn 含有量と熱電特性の関係

(M1)瀧川 将¹、石部 貴史¹、大石 佑治²、中村 芳明¹

¹ 大阪大学大学院基礎工学研究科、² 大阪大学大学院工学研究科

P-05 アモルファス SiGe 系超格子におけるフォノン輸送物理

伊藤 純也¹、石部 貴史¹、中村 芳明¹

¹ 大阪大学

P-06 Dirac band を有するエピタキシャル $\epsilon\text{-CoSi/Si}$ の作製とその熱電特性

石垣 信太郎¹、石部 貴史¹、中村 芳明¹

¹ 阪大院基礎工

P-07 第一原理計算に基づく GaAs 表面における 1 次過程光電子放出強度の評価の理論的検証

大内 涼雅¹、草部 浩一²

¹ 大阪大学基礎工学研究科物質創成専攻未来物質領域、² 兵庫県立大学理学研究科

P-08 光インプリント法と金属の斜め蒸着法による赤外用偏光子の作製と評価

園田祐生¹、山田逸成¹

¹ 摂南大学理工

P-09 ゴルゲル法を利用したジルコニア膜の成膜と赤外評価

村松泰雅¹、山田逸成¹

¹ 摂南大学理工

P-10 VO_2 構造相転移を駆動するナノスケール歪みの可視化

蘆田 湧一¹、石部 貴史¹、成瀬 延康²、楊 金峰³、中村 芳明¹

¹ 大阪大学基礎工学研究科、² 滋賀医科大学、³ 大阪大学産業科学研究所

P-11 干渉露光法とインプリント法を用いて作製したシリコン格子と評価

西川剛¹、山田逸成¹

¹ 摂南大学理工

- P-12 光学的に結合したシリコンナノ粒子配列構造の Mie 共鳴特性
根来 英利¹、杉本 泰^{1,2}、藤井 稔¹
¹神戸大院工、²JST さきがけ
- P-13 Si の異方性アルカリエッチングを利用した赤外用ワイヤグリッド偏光子の作製と評価
竹嶋一生¹、山田逸成¹
¹摂南大学理工
- P-14 Au/NiO 触媒によるアリルアルコール異性化反応における担体表面効果に関する理論研究
藤丸 航志^{1,2}、奥村 光隆^{1,3}、多田 幸平²、徳永 信⁴
¹大阪大学、²産業技術総合研究所、³京大 ESICB、⁴九州大学
- P-15 柔らかい触覚圧力センサの開発
李 艶鵬¹、若林 聖史、¹有江 隆之¹、秋田 成司¹、竹井 邦晴¹
¹大阪府立大学
- P-16 隣接導波路に高効率出力するシリコンラマンレーザの設計
齋藤 雄樹¹、高橋 和¹
¹大阪府大院工
- P-17 シリコンラマンレーザを用いた帯電ガスの検出
高橋 友基¹、高橋 和¹
¹大阪府大院工
- P-18 ペロブスカイト太陽電池への Cu、Na、EA の同時添加効果
奥村吏来¹、浅川由悟¹、寺田周平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
¹滋賀県大工、²大阪ガスケミカル
- P-19 CH₃NH₃PbI₃ ペロブスカイト化合物への GA 添加効果
小野 伊織¹、浅川 由悟¹、寺田 周平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
¹滋賀県立大学工学部、²大阪ガスケミカル株式会社

P-20 シリコンメタサーフェスによる分子のスピンの反転励起増強

長谷部 宏明¹、杉本 泰^{1,3}、古山 溪行^{2,3}、藤井 稔¹

¹神戸大学、²金沢大学、³JST さきがけ

P-21 シリコンメタサーフェスの吸収増強を利用した近赤外狭帯域光検出

森朝 啓介¹、長谷部 宏明¹、杉本 泰¹、藤井 稔¹

¹神戸大工

P-22 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ペロブスカイト化合物への Cu 及び GA, K 添加効果

榎本 彩佑¹、浅川 由悟¹、寺田 周平¹、北川 楓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

¹滋賀県立大学工学部、²大阪ガスケミカル株式会社

P-23 希土類元素導入ペロブスカイト系太陽電池の第一原理計算による材料設計と実験的検証

鈴木 厚志¹、岸本杏人¹、奥 健夫¹、大北正信²、南聡史²、福西佐季子²、立川友晴²

¹滋賀県大工、²大阪ガスケミカル

P-24 光ゲート効果を用いたグラフェン光センサにおける電子-フォノン散乱の影響に関する理論解析

相田 晋吾、相馬 聡文

神戸大学

P-25 三角形メッシュを用いた微粒子挙動解析用静電粒子コードの開発とそれによるイオンシース形成シミュレーション

廣 大輔¹、田口 俊弘²、高山 大輔¹、井上 雅彦¹

¹ 摂南大学大学院理工学研究科生産開発工学専攻

² 日本原子力研究開発機構

P-26 低周波オフセット変調法を用いた RF 放電プラズマ中微粒子の質量電荷比とシース幅の評価

高山 大輔¹、廣 大輔¹、朴 商云²、唐木 裕馬³、井上 雅彦¹、田口 俊弘⁴

¹ 摂南大学大学院理工学研究科生産開発工学科専攻

² 摂南大学大学院理工学研究科創生工学専攻

³ 奈良先端科学技術大学院大学

⁴ 日本原子力研究開発機構

P-27 異形開口型金属メッシュを用いたテラヘルツ・マイクロアレイセンシング

柴田一輝¹、日野優太¹、井上美香¹、菜嶋茂喜¹、
近藤孝志²、神波誠治²、鈴木哲仁³、小川雄一³
¹阪市大院工、²村田製作所、³京大院農

P-28 有機半導体から成るマイクロ共振器 2 次元アレイの長距離モード結合とその制御性

亀田 章弘¹、下元 純¹、田島 裕之¹、山田 順一¹、横松 得滋²、前中 一介²、小簗 剛¹
¹兵庫県立大学大学院 理学研究科²、兵庫県立大学大学院 工学研究科

P-29 EA 及び Rb 添加したペロブスカイト太陽電池の光起電力特性評価

高田 奎之心¹、寺田 周平¹、浅川 由悟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
¹滋賀県立大学工学部、²大阪ガスケミカル株式会社

P-30 ペロブスカイト太陽電池へのポリシラン層添加効果

水野慎一郎¹、浅川由悟¹、寺田周平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
¹滋賀県大工、²大阪ガスケミカル

P-31 バイオセンサ応用に向けたカーボンナノチューブ電界効果トランジスタの動作安定性におけるグラフェン被覆効果

前川 愛佳¹、王 夢玥¹、周 詠凱¹、井ノ上 泰輝¹、根岸 良太²、小林 慶裕¹
¹大阪大学大学院工学研究科 物理学系専攻 応用物理学コース
²東洋大学 理工学部電気電子情報工学科

P-32 分子インプリント電界紡糸酸化チタン光触媒による色素分解における鋳型効果

前田 知樹¹、木原 義喜¹、曲 琛¹、岡崎 豊¹、蜂谷 寛¹、佐川 尚¹
¹京大院エネ

P-33 架橋構造による MoS₂ 光活性化ガスセンサの電流特性の改善

稲生 亮太¹、後藤 大志¹、久保 理¹、田畑 博史¹、片山 光浩¹、
¹阪大院工

- P-34 塗布法による有機半導体薄膜の製膜において 2 度塗りした際の薄膜形成メカニズム
近藤隆介、濱田拓巳、服部吉晃、北村雅季
神戸大学大学院工学研究科

- P-35 CNT 添加した 3 次元積層グラフェン膜の創製
戸田 和輝¹、堤 一郎¹、井ノ上 泰輝¹、仁科 勇太²、小林 慶裕¹
¹大阪大学 大学院工学研究科 応用物理学コース、²岡山大学 異分野融合先端研究コア

- P-36 疎水性単分子膜を修飾した基板上への塗布法を用いた有機半導体薄膜形成技術
濱田拓巳、井上聡、服部吉晃、北村雅季
神戸大学大学院工学研究科

- P-37 ヘテロ接合型低群速度・低分散フォトニック結晶導波路を用いた高効率テラヘルツ波発生
の検討
小山 陽太¹、尾崎 信彦¹、小田 久哉²、池田 直樹³、杉本 喜正³
¹和歌山大、²千歳科技大、³物材機構

- P-38 1 ミクロン帯広帯域発光 InGaAs 薄膜の作製と評価
祝出 航佑、尾崎 信彦
和歌山大シス工

- P-39 Synthesis of aligned carbon nanotube from nanodiamond seeds by kite-growth mechanism
Yuanjia Liu¹, Michiharu Arifuku², Noriko Kiyoyanagi²,
Masamitsu Satake², Taiki Inoue¹, Yoshihiro Kobayashi¹
Osaka University¹, Nippon Kayaku²

- P-40 AlN バッファ層を用いたグラフェン/SiC 基板上における GaN 成長
福家 聖也¹、佐々木 拓生²、川合 良知¹、日比野 浩樹¹
¹関西学院大学、²QST

17:40~17:45 閉会の辞

招待講演要旨

Invited Talk Abstract

超解像蛍光顕微鏡

Super-resolution fluorescence microscopy

阪大院工¹, 産総研-阪大 PhotoBIO-OIL² ○藤田 克昌^{1,2}

Osaka Univ.¹, AIST-Osaka Univ PhotoBIO-OIL, °Katsumasa Fujita^{1,2}

E-mail: fujita@ap.eng.osaka-u.ac.jp

超解像顕微鏡は、従来の光学顕微鏡の限界を超える空間分解能をもつ顕微鏡として知られている[1,2]。従来の光学顕微鏡の空間分解能は波長の半分程度が限界とされてきたが、超解像顕微鏡は光と試料内の物質との相互作用を利用してこの限界を超える。そのため、超解像顕微鏡は、特に、試料の発光を利用して観察する蛍光観察において発展している。蛍光顕微鏡は、広視野顕微鏡とレーザー走査顕微鏡の2つに大別されるが、そのどちらにおいても超解像観察が可能である。

広視野顕微鏡では、レンズにより試料の発光を結像し、カメラ等により記録する。この場合、試料に含まれる蛍光分子の発光はボケたスポットとして同時に結像されるため、蛍光分子の細かな空間分布は確認できない。このボケに影響されない観察を可能とするため、各蛍光分子からの発光を時間的に分離して結像する超解像法が知られている。これを利用した顕微鏡は局在化顕微鏡 (PALM/STORM) として知られており、数十ナノメートルの空間分解能を従来の蛍光顕微鏡の光学系により達成する。また、縞状の光パターンにより試料を照明する構造化照明顕微鏡も超解像顕微鏡のひとつである。縞状パターン照明により試料構造の空間周波数をシフトさせ、光学系での結像を可能とする。これらのどちらも複数の画像を取得し、それを元に高解像度な試料の像を構成する。

レーザー走査型顕微鏡は、共焦点顕微鏡に代表されるように、レーザー光を対物レンズにより試料に集光し、その集光点から生じる蛍光強度を測定しながらレーザー焦点を走査することで、試料内の蛍光物質の分布を測定する。この場合、主に、レーザー集光点の大きさが空間分解を決定する。レーザー走査顕微鏡における超解像は、レーザー焦点内の微小部位のみの発光を検出することで達成される。誘導放出を利用してレーザー集光点周辺の蛍光発光を抑制する方法 (STED 法) が良く知られている。この方法ではドーナツ状のレーザーにより誘導放出を起こし、ドーナツの穴の中心でのみ生じる自然放出のみを検出する。これにより蛍光発光の領域を数十ナノメートルにまで狭めることができる。この他にも、2光子励起や励起の飽和等、非線形な励起光と蛍光発光との関係を利用して、蛍光発光の検出範囲を狭める手法も提案されている。

本講演では、上記で述べた蛍光顕微鏡における超解像法の原理と応用、およびこれらの手法を蛍光顕微鏡以外にも拡張した例について紹介する。

参考文献：

1. 藤田克昌, “超解像顕微鏡の原理と展望,” 応用物理, Vol.87, No.3, pp.164-170 (2018).
2. 藤田克昌, “光学顕微鏡の現状および今後の展望,” 精密工学会誌, Vol.86, No.7, pp. 511-514 (2020).

有機材料が拓くニューロモルフィック科学

Organic Material of Great Capabilities toward Neuromorphic Science

阪大理¹, 北大情報² °赤井 恵^{1, 2}Osaka Univ.¹, Hokkaido Univ.², °Megumi Akai-Kasaya^{1, 2}

E-mail: akai@chem.sci.osaka-u.ac.jp, akai@ist.hokudai.ac.jp

ニューロモルフィックとは、脳の神経回路における非線形な電氣的振る舞いを真似、脳の情報処理機能の解明に役立てるとともに、効率のよい情報処理システムを構築しようとする考え方である。神経細胞ニューロンは 1906 年にノーベル生理学・医学賞を受賞したカハールによって見いだされ、シナプスの発見に対し 1932 年、活動電位をもたらすイオン機構の発見に 1963 年、イオンチャネルの実証に 1991 年、情報伝達機構に 2000 年と、次々とそのしくみが明らかとなっており、それぞれの功績にノーベル生理学・医学賞が送られてきた。しかしながら我々の科学技術によって作られた機械やシステムでは、その複雑な脳神経細胞の情報伝達機能の一部を再現することは未だ困難である。一方で人工知能として用いられるニューラルネットワークはこの神経細胞回路ネットワークを究極に単純化したモデルである。

神経細胞を形創っているのは有機材料である。生体神経細胞の機構を真似ることはまだ叶わないが、本研究では有機材料特有の特性を利用し、神経細胞の機能および人工ニューラルネットワークの機能を再現することに挑戦している。

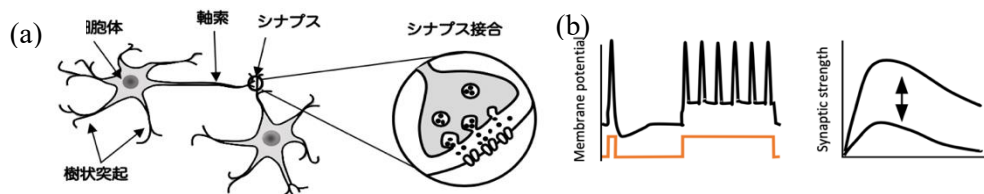


図 1 (a) 生体神経細胞の模式図、(b) ニューロン発火及びシナプス可塑性の例

電気を流す有機物である導電性ポリマーの発見もまた 2000 年白川博士のノーベル化学賞をもたらした。導電性ポリマーは指向性の高い重合反応として、まるで神経細胞ニューロンのように溶液内の自由空間をワイヤー状に成長し、その導電性を変化させ保持する「不揮発性の抵抗変化メモリ」として機能する^{1,4}。本研究では導電性ポリマーを学習させ、ニューラルネットワークを構築している。また分子とカーボンナノチューブから構成される乱雑ネットワークがニューロンの発火信号に類似した自発的スパイク信号を発生する。分子には神経細胞に良くみられる確率的な揺らぎや雑音に満ちており、これらのアナロジーをニューロモルフィック研究に活用される可能性を模索している^{2,3}。

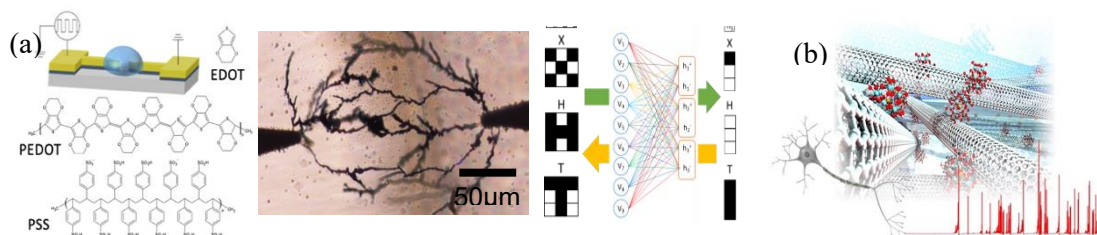


図 2 (a) 導電性高分子ニューラルネットワーク学習制御、(b) 分子ネットワークからのスパイク発生

- 1) Akai-Kasaya M., et. al., J. J. Appl. Phys., 59, 60601 (2020), 2) 赤井 恵, 表面と真空, 62, 356 (2019), 3) Tanaka H., Akai-Kasaya M., et. al., Nature Commu. 9, 2693 (2018), 4) 赤井 恵, 高分子, 67, 192 (2018).

先進材料による二次電池とその宇宙・航空への応用

Rechargeable Batteries based on Advanced Materials and their Application to Space and Aviation

関西大 化学生命工 石川 正司

Kansai Univ., Masashi Ishikawa

E-mail: masaishi@kansai-u.ac.jp

電解液あるいは電解質は、蓄電池の作動電圧、パワー特性を決定する重要材料因子である。本講演では電解液として特異な特性を有する「イオン液体電解液」と、その応用である「イオン液体蓄電池」について紹介する¹⁻³⁾。実際、演者らが地球周回軌道上で人工衛星搭載の運用テストを実施しており、関西大発ベンチャーからロケット制御電源としても JAXA に納入を続けており、地球外電源システムとしてイオン液体電池が期待されている。

この電池で使用したイオン液体は極めて低蒸気圧であり、高真空下でも安定に存在できる。したがって、宇宙を想定した極限環境下での利用が可能なりチウムイオン (Li-ion) 電池として演者らが開発した経緯がある。超高真空の宇宙空間でも耐性があることを実証するため、思い切ってラミネート外装のみ、補強を一切しない形で衛星に搭載した。地上試験を経て、東京大開発の小型衛星「ほどよし 3 号機」に搭載し、2014 年 6 月に、ロシアから打ち上げた。この電池は地球周回軌道上にあり、宇宙空間での充放電テストが可能であり、



図 人工衛星搭載のラミネート外装イオン液体 Li-ion 電池と制御モジュール(後の黒 block)。

軌道上で世界初のイオン液体電池の作動に 2014 年 8 月に成功した。このように宇宙空間で、アルミラミネート外装のみの軽量蓄電池が機能し得ることが実証できた⁴⁾。図にはこの電池の外観を示しており、直列に配された 2 つのイオン液体 Li-ion 電池となっている。アルミラミネート外装のみで高放射線、超高真空の宇宙空間においても抵抗増加が一切起こらないことが確認できている。電解液にイオン液体採用でエネルギー密度が高い構成で宇宙用の電池が実現できる。さらに最近では JAXA の衛星打ち上げロケット SS-520-5 の制御用電源として、このイオン液体電池が採用されている。このように無溶媒のイオン液体リチウム二次電池は極限環境での信頼性がますます期待され、宇宙基地での電源も想定した開発を継続している。

本開発で JAXA 曾根博士、羽生博士、久木田博士、内藤博士、嶋田博士、東大 中須賀教授、(株)アイ・エレクトロライト 阿部 COO、河野顧問、石古氏、副田博士、高橋博士、関大 松井研究員のご尽力に謝意を表する。

1) M. Ishikawa et al., *J. Power Sources*, **162** (2006) 658; 2) Y. Matsui et al., *Electrochemistry*, **80** (2012) 808;

3) <https://doi.org/10.5796/electrochemistry.21-00075>; 4) M. Ishikawa et al., *Electrochemistry*, **83** (2015) 918.

共鳴トンネルダイオードを用いたテラヘルツ素子とその応用 Terahertz Devices using Resonant-Tunneling Diodes and their Applications

西田陽亮*, 鶴田一魁, 向井俊和

ROHM Co., Ltd.

*E-mail: yosuke.nishida@dsn.rohm.co.jp

電波と光の中間の周波数の電磁波であるテラヘルツ波 (0.1~10 THz) は、透過イメージングや分光分析、超高速無線通信等の幅広い応用が期待できる[1]。一方で、実用化に適したデバイス開発が十分に進んでおらず、産業応用は道半ばにある。テラヘルツ帯は電子デバイス、光デバイスの双方にとって極限の動作領域にあたるため、そのデバイス開発は挑戦的である。

近年実用化に向けて研究が盛んに進められているデバイスの一つに、共鳴トンネルダイオード (Resonant-Tunneling Diode : RTD) がある。RTD は、高速な量子トンネル効果によりテラヘルツ帯での動作が可能なデバイスである。RTD に関する研究は、トンネルダイオードの発明で有名なノーベル物理学賞受賞者である江崎玲於奈氏らが 1973 年に提唱した、人工超格子構造に始まる[2]。1984 年にはマイクロ波帯での発振が観測され[3]、以降、多くの研究者により高周波化が行われてきた。現時点では、電子デバイスとして最高の 2 THz に迫る基本波発振が得られている[4]。

このような優れた高周波特性から、我々は RTD に着目している。図 1 にこれまで開発してきたデバイスの一例を示す[5]。0.3 THz 帯に共振周波数を有するアンテナと RTD を集積化することでチップを構成している。パッケージは樹脂製で、テラヘルツ波の放射部には指向性を高めるためのテーパ構造を設けている。サイズはパッケージを含め 4 mm 角、消費電力は 10 mW 程度であり、一般的な電子デバイスと同じように扱うことができる。

本講演では、RTD デバイス開発の詳細に加え、RTD を用いた高速無線通信やイメージング等の各種応用研究例について紹介する。

謝辞

本研究の一部は JST CREST (#JPMJCR1534) の支援を受けた。いつもご議論頂く、大阪大学の永妻忠夫教授、富士田誠之准教授、易利助教に感謝する。

参考文献

- [1] M. Tonouchi, Nat. Photonics. 1 (2007) 97.
- [2] R. Tsu and L. Esaki, Appl. Phys. Lett. 22 (1973) 562.
- [3] T.C.L.G. Sollner *et al.*, Appl. Phys. Lett. 45, (1984) 1319.
- [4] M. Asada and S. Suzuki, Sensors, 21 (2021) 1384.
- [5] K. Tsuruda *et al.*, IEEE Int. Symp. Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), Sept, Hiroshima, 2020.

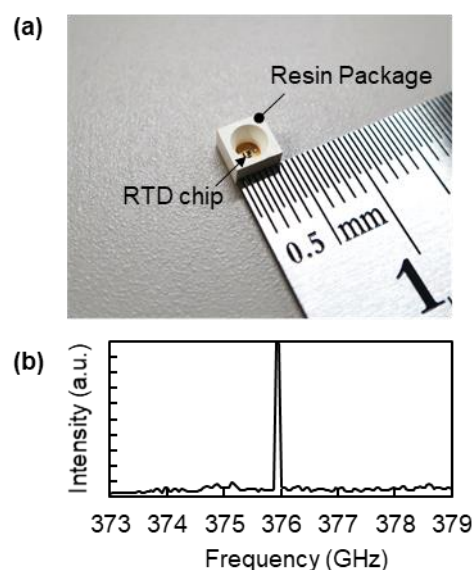


図 1 (a) 開発した 0.3 THz 帯 RTD デバイス
(b) その発振スペクトル

Micro LED Display の製造技術の現状

Development of Mass Production Technologies for Micro LED Display

㈱バイ・テクノロジー¹, 東北大² ○梶山 康一¹, 後藤 哲也²

V-Technology Co., Ltd¹ Tohoku Univ.² ○Koichi Kajiyama¹, Tetsuya Goto²

E-mail: kajiyama@vtec.co.jp tetsuya.goto.b2@tohoku.ac.jp

Micro LED Displayの製造技術の現状と問題点に関して実験例を含め以下について報告します。

- ① Micro LEDチップは、UV,青色、緑色に関してはGaN系で赤色はGaP系のLEDが使用されている。

基本的にはどのLEDも面積単価が高く、Chip Sizeを小さくしてCostの低減を図る必要がある。一方LEDはBackplaneに再配列してBondingしなくてはならず小さいチップの電極サイズではBackplaneとのBondingが困難となり、コストと歩留まりの両方を勘案してチップサイズが決められる。また、改善されているとは言え、小さい赤色LEDは発光効率が不安定になるため大きさに制限が有る。

- ② LLOはディスプレイ作成の主力装置である。 個々のMicro LEDチップを正常な状態でサファイア基板から、BackplaneやCarrier (UV Tape等)に再配列するには、微小なMicro LEDのサイズに合わせて均一な照度分布のレーザ光を数 μm 以下の精度で照射し、更にこの条件で可能な限り高速でレーザをチップにあてる必要がある。今回、開発されたLLO装置では、通常のステージスキャンに加えGalvano Mirror Scanを搭載して、10秒以内で25mm角内の領域の326ppiのLED Chip (約100,000個)をSelective LLOする事を可能にし、かつ99.99%の成功率を達成して、ディスプレイ量産への道を開いたと思われる。サファイア基板からBackplaneやCarrier1基板 (UV-Tape等)へチップを移送するMass-transfer装置としては、平板のプレス方式及びRollで回転する方式でCarrier2 (PDMS等)に移送する2つの方式がプロセスに依って選ばれる。(図2参照)

- ③ LEDチップとBackplaneに固定し電氣的に接続するボンディングに関しては、赤、緑、青の3色LEDを使用する方法が一般的で半田によるボンディングが多く使用されるが、3回のボンディングは面倒な工程となるので、Carrier2への3色LEDのTransfer後に高圧のボンダーでBackplaneにボンディングする。UVのMicro LEDによる蛍光体発光の利点は、安定したGaN系のUV-LEDで一回のLLOとMass-transferでCarrier無しにBackplaneに再配列でき、配列精度が高く歩留まりが高いことが利点である。色変換層は500ppiまで開発済であるが、変換効率が問題点として残っている。(図2参照)

- ④ BackplaneはLTPSのTFTが一般的であるが微小チップの再配列技術が有れば、微小Si-Chipの再配列によるLED駆動も考えられる。この方式はDisplayの多種少量生産に適し、Micro LEDの用途でもある広いダイナミックレンジを安定して実現できる可能性を持っている。(図3参照)

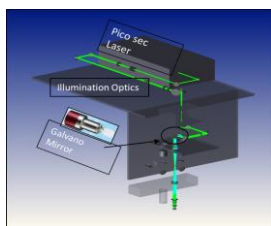


図 1 Galvano Mirror での高速 LLO

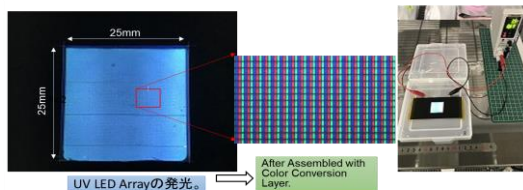


図 2 . 25mm 角 326ppi の UVLED と色変換による点灯 Sample.

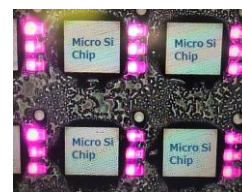


図 3 Micro-Si チップの UV LED 駆動

ポスター発表要旨

Poster Presentation Abstract

P-01

雨粒のダイナミクス計測可能なフレキシブルセンサの開発
若林 聖史 ¹ 、有江 隆之 ¹ 、秋田 成司 ¹ 、中嶋 浩平 ² 、竹井 邦晴 ¹
¹ 大阪府立大学、 ² 東京大学
近年の異常気象から局所的な豪雨などによる被害が多く報告されている。この被害を最大限少なくするには、より局所的な雨の情報を取得し、それを瞬時に共有するシステムが必要である。そこで、本研究では傘などに貼付でき、多数のユーザーから局所データの取得を可能にするフレキシブル雨量センサを提案する。特に雨粒の体積の違いによって生じるダイナミクスの情報から雨粒の体積を識別・予測することに成功したので報告する。

P-02

断面積拡大一段プライムムーバを用いた低温駆動に向けての基礎検討
堀 翔馬 坂本 眞一 宇治野勝幸
滋賀県立大学
熱音響システムは未利用熱源を利用したシステムであり、断面積を局所的に急拡大することにより、低温駆動が期待される。安定性解析による駆動可能温度の計算結果と測定結果の比較を行なった。FFT アナライザと圧力センサを用いて管内の音場を 2 センサ方によって算出した。圧力変動と粒子速度の位相差は $\pm 90^\circ$ となり、管内音波の定在波化が確認できた。断面積が急拡大したことによるシステムへの影響について検討を行なった。

P-03

熱電性能向上に向けた エピタキシャル $\text{Ca}(\text{SiGeSn})_2$ ナノシートの開発
小島 幹央 ¹ 、寺田 吏 ¹ 、石部 貴史 ¹ 、中村 芳明 ¹
¹ 阪大院基礎工
近年、高い熱電性能をもつ材料として、層状物質が注目されている。これまで我々は、Si 二次元原子層を有する CaSi_2 が高熱電出力因子を示すことを発見した。さらなる熱電性能の向上には、異種元素の導入によるフェルミレベル制御や熱伝導率低減が有効である。そこで、本研究では Si 二次元原子層を Ge や Sn 原子で置換した $\text{Ca}(\text{SiGeSn})_2$ ナノシートを形成した。本発表では、 $\text{Ca}(\text{SiGeSn})_2$ ナノシートの構造およびその成長機構について述べる。

P-04

GeTe 熱電材料における Ge, Sn 含有量と熱電特性の関係
(M1)瀧川 将 ¹ 、石部 貴史 ¹ 、大石 佑治 ² 、中村 芳明 ¹
¹ 大阪大学大学院基礎工学研究科、 ² 大阪大学大学院工学研究科
カルコゲナイド材料の 1 つである GeTe は、有望な熱電材料として注目されている。しかし、GeTe では Ge 空孔に伴う過剰キャリアによる出力因子低下、及び高い熱伝導率に課題がある。そこで我々は、過剰 Ge 導入によるキャリア密度調整と Sn 添加による合金フォノン散乱促進によって高熱電出力因子と熱伝導率低減の同時実現を目指した。本発表では、Ge、Sn 含有量調整した GeTe の構造と熱電特性について詳述する。

P-05

アモルファス SiGe 系超格子におけるフォノン輸送物理
伊藤 純也 ¹ 、石部 貴史 ¹ 、中村 芳明 ¹
¹ 大阪大学
現状の材料学的熱制御から脱却するために、ナノ構造の導入により熱伝導率を制御する研究が盛んに行われている。しかしナノスケールでのフォノン輸送メカニズムは、完全には制御、解明されていない。本研究では界面での熱伝導を考察するために、アモルファス超格子の熱伝導率を低温で測定することにより、フォノンの伝搬に近い特徴をもった振動モードである Propagon の Coherent 伝導を観測することを目的とした。

P-06

Dirac band を有するエピタキシャル ϵ -CoSi/Si の作製とその熱電特性
石垣 信太郎 ¹ 、石部 貴史 ¹ 、中村 芳明 ¹
¹ 阪大院基礎工
近年、フェルミレベル近傍に特異なバンド構造を有する ϵ -CoSi が注目されている。この材料では、Dirac 電子由来の高電気伝導率、および電子-フォノン相互作用によるゼーベック係数増大が同時に成立すると理論予測されている。しかし、実験的にこれらを実証した例はない。また、単結晶 ϵ -CoSi 薄膜の成長方法も未確立である。本研究では、 ϵ -CoSi 薄膜のエピタキシャル成長法の確立とその熱電特性を明らかにすることを目的とした。

P-07

第一原理計算に基づく GaAs 表面における 1 次過程光電子放出強度の評価の理論的検証
大内 涼雅 ¹ 、草部 浩一 ²
¹ 大阪大学基礎工学研究科物質創成専攻未来物質領域、 ² 兵庫県立大学理学研究科
最近、ポンプ光により励起された電子・正孔系が存在する半導体表面における伝導帯電子からの 1 次光電子放出過程が CDC-PEEM という新たな実験手法により実空間で観察されるようになってきた。ドープされた半導体表面を対象とした実験で数 eV のポンプ光を照射すると正孔寿命が延びることが確認された。本研究の目的は現象の理論的記述を通して正孔寿命を理解することであり、仕事関数やワニエ関数等を決定し最小限のモデルを構築して実験を説明する。

P-08

光インプリント法と金属の斜め蒸着法による赤外用偏光子の作製と評価
園田祐生 ¹ 、山田逸成 ¹
¹ 摂南大学理工
簡易に転写可能な紫外線硬化樹脂へのインプリントと金属の斜め蒸着、そして高湿度条件における樹脂と基板の剥離により、赤外用ワイヤグリッド偏光子を作製した。干渉露光法とドライエッチング法により、格子周期 400nm の格子構造を形成した SiC 基板をモールドとして、紫外線硬化樹脂への構造転写、斜め蒸着法で Au を試料表面に成膜した。この試料を高湿度下において、基板から Au 格子フィルムを剥離して赤外用偏光子の作製・評価を行った。

P-09

ゾルゲル法を利用したジルコニア膜の成膜と赤外評価
村松泰雅 ¹ 、山田逸成 ¹
¹ 摂南大学理工
Si 基板は表面反射損失が大きく理論上 50%程度にすぎない。特に赤外域で反射損失を抑えるために、反射防止膜を適用されるが、成膜に真空蒸着装置が用いられる。本研究ではより簡易で安価に成膜できるゾルゲル法とスピncコート法を用いて、Si 基板へのジルコニア膜の成膜を行い、赤外域の透過特性を調べた。Si 基板にゾルゲル法とスピncコート法、焼成を繰り返す重ね塗りによるジルコニア膜の厚膜化を行った結果、7 度の重ね塗りを行うことで膜厚 0.88 μm のジルコニア膜が得られ、赤外域において透過率の増加が確認された。

P-10

VO ₂ 構造相転移を駆動するナノスケール歪みの可視化
蘆田 湧一 ¹ 、石部 貴史 ¹ 、成瀬 延康 ² 、楊 金峰 ³ 、中村 芳明 ¹
¹ 大阪大学基礎工学研究科、 ² 滋賀医科大学、 ³ 大阪大学産業科学研究所
室温近傍で絶縁-金属相転移を起こす二酸化バナジウム(VO ₂)の熱相転移過程の機構解明が必要とされている。本研究では、高分解能 TEM 観察及び GPA(Geometric Phase Analysis)を用いてナノスケールでの歪み分布変化の可視化を試みた。その結果、構造相転移は、ドメイン境界や基板薄膜界面からではなく、これらの境界、界面から約 5~10 nm 以上離れた領域から駆動されることが分かった。

P-11

干渉露光法とインプリント法を用いて作製したシリコン格子と評価
西川剛 ¹ 、山田逸成 ¹
¹ 摂南大学理工
シリコン樹脂の優れた離型性、伸縮性、透明性に注目し、インプリントによる微細周期構造の形成を行い、光学デバイスの作製を行った。本研究では、二光束干渉露光でパターンニングしたフォトレジストモールドを用い、硬化剤と混合したシリコンオイルを流し込み、室温で放置・硬化後、フォトレジストモールドから離型してシリコン格子を作製した。結果として、格子周期 1μm、格子深さは 0.43 μm のシリコン格子を形成することができた。

P-12

光学的に結合したシリコンナノ粒子配列構造の Mie 共鳴特性
根来 英利 ¹ 、杉本 泰 ^{1,2} 、藤井 稔 ¹
¹ 神戸大院工、 ² JST さきがけ
シリコンナノ粒子は Mie 共鳴を示し、その配列構造は個々の共鳴の光学的な結合によって、粒子間での電場・磁場増強や散乱指向性、導波モードの形成など興味深い特性を示す。一方、電子ビーム描画などの従来の方法では、粒子間距離の制約などによりこのような特性を最大限利用できなかった。本研究では自己集積法を用いることで、上記の制約を克服したシリコンナノ粒子配列構造を作製する技術を開発した。発表では、実験・シミュレーションにより、本構造の有用性を議論する。

P-13

Si の異方性アルカリエッチングを利用した赤外用ワイヤグリッド偏光子の作製と評価
竹嶋一生 ¹ 、山田逸成 ¹
¹ 摂南大学理工
Si の異方性アルカリエッチングを利用して、狭周期格子構造の形成、および赤外用ワイヤグリッド偏光子の作製を試みた。{110}面の Si 基板に Si 酸化膜を形成後、エッチング速度が遅い {111}面が格子の壁面となるように、干渉露光法を用いて、レジスト格子を形成した。HF 水溶液、KOH 水溶液の順で浸漬し、酸化膜と Si を選択的にエッチングした結果、周期 1 μ m の格子構造を形成することができた。真空蒸着法によって、Al 格子を形成し赤外用偏光子の作製を行った。

P-14

Au/NiO 触媒によるアリルアルコール異性化反応における担体表面効果に関する理論研究
藤丸 航志 ^{1,2} 、奥村 光隆 ^{1,3} 、多田 幸平 ² 、徳永 信 ⁴
¹ 大阪大学、 ² 産業技術総合研究所、 ³ 京大 ESICB、 ⁴ 九州大学
アリルアルコール異性化に高い活性と選択性を示す Au クラスター/NiO 触媒について、密度汎関数理論による検討を行った。当反応は、Au クラスターのみでは水素脱離が起こらず進行しない。つまり、担体である NiO 表面との相互作用が水素脱離に重要な役割を持つ。当研究は、その担体効果を解明することを目的としており、担体部の Ni 欠損で誘起される表面塩基性向上によって、水素脱離が有利に進行できるようになることを明らかにした。

P-15

柔らかい触覚圧力センサの開発
李 艶鵬 ¹ 、若林 聖史、 ¹ 有江 隆之 ¹ 、秋田 成司 ¹ 、竹井 邦晴 ¹
¹ 大阪府立大学
フレキシブル触覚圧力センサは、人とのインタラクションにおいて非常に優れていることから、医療・介護、自然災害における、ロボットの触覚力センシング応用に期待されている。しかしながら、伸縮性と柔軟性を同時に兼ね備えた柔らかい触覚圧力センサに関する研究報告はまだあまりない。そこで、本研究では柔らかい Eco-flex 基板を用いて、伸縮性と柔軟性を実現した触覚圧力センサの構造を提案する。本発表では、そのリアルタイム触覚圧力計測に成功したので報告する。

P-16

隣接導波路に高効率出力するシリコンラマンレーザの設計

齋藤 雄樹¹、高橋 和¹¹大阪府大院工

我々は、高 Q 値ナノ共振器を用いたシリコンラマンレーザを開発してきた。本デバイスの更なる応用に向け、励起効率を向上すること、ラマンレーザ光を面内方向に取り出すことが重要である。単一共振モードに対する励起効率向上と面内出射は実証されている。一方、ラマンレーザのように 2 つの共振モードを用いて波長変換を伴う場合では理論検討が不足している。今回、モード結合理論を用いて、高効率に面内出射するラマンレーザ構造を検討したので報告する。

P-17

シリコンラマンレーザを用いた帯電ガスの検出

高橋 友基¹、高橋 和¹¹大阪府大院工

我々はナノ共振器シリコンラマンレーザを用いた有望な応用先を探してきた。今回、帯電ガスをナノ共振器に照射すると、レーザ発振が停止することを発見した。これは帯電ガスがシリコンナノ共振器に付着することで、キャリアを受け渡すことにより、自由キャリア吸収損失が生じるためである。帯電ガスの検出は、正負の両方で再現可能であることを確認している。これらの結果は、シリコンラマンレーザが帯電ガスを高空間分解能で検出するのに有用であることを示している。

P-18

ペロブスカイト太陽電池への Cu、Na、EA の同時添加効果

奥村吏来¹、浅川由悟¹、寺田周平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²¹滋賀県大工、²大阪ガスケミカル

ペロブスカイト太陽電池は、次世代の新規太陽電池材料として期待が寄せられている。先行研究では、ペロブスカイト前駆体溶液への塩化ナトリウムと臭化銅の添加により光電変換特性が向上したと報告されている。また、一般的なペロブスカイト太陽電池材料である MAPbI₃ の MA を EA で置換することにより、結晶の安定性の向上が第一原理計算により示されている。そこで本研究では、ペロブスカイト前駆体溶液に Cu、Na、EA を添加することで、変換効率および耐久性を向上させることを目的とした。

P-19

CH ₃ NH ₃ PbI ₃ ペロブスカイト化合物への GA 添加効果
小野 伊織 ¹ 、浅川 由悟 ¹ 、寺田 周平 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
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高い変換効率を有する太陽電池として知られているが、長期安定性に課題がある。近年ではペロブスカイト結晶に異種元素を添加し、各元素を置換することで安定性や光起電力特性などが改善されると報告されている。本研究では CH ₃ NH ₃ ⁺ 位置に CH ₃ NH ₃ よりイオン半径の大きいグアニジニウム[(NH ₂) ₃ ⁺](GA)を添加することで、光電変換特性や長期安定性の改善を試みた。また、量子化学計算により GA 添加効果についても検討したので報告する。

P-20

シリコンメタサーフェスによる分子のスピン反転励起増強
長谷部 宏明 ¹ 、杉本 泰 ^{1,3} 、古山 溪行 ^{2,3} 、藤井 稔 ¹
¹ 神戸大学、 ² 金沢大学、 ³ JST さきがけ
分子の光吸収において、基底状態 (S ₀) から励起三重項状態 (T ₁) への光学遷移はスピン禁制遷移であるため、その吸収強度は著しく小さい。本研究では、シリコンナノディスクアレイに誘起されるトロイダル双極子共鳴による増強磁場に着目し、分子の光励起における磁気双極子遷移を大幅に増大する。これにより、スピン反転励起 (S ₀ →T ₁) の増強を実証する。

P-21

シリコンメタサーフェスの吸収増強を利用した近赤外狭帯域光検出
森朝 啓介 ¹ 、長谷部 宏明 ¹ 、杉本 泰 ¹ 、藤井 稔 ¹
¹ 神戸大工
シリコンナノディスクを六方格子状に配列したアレイ構造において、近赤外領域でトロイダル双極子共鳴に由来する狭帯域な吸収増強が現れる。この共鳴モードによりバルクシリコン結晶のバンドギャップエネルギー以下の近赤外領域で微弱な光吸収を増強し、光電流として検出する。本発表では、ナノディスクアレイ上部の受光部にアシンメトリックな ITO/Al 電極を形成した素子について光学・光電流特性について報告する。

P-22

CH ₃ NH ₃ PbI ₃ ペロブスカイト化合物への Cu 及び GA, K 添加効果
榎本 彩佑 ¹ 、浅川 由悟 ¹ 、寺田 周平 ¹ 、北川 楓 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
¹ 滋賀県立大学工学部、 ² 大阪ガスケミカル株式会社
ペロブスカイト系太陽電池は変換効率が高く、作製が容易なため、近年では次世代太陽電池として注目されている。デバイスの光電変換効率を向上させる手法として、光活性層である CH ₃ NH ₃ PbI ₃ ペロブスカイト層への添加物導入が有効であり、数多くの研究が行われている。本研究では光電変換効率や長期安定性を改善することを目的とし、CH ₃ NH ₃ PbI ₃ ペロブスカイト化合物に Cu 及び GA, K を添加したデバイスを作製し、電気特性測定、微細構造解析、分子軌道計算等により評価した。

P-23

希土類元素導入ペロブスカイト系太陽電池の第一原理計算による材料設計と実験的検証
鈴木 厚志 ¹ 、岸本杏人 ¹ 、奥 健夫 ¹ 、大北正信 ² 、南聡史 ² 、福西佐季子 ² 、立川友晴 ²
¹ 滋賀県大工、 ² 大阪ガスケミカル
ペロブスカイト太陽電池は光起電力特性、移動度に優れ、ペロブスカイト層の結晶組成制御により変換効率を向上することができる。しかし、劣化しやすく、長期安定性に問題がある。希土類元素を導入したペロブスカイト太陽電池の光起電力機構や長期安定性が最近明らかにされつつある。本研究では希土類元素を微量添加したペロブスカイト結晶の電子構造を第一原理計算から予測し、実験結果から検証を行うことを目的とする。

P-24

光ゲート効果を用いたグラフェン光センサにおける電子-フォノン散乱の影響に関する理論解析
相田 晋吾、相馬 聡文
神戸大学
近年、光ゲート効果に基づく光センサの開発に注目が集まっており多くの実験的な検証がなされているが、様々な波長の光に対する応答特性や、周辺温度、センサのスケールによる特性の変化を明らかにするためには、基本的な物理に基づくシミュレーションモデルの構築とそれに基づくデバイス設計が重要である。本講演では、グラフェンをチャネル材料とした場合について電子-フォノン散乱の影響を考慮したシミュレーションモデル提案とその結果について述べる。

P-25

三角形メッシュを用いた微粒子挙動解析用静電粒子コードの開発とそれによるイオンシース形成シミュレーション
廣 大輔 ¹ 、田口 俊弘 ² 、高山 大輔 ¹ 、井上 雅彦 ¹
¹ 摂南大学大学院理工学研究科生産開発工学専攻 ² 日本原子力研究開発機構
プラズマ中に浮遊する微粒子の挙動解析をめざし、三角形メッシュを用いた静電界粒子コードを開発している。三角形メッシュを用いたのは、実験で用いているリング電極など、任意電極形状に対応するためである。微粒子はシース領域に浮遊するため、まずは電極近傍に発生するイオンシースの形成シミュレーションを行った。シース厚みの気圧依存性について実験結果と比較し、その傾向を再現することができた。

P-26

低周波オフセット変調法を用いた RF 放電プラズマ中微粒子の質量電荷比とシース幅の評価
高山 大輔 ¹ 、廣 大輔 ¹ 、朴 商云 ² 、唐木 裕馬 ³ 、 井上 雅彦 ¹ 、田口 俊弘 ⁴
¹ 摂南大学大学院理工学研究科生産開発工学科専攻 ² 摂南大学大学院理工学研究科創生工学専攻 ³ 奈良先端科学技術大学院大学 ⁴ 日本原子力研究開発機構
RF 放電プラズマ中に微粒子を浮遊させ、CVD 法による全方位からの微粒子表面への炭素コーティングを行い、その結晶化を目指している。プラズマ中での微粒子の挙動を理解し、制御するために、シミュレーションとの比較を行っているが、定量的に比較するためにはいくつかのパラメータを正確に測定する必要がある。今回は新しく開発した低周波オフセット変調法を用いた微粒子の質量電荷比とシース幅の評価結果について報告する。

P-27

異形開口型金属メッシュを用いたテラヘルツ・マイクロアレイセンシング

柴田一輝¹、日野優太¹、井上美香¹、菜嶋茂喜¹、
近藤孝志²、神波誠治²、鈴木哲仁³、小川雄一³¹阪市大院工、²村田製作所、³京大院農

本研究では、金属メッシュの各開口を異形化することにより構造共鳴を個別化し、高度な超解像技術を用いずにサブ波長領域に配列された開口の電磁応答を分離することに成功した。是により金属メッシュを用いてのマイクロアレイセンシングを技術的に初めて可能とし、スクリーニング検査に代表される高速で大量のバイオセンシングをテラヘルツ分光やフーリエ分光等の汎用的な分光システムを使って簡便に行えるようにした。

P-28

有機半導体から成るマイクロ共振器 2 次元アレイの長距離モード結合とその制御性

亀田 章弘¹、下元 純¹、田島 裕之¹、山田 順一¹、横松 得滋²、前中 一介²、小簗 剛¹¹兵庫県立大学大学院 理学研究科、²兵庫県立大学大学院 工学研究科

我々は、光機能性材料一般に応用が可能な励起状態のエネルギー制御を指向して、光共振器を用いたモードの制御技術を開発している。本研究では、有機半導体から成るディスク状共振器を格子状に配置し、その発光からモードの調査を行なった。その結果、共振器間の距離が最大 8 μm において、モード結合に由来する微細構造を観測した。このことから、共振器の配置によるモードの制御が可能であることが明らかになった。講演では、実験と光学計算により得られた結果、モードの結合メカニズムについて報告する。

P-29

EA 及び Rb 添加したペロブスカイト太陽電池の光起電力特性評価

高田 奎之心¹、寺田 周平¹、浅川 由悟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²¹滋賀県立大学工学部、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、ペロブスカイト結晶構造を有する材料を用いた太陽電池で、安価で軽量化が可能という利点からシリコン系太陽電池に代わる太陽電池として注目されている。しかし、一般的なペロブスカイト太陽電池では、長期安定性の維持が、実用化に向けての重要な課題となっている。本研究では、ペロブスカイト太陽電池に $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ (EA) 及び Rb を添加することでデバイス安定化を目指し、微細構造及び光電変換特性について評価したので報告する。

P-30

ペロブスカイト太陽電池へのポリシラン層添加効果

水野慎一朗¹、浅川由悟¹、寺田周平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

¹滋賀県大工、²大阪ガスケミカル

現在、高い変換効率を有し、低コストかつ容易なプロセスで作製可能なペロブスカイト太陽電池が、世界的に注目されている。本研究では、*p* 型半導体特性を有するデカフェニルシクロペンタシラン(DPPS)層をペロブスカイト層上に添加することで、光起電力特性と安定性の向上を図ることを目的とした。DPPS 製膜を行い、熱処理を行うことで、ペロブスカイト層の組成や光電変換特性の変化が見られたので報告する。

P-31

バイオセンサ応用に向けたカーボンナノチューブ電界効果トランジスタの動作安定性におけるグラフェン被覆効果

前川 愛佳¹、王 夢玥¹、周 詠凱¹、井ノ上 泰輝¹、根岸 良太²、小林 慶裕¹

¹大阪大学大学院工学研究科 物理学系専攻 応用物理学コース、²東洋大学 理工学部電気電子情報工学科

カーボンナノチューブ電界効果トランジスタ(CNT-FET)は、迅速かつ簡便なバイオセンサへの応用が期待されるが、ノイズが大きく応答の定量的評価が難しいことが課題である。本研究では、CNT・グラフェン複合体チャネルの FET を作製し、グラフェンが保護膜としてノイズ低減とセンサ機能の向上に貢献するかを検証した。pH 測定によりセンサ特性を評価したところ、グラフェンが液体注入による CNT の物理的な揺れを抑制する保護膜として機能し、高感度なバイオセンサ測定に有効であることが示された。

P-32

分子インプリント電界紡糸酸化チタン光触媒による色素分解における鋳型効果
前田 知樹 ¹ 、木原 義喜 ¹ 、曲 琛 ¹ 、岡崎 豊 ¹ 、蜂谷 寛 ¹ 、佐川 尚 ¹
¹ 京大院エネ
酸化チタン光触媒は、光照射によって活性種を生成し有機化合物を分解することが可能で、幅広い分野で応用されている。これまでに、分子インプリントポリマーと酸化チタンナノ材料を組み合わせて、吸着量の増加、選択性の向上、物質移動の制御が可能になることが報告されている。本研究では、有機色素を鋳型分子とした分子インプリント酸化チタン光触媒を作製し、鋳型効果を検証した結果、分子インプリントが反映した触媒効率の向上が確認された。

P-33

架橋構造による MoS ₂ 光活性化ガスセンサの電流特性の改善
稲生 亮太 ¹ 、後藤 大志 ¹ 、久保 理 ¹ 、田畑 博史 ¹ 、片山 光浩 ¹ 、
¹ 阪大院工
二硫化モリブデン (MoS ₂) の単層膜を用いたガスセンサは、光照射下で動作させると、室温であっても、応答感度や応答速度が著しく向上する (光活性化を示す) ことから、IoT 用途の低消費電力センサとして期待されている。しかし、センサを流れる電流が非常に小さい (nA ~ サブ nA) ことが問題であった。そこで、本研究では MoS ₂ が基板と接触しない架橋構造を採用することによって、流れる電流を xxx 倍改善することに成功した。

P-34

塗布法による有機半導体薄膜の製膜において 2 度塗りした際の薄膜形成メカニズム
近藤隆介、濱田拓巳、服部吉晃、北村雅季
神戸大学大学院工学研究科
有機薄膜トランジスタにおける有機半導体薄膜の製膜手法に、基板表面に有機半導体を溶かした有機溶媒を塗布する手法がある。製膜速度を高めるには、基板を加熱しながら塗布するのが効果的であるが、熱膨張率の違いから、薄膜に亀裂が生じ、トランジスタの性能を低下させる問題がある。そこで、本研究では、基板に溶液を 2 度塗布することで、有機薄膜を改質することを目的とし、製膜メカニズムを検討した。

P-35

CNT 添加した 3 次元積層グラフェン膜の創製
戸田 和輝 ¹ 、堤 一郎 ¹ 、井ノ上 泰輝 ¹ 、仁科 勇太 ² 、小林 慶裕 ¹
¹ 大阪大学 大学院工学研究科 応用物理学コース、 ² 岡山大学 異分野融合先端研究コア
グラフェンは炭素原子の六員環構造からなる原子一個分の厚さを有したシート状物質である。単層のグラフェンは特異な物性を持つが、積層させるとグラフェン層間の相互作用により特異な物性を消失させる課題がある。本研究ではグラフェン層間にスペーサーとして CNT を導入しグラフェン同士の相互作用を低減させることで、単層グラフェンに似た性質を有する多層グラフェン膜の実現を目指した。多層グラフェン膜は酸化グラフェンと CNT の混合分散液を真空濾過し乾燥した後、超高温で処理して作製した。

P-36

疎水性単分子膜を修飾した基板上への塗布法を用いた有機半導体薄膜形成技術
濱田拓巳、井上聡、服部吉晃、北村雅季
神戸大学大学院工学研究科
有機薄膜トランジスタの性能を向上させる目的で絶縁膜表面に有機単分子膜を形成する手法がある。しかし、一般的に基板が疎水性となり、親水性基板が必要な塗布法による有機薄膜の製膜が困難になる。トランジスタの性能を高めつつ、塗布法で製膜を行うためには、基板に最小限の UV オゾン処理を施し、親水性を向上させることが効果的である。本研究では、UV オゾン処理時間に対応する最適な製膜条件として、原料を塗布する速度と基板の加熱温度を検討した。

P-37

ヘテロ接合型低群速度・低分散フォトニック結晶導波路を用いた高効率テラヘルツ波発生を検討

小山 陽太¹, 尾崎 信彦¹, 小田 久哉², 池田 直樹³, 杉本 喜正³

¹和歌山大、²千歳科技大、³物材機構

テラヘルツ波は電波と光の中間周波数の電磁波であり、様々な応用が期待されている。しかしながら、高効率なテラヘルツ波源はまだ開発途上である。その課題解決へのアプローチとして、我々は半導体フォトニック結晶を用いた小型かつ高効率なテラヘルツ波光源の開発を目指している。今回は、低群速度・低分散特性を有するフォトニック結晶導波路を集積化したヘテロ接合型導波路構造を利用し、差周波発生によるテラヘルツ波の高効率発生を数値シミュレーションにより検証した結果を報告する。

P-38

1 ミクロン帯広帯域発光 InGaAs 薄膜の作製と評価

祝出 航佑、尾崎 信彦

和歌山大シス工

光干渉断層計(OCT)における取得画像の高分解能化と深度拡大には、生体透過性の高い波長 1 ミクロン帯で広帯域な発光を示す光源の開発が重要である。当研究室では分子線エピタキシー法により GaAs 基板上に InGaAs 薄膜を特定の条件で成長させることで 1 ミクロン帯広帯域発光を得ることに成功した。しかし、この発光特性の詳細なメカニズムについては未解明であった。そこで本研究では様々な成長条件で作製した InGaAs 薄膜の構造及び光学特性から広帯域発光に至るメカニズムを検証した。

P-39

Synthesis of aligned carbon nanotube from nanodiamond seeds by kite-growth mechanism
Yuanjia Liu ¹ , Michiharu Arifuku ² , Noriko Kiyoyanagi ² , Masamitsu Satake ² , Taiki Inoue ¹ , Yoshihiro Kobayashi ¹
Osaka University ¹ , Nippon Kayaku ²
Carbon nanotubes (CNTs) have received extensive attention due to its extraordinary thermal, electrical, and mechanical properties. Kite-growth is a process to grow aligned CNTs by utilizing laminar gas flow and enables the formation of air-suspended CNTs which are useful for physical property measurements. In the past research, metal nanoparticles are used as catalysts. However, they inevitably remain as impurities and often lead to defect formation, which deteriorates the performance of CNTs. In order to overcome these effects, this research performs kite-growth of CNTs by using nanodiamond as growth seeds. Nanodiamond is stable at high temperatures, easy to grow low-defect CNTs, and avoids remaining metal impurities. The results showed over 100 μm -long CNTs were grown by controlling growth conditions.

P-40

AlN バッファ層を用いたグラフェン/SiC 基板上における GaN 成長
福家 聖也 ¹ 、佐々木 拓生 ² 、川合 良知 ¹ 、日比野 浩樹 ¹
¹ 関西学院大学、 ² QST
二次元物質であるグラフェン上に結晶性の良い薄膜が成長できれば、剥離することで、透明性や柔軟性を有した自立極薄膜の作製が可能となる。我々はこれまで、化学気相成長させたグラフェンを転写した SiO ₂ や Al ₂ O ₃ 基板上での GaN の分子線エピタキシー成長において、AlN バッファ層が連続的な GaN 薄膜成長に有効であるが、グラフェンの凹凸により結晶性の向上が制限されることを示してきた。そこで本研究では、SiC 基板を熱分解して作製したより平坦なグラフェン上に GaN を結晶成長させ、AlN バッファ層の効果を調査した。

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）
（株） 知能情報システム
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
パナソニック（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）

（2021 年 10 月現在、50 音順）

新しいことへの挑戦
Meeting the Challenge of Innovation

日新イオン機器株式会社
NISSIN ION EQUIPMENT CO., LTD.



「半導体・オブ・ザ・イヤー2021」半導体
製造装置部門グランプリ受賞
SiCパワーデバイス量産に適した
IMPHEAT-II

Features

- ・SiC基板を500℃まで加熱する高温注入機能
- ・高速搬送系と高ビーム電流
- ・高Alビーム電流を供給するイオン源システム
- ・多数の量産実績のある従来装置をベースにした安定稼働システム

世界市場でNo.1の低温
ポリシリコンディスプレイ製
造に適した
iG6



Features

- ・幅広い基板サイズに対応
- ・基板の性能を安定化させるメタルコンタミネーション除去
- ・基板全面にわたるビームの均一性と再現性を実現
- ・広いドーズ範囲により幅広いプロセスを実現

〒601-8438 京都市南区西九条東比永城町75 GRAND KYOTO 4F
Tel (075) 632-9700 (代表) Fax (075) 632-9701
<https://www.nissin-ion.co.jp/inq/>

 **NISSIN ION EQUIPMENT CO., LTD.**

