

応用物理学会関西支部 平成 28 年度第 1 回講演会

「先端電子デバイスと分析・加工技術の進展」

講演予稿集

日時：平成 28 年 6 月 17 日（金）13:00-18:00

場所：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 関西センター内

基礎融合材料実験棟 2F 第 8 会議室

スケジュール：

口頭講演の部

13:00~13:05 開会の辞 民谷栄一 支部長（阪大）

13:05~13:15 産総研関西センターのご紹介（長谷川所長）

13:15~13:45 水落 憲和 先生（京大）

「ダイヤモンド NV 中心の量子物性と応用」

13:45~14:15 植村 隆文 先生（阪大）

「有機薄膜トランジスタを利用した生体信号無線計測技術」

14:15~14:45 栄部比夏里 先生（産総研）

「次世代蓄電池開発の方向性」

14:45~15:00 休憩

15:00~15:30 豊田 紀章 先生（兵庫県立大）

「スクラスタイオンによる表面励起反応とナノ加工技術への応用」

15:30~16:00 安田 啓介 先生（京都府立大）

「イオンビームを用いた薄膜中軽元素分析法の開発と応用」

ポスター発表の部

16:10~17:40 ポスター発表 （37件）

ダイヤモンド NV 中心の量子物性と応用

Quantum properties and its application of NV center in diamond

京大化研¹, CREST² °水落 憲和^{1,2}

Kyoto Univ.¹, CREST², °Norikazu Mizuochi^{1,2}

E-mail: mizuochi@scl.kyoto-u.ac.jp

ダイヤモンド中の NV 中心（窒素-空孔複合体中心）は近年、その優れた特性から、NV 中心は超高空間・超高感度センサー、量子情報素子、バイオマーカー等への応用も期待でき、物理、化学、生物に渡る幅広い分野において注目される。NV 中心の特筆すべき点の一つとして、単一 NV 中心が持つ単一スピンを室温で操作及び光学検出できる点が挙げられる。講演では、まず NV 中心の電子状態等の説明、他材料との比較などを示し、重要な最近のトピックスについて紹介したい。また、近年の我々の研究を紹介させていただく。

我々は研究開始当初、NV 中心が持つ優れたスピンの特性に注目し研究を行っていた 1-4)。主に同位体濃度を制御した試料を用い、核スピンを用いた多量子ビット化の研究 1,2)、その多量子ビット系での量子もつれ生成の研究、コヒーレンス時間(T_2)に対する同位体核スピンの効果を明らかにする研究 2,3)等を行ってきた。近年はそれらに加え、スピン、光子、電荷の間の量子インターフェースとしての役割を NV 中心が担えるのではないかという観点から、スピン、単一光子発生、電荷状態の電氣的制御にも注目して研究を行っている 6,7)。スピンと光子間の量子インターフェースという観点では、NV 中心のスピンと光子の間の量子もつれ生成 8)や、NV 中心間の量子もつれ生成が実証され 9)、非常に注目されている。日本でも NTT、NII と我々の共同研究により、超伝導量子ビットと NV 中心のスピンハイブリッド系の量子情報制御に成功していた 4)。一方で、電氣的に光子やスピンを制御する研究は、我々が研究を開始した当時、他に研究例は無く、未開拓の領域であった。

講演で紹介する研究成果には産総研、NTT、NII、東工大、金沢大、ドイツ・シュトゥットガルト大学等との共同研究が含まれ、研究は CREST、科研費、東レ科学振興会等から支援をいただいている。

(1) P. Neumann, N. Mizuochi, et al., Science, 320, 1326 (2008). (2) N. Mizuochi, et al., Phys. Rev. B, 80, 041201(R) (2009). (3) G. Balasubramanian, et al., Nature materials, 8, 383 (2009). (4) 水落憲和、固体物理、2010年1月号、vol. 45、p. 27-36. (6) N. Mizuochi, et al., Nature Photonics, 6, 299-303 (2012). (7) Y. Doi, et al., Phys. Rev. X. 4, 011057 (2014), (8) P. C. Maurer, et al., Science 336, 1283-1286 (2012). (9) H. Bernien, et al., Nature, 497, 86 (2013).

有機薄膜トランジスタを利用した生体信号無線計測技術

Wireless Biological Signal Detection System Based on Organic Transistors

阪大産研 ◯植村隆文, 関谷毅

ISIR, Osaka Univ. ◯Takafumi Uemura, Tsuyoshi Sekitani

E-mail: uemura-t@sanken.osaka-u.ac.jp

現在、実空間の様々な情報・状態を的確に計測し、情報空間においてシステムの最適解を求める Internet of Things (IoT) 技術の活用が進み、IoT 技術は次世代の社会基盤を支える重要な技術として位置付けられている。IoT 技術の更なる発展を支えるエレクトロニクスの開発においては、あらゆる物や人が違和感なく装着可能な柔軟な薄膜センサ回路の実現が期待されている。有機薄膜トランジスタ回路は、印刷技術による低コスト製造が可能であり、高い機械的柔軟性を有するため、上記のような柔軟な薄膜センサ回路への応用が期待されており、特にヘルスケア・モニタリング応用に向けて、 μV から mV レベルの微弱な生体信号を計測するための信号増幅回路への利用が検討されている。本研究では、 μV レベルの微弱生体信号の計測に向けた高い信号増幅を可能とする Pseudo-CMOS 回路の実現と、それを用いた生体信号の無線計測に成功したので報告する。

微小電圧増幅回路の作製では、厚さ $3\ \mu\text{m}$ のフレキシブルフィルム上に自己組織化単分子膜とアルミ酸化膜のハイブリッド絶縁膜を有する DNTT ボトムゲート・トップコンタクトデバイスを作製し、Pseudo-CMOS 回路を構成した。図 a, b には作製したトランジスタ単体の特性を示した。 $V_D = -2\ \text{V}$ の低電圧駆動において、移動度 $1.5\ \text{cm}^2/\text{Vs}$, $SS = 92\ \text{mV}$, $\text{On/Off} = 10^8$ の良好な特性が得られている。図 c には Pseudo-CMOS インバータ特性を示した。インバータ・ゲインとしては最大 4800 を示す大きなゲインを得る事に成功している。また、入力キャパシタンスに $10\ \mu\text{F}$ 、帰還抵抗に $3.3\ \text{M}\Omega$ の抵抗を付与した増幅回路構成では、 $V_{p-p} = 10\ \mu\text{V}$ 、周波数 $3\ \text{Hz}$ の正弦波入力に対して $V_{p-p} = 10\ \text{mV}$ の出力、すなわち約 $60\ \text{dB}$ の電圧増幅に成功している。講演では、当研究室にて開発した無線計測システムと、有機トランジスタを用いた微小電圧増幅回路の組み合わせによる、心電をはじめとした生体信号の無線計測の実施例についても言及する。

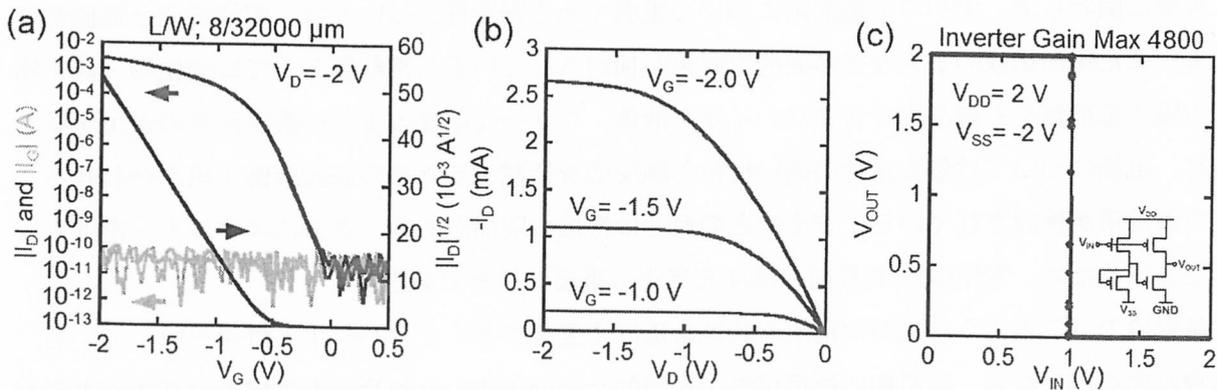


Figure (a) and (b) Typical transfer and output characteristics for DNTT transistors on a flexible substrate. (c) Circuit schematic and voltage transfer characteristics for a pseudo-CMOS inverter.

次世代蓄電池開発の方向性

R&D Concept for Next-Generation Batteries

産総研 栄部 比夏里

AIST, Hikari SAKAEBE

E-mail: hikari.sakaebe@aist.go.jp

現在小型民生用から車載用や電力貯蔵用の電源として広く用いられている蓄電池の多くは、リチウムイオン電池 (LIB) である。LIB に用いる電極材料により、その電気的特性がやや異なるが、総じて鉛蓄電池やニッケル系の電池と比較してエネルギー密度が高く自己放電が少ない、メモリー効果がない、エネルギー効率・充放電効率ともに高いなど、多くのメリットを有する。一方コストと資源量の改善や安全性・信頼性の向上も必要であり、高性能化との両立を目指し、LIB 用の新材料と LIB 以外の次世代蓄電池の研究開発が世界中で精力的に行われている。

次世代蓄電池開発の方向性の中で大きな要素の一つはエネルギー密度である。昨今、地球温暖化対策の一環である二酸化炭素排出抑制のため、自動車の燃費向上の必要性が高まり電動化が進みハイブリッド自動車の販売台数が飛躍的に増加した。さらに蓄電池のみで走行できる車両を普及させるため、蓄電池の高エネルギー密度化が必要である。一充電走行距離が 500 km に達するためには 500~700 Wh/kg の蓄電システムが必要で、実現のため金属 (リチウム等) - 空気電池、リチウム-硫黄電池などの高エネルギー密度の電池系の研究開発が国家プロジェクトを中心に進められている。車載用としてはエネルギー密度以外にも寿命や安全性など諸特性のバランスが重要であるため、高度な技術が求められる。

電力貯蔵用の蓄電システムにはエネルギー密度以上に寿命と低コスト化が重要である。低コスト化の観点で資源の偏在化の激しいリチウム以外のナトリウム、マグネシウム等をキャリアとする電池系にも注目が集まっている。また遷移金属酸化物を中心とする LIB の正極材料に対し、メタルフリーである有機化合物からなる電極材料も大型蓄電システムをはじめとしコスト低減に期待が持たれる。

規模に関わらず、すべての電池系において重要である安全性については、電解質側と電極側の工夫、また電池構成の工夫など多面的な対策が検討されている。電解質としては酸化物・硫化物系の固体電解質や有機溶媒を含まないイオン液体、フリーな溶媒の少ない濃厚溶液の適用が試みられ、電極については熱安定性の高い材料と副反応を低減するための表面修飾を組み合わせることで改善策が検討されている。安全性と寿命とは密接な関係があり、さらにエネルギー密度も影響を受けるため、電極/電解質界面の高度安定化は重要な技術である。

産総研ではこのような重要な電池の特性を延ばす要素の多くをカバーする研究を行っている。材料研究だけでなく、実電極に適用可能な先端的な分析手法も合わせ、本講演では電池技術研究部門の研究ポテンシャルを中心に紹介する。

ガスクラスターイオンによる表面励起反応とナノ加工技術への応用

Surface Reactions Induced with GCIB and Application for Nano-fabrications

兵庫県立大工学研究科電子情報工学専攻 ○豊田 紀章

Graduate school of engineering, University of Hyogo, °Noriaki Toyoda

E-mail: ntoyoda@incub.u-hyogo.ac.jp

ガスクラスターイオンビーム (GCIB) は数百から数万個の気体原子・分子の集団であり、それらをイオン化・加速して固体表面に衝突させる表面加工技術である。GCIB が表面に衝突すると、瞬間・局所的に高温・高圧状態が形成され、GCIB に含まれる反応性分子、雰囲気ガス、基板表面との反応が促進されるため、低温での表面励起プロセスが期待される。また GCIB は 1 原子当たりのエネルギーが低いため(10eV/atom 以下)、低損傷エッチングも期待される。さらに、基板衝突の際に水平方向への物質移動が顕著となるため、強力な表面平坦化効果を有する。これらの照射効果は単原子・分子イオンでは生じない GCIB 特有の効果であり、有機材料の低損傷分析用イオン銃や、生体向け材料の表面活性化、極薄膜のトリミング加工などへの応用が進んできた。

我々のグループでは、各種反応性ガスを雰囲気ガスとして導入し、表面吸着した分子と基板との反応を GCIB 照射によって促進することにより、低温・ハロゲンフリーのエッチングプロセスが可能な事を明らかにしてきた。例として図 1 に、膜厚 50nm の FeCo 薄膜に Ar および O₂-GCIB を酢酸雰囲気下で照射後、断面 TEM 観察した結果を示す。GCIB 照射条件は、加速電圧 20kV、照射量 2×10^{15} ions/cm² であり、酢酸分圧は 5×10^{-3} Pa である。酢酸雰囲気下で Ar-GCIB を照射した場合エッチング深さは 2nm 程度であり、ほとんどエッチングされていないが、酢酸雰囲気下で O₂-GCIB を照射すると、エッチング深さは Ar-GCIB 照射に較べ約 7 倍深くなる。真空一貫での XPS 測定から、酸化された FeCo 表面に酢酸分子が吸着し、O₂-GCIB 照射による反応促進効果によってエッチングが進むと考えられる。また両者とも電子線回折像に乱れはなく、低損傷エッチングが実現できている。

さらに、GCIB を STT-MRAM の MTJ 構造の平坦化処理に用いた場合、MTJ の磁気特性が向上する事を明らかにしており、GCIB による表面励起反応エッチングだけでなく平坦化プロセスにも応用可能である。講演では、GCIB による表面励起反応とナノ加工技術への各種応用について紹介する。

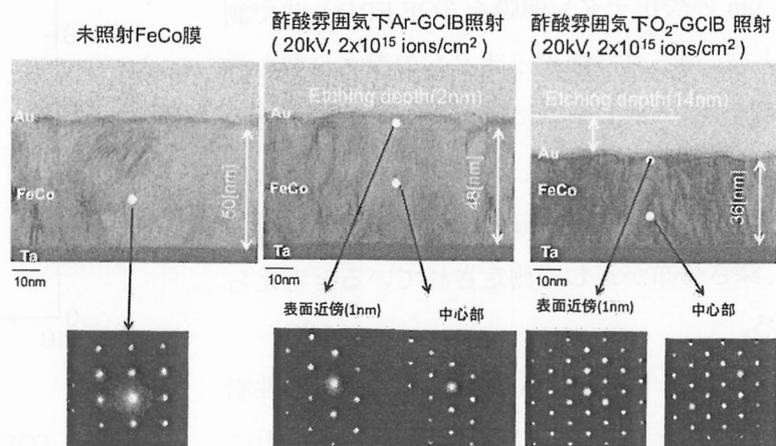


図 1: 酢酸雰囲気下で Ar, O₂-GCIB 照射後の FeCo 膜(50nm)の断面 TEM 像と電子線回折像(加速電圧 20kV、照射量 2×10^{15} ions/cm²)

イオンビームを用いた薄膜中軽元素分析法の開発と応用

Development and application of light element analysis method for thin films using ion beam

京都府立大 安田 啓介

Kyoto Pref. Univ. Keisuke Yasuda

E-mail: yasuda@kpu.ac.jp

近年、エネルギー・環境問題への関心の高まりから、水素吸蔵合金、リチウムイオン電池、燃料電池等の研究・開発が盛んになってきている。このような材料では水素を含む軽元素が重要な役割を果たす。加えて、ナノテクノロジーに代表される材料の微細化によって、薄膜を対象とする研究がその重要性を増している。薄膜中の軽元素分析が可能な手法としては二次イオン質量分析法 (SIMS)、X 線光電子分光法 (XPS) などがあるが、定量性に問題があり、さらに 10 nm 以下の極薄膜の分析は難しいのが現状である。

薄膜の軽元素分析が可能なイオンビーム分析法としては弾性反跳粒子検出 (ERDA) 法が代表的である。特に飛行時間測定 (TOF-)ERDA 法は、水素から酸素程度までの軽元素を同位体レベルで分離して、優れた深さ分解能で測定することが可能なため、厚さが 10 nm 以下の極薄膜の軽元素分析に威力を発揮すると期待される。我々はこれまでに若狭湾エネルギー研究センターにおいてタンデム加速器からのイオンビームを用いた TOF-ERDA 測定系の開発を行ってきた。ERDA 法では、エネルギーが数～数十 MeV のイオンビームを試料に照射し、ビーム粒子と試料原子の弾性散乱によって反跳される試料内原子を測定する。TOF-ERDA 法では反跳粒子のエネルギーと速度を同時に測定する。これによって反跳粒子の質量と試料内で反応が起きた深さを同時に決定する。反跳粒子のエネルギーをシリコン半導体検出器 (SSD) で、速度の逆数に比例する量である飛行時間を 2 台の透過型検出器でそれぞれ測定する。

シリコン基板上に成膜された厚さがおおよそ 10 nm の酸化チタン薄膜を TOF-ERDA 法で測定した。得られた酸素とチタンの深さ分布を右図に示す。入射ビームにはエネルギーが 5 MeV の Cu を用いた。酸素、チタンともに表面から 10 nm 程度の間分布するという結果が得られ、深さ分布が正しく測定されていると考えられる。

講演では TOF-ERDA 測定装置の詳細と性能評価試験の結果、および軽元素分析への応用について述べる。

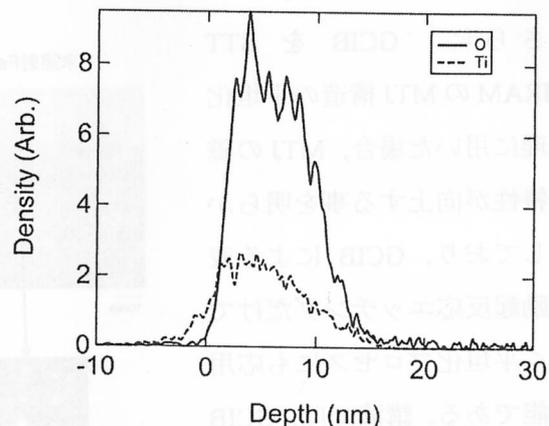


図 TOF-ERDA 測定で得られた酸化チタン薄膜の深さ分布。実線は酸素、点線はチタンの分布を表す。

ポスター番号	発表題目	著者名	所属	要旨
P01	THzエリプソメトリーによるn型GaIn膜の電気的特性評価	達紘平, 浅上史歩, 藤井高志, 荒木努, 名西憶之, 長島健, 岩本敏志, 佐藤幸徳, 森田直威, 杉江隆一, 上山智	立命館大学大学院理工学研究科	半導体の非破壊・非接触の電気的特性評価手法としてテラヘルツ時間領域分光エリプソメトリー(THz-TDSE)が有力である。THz-TDSEによる薄膜の評価精度を検討するため、サファイア上c面n型GaIn膜(膜厚:~3mm)をTHz-TDSEにより測定し、従来手法と比較・検討した。構造評価においては断面CLとSIMSでn型層の膜厚を見積もったところ3.2mm程度であり、THz-TDSEで得られた膜厚測定結果と精度良く一致した。また、THz-TDSEの電気的特性の測定結果をホール効果測定及び非接触シート抵抗測定と比較すると各パラメータで同程度の値が得られたことから、本手法の有用性が示唆
P02	X線マイクログラフによる高Ge組成SiGe/組成傾斜層の結晶性断層マッピング解析	志田和己, 竹内正太郎, 今井康彦, 木村茂, Matty Caymax, 酒井朗	大阪大学大学院基礎工学研究科	組成傾斜層を有する高Ge組成SiGeは、次世代CMOSの高移動度チャネル材料として期待される。SiGeを高品質で作製できる基板として注目されている。当研究分野では局所的な結晶性を非破壊かつ定量的に分析する手法としてX線マイクログラフ法が利用されるが、一般的に深さ方向の情報取得できない。本研究ではX線回折のブラッグ角を組成傾斜SiGeの成長方向の格子定数の変化と対応付けることで、深さ方向の情報取得し、結晶性の断層マッピング解析を実現した。
P03	光の状態密度の制御によるEu添加GaInの発光強度増大	稲葉智宏, 児島貴徳, 小泉淳, 藤原康文	大阪大学工学研究科	GaIn系赤色LED実現に向けてEu添加GaInの発光強度増大を目指して研究を行っている。本研究では微小共振器中で光の状態密度が変調することで、Eu発光遷移確率と光取り出し効率の増大に伴った、Eu発光強度の増大を目的として微小共振器中にEu添加GaInを作製した。微小光共振器の有無により、Eu発光遷移確率は1.2倍、光取り出し効率は10.8倍に増大した結果、Eu添加GaInの発光強度は12.9倍に増大された。

P04	MoS ₂ -グラフェンヘテロ構造のガス応答に関する研究	麻下 卓嗣, 佐藤 雄太, 田畑 博史, 大井 皓平, 久保 理, 片山 光浩	大阪大学大学院 工学研究科	MoS ₂ -グラフェンヘテロ構造(MGH)では、接触界面に形成されるショットキー障壁の高さがガス吸着により変化する。我々は、この効果を利用したショットキー障壁変調型ガスセンサーの開発を行っている。本研究では、MGHデバイスの表面に局所的にガスバリア膜を被膜してガス吸着領域を制限することにより、ガス応答に寄与する部分の解明を行った。その結果、ヘテロ接合のエッジ付近で応答を示すことが明らかとなった。
P05	溶液塗布法を用いた酸化亜鉛系薄膜トランジスタの開発とインクジェットプロセスへの展開	佐々木 祥太, 木村 史哉, 孫 屹, カルトシユタイン オリバー, 小山 政俊, 前元 利彦, 佐々 誠彦	大阪工業大学 工学部	レアメタルフリーな酸化亜鉛(ZnO)系薄膜トランジスタを実現するために、インジウムやガリウムなどを用いず低コストな金属であるアルミニウム(Al)を用いて、Al添加ZnO(AZO)前駆体溶液を作製した。Al添加量や焼結条件などの最適化を進め、薄膜トランジスタを作製した結果、伝達コンダクタンス0.6 mS/mm, ON/OFF比2.7×10 ⁷ と良好な特性が得られた。さらにインクジェットプロセスへ展開した結果、電流変動特性が観測されIGZO代替材料としての可能性を示すことができた。
P06	超低損失パワーデバイス用途ダイヤモンド低抵抗ウエハの開発	大曲 新矢, 山田 英明, 梅沢 仁, 坪内 信輝, 茶谷原 昭義, 李野 由明	産業技術総合研究所	ダイヤモンドはSiCやGaNを凌駕する優れた物性値を複数有し、次世代の省エネルギー社会を担うパワー半導体材料として期待されている。アンペア級駆動の縦型デバイス構造では、動作時の損失を極限まで低減するため導電性低抵抗ウエハを用いる必要があるが、ダイヤモンドグレードの高品質結晶は得られていない。本研究は熱ファイメントCVD法を基調とし、高濃度ドーピング時の結晶成長機構解明と高品質化を図り、超低損失パワーデバイス用途の低抵抗ウエハ開発に取り組んでいる。今回は、低抵抗化に重要なキーファクターを結晶学的に明らかとしたので報告する。
P07	SiC-FETインバータ組み込み太陽光発電システムの構築と評価	奥健夫, 松本泰輔, 平松孝一, 安田昌司, 白幡泰浩, 大石雄也, 安藤裕二, 下埜彰夫, 武田佳和, 室園幹夫	滋賀県立大学工学部	次世代パワーデバイス材料として、炭化ケイ素(SiC)や窒化ガリウム(GaN)などのワイドバンドギャップ半導体材料の開発が進められており、より効率的な太陽光エネルギーの利用が期待されている。本研究では、球状Si太陽電池、リチウムイオンバッテリー、最大電力追従装置、SiCインバータを用いた太陽光発電システムを構築し、Siインバータを用いた発電システムとの比較を行った。SiCインバータシステムのDC-AC変換効率、Siインバータシステムと比較し約3%向上した。詳細は当日報告する。

P08	Csドープによるペロブスカイト系太陽電池の特性評価	上岡直樹、大石雄也、白幡泰浩、鈴木厚志、奥健夫	滋賀県立工学部	ペロブスカイト系太陽電池において様々な元素ドープの研究が行われている。本研究の目的は、ペロブスカイト構造をもつCH ₃ NH ₃ PbI ₃ にCsをドープし、FTO/TiO ₂ /Perovskite/Spiro-OMeTAD/Auのデバイス構造を作製し、評価することである。Cs添加量を変化させながら光起電力特性変化の測定を行ったので報告する。
P09	ペロブスカイト系太陽電池におけるNbドープTiO ₂ 電子輸送層の作製と評価	斉藤丞、鈴木厚志、秋山毅、奥健夫	滋賀県立工学部	ペロブスカイト系太陽電池は従来の有機太陽電池と比較して3つの長所がある。1つは、可視光領域の光吸収率が高いこと。2つ目にキャリア移動度が高いこと。3つ目にトラップ密度が非常に低い点である。このように多くのメリットを持っているため高い変換効率を達成している。本研究では、ペロブスカイト系太陽電池における電子輸送層としてNbをドープした緻密な酸化チタン層の効果を明らかにすることを目的とする。特に、光電変換特性と電子輸送特性について報告する予定である。
P10	ポリシラン添加ホール輸送層を用いたペロブスカイト型太陽電池の構造解析と光電変換特性	白幡泰浩、山本雄暉、鈴木厚志、奥健夫、福西佐季子、高野一史	滋賀県立工学部	ペロブスカイト構造を有するCH ₃ NH ₃ PbI ₃ を用いた太陽電池の研究は、世界各国で盛んに行われている。ペロブスカイト型太陽電池デバイスのホール輸送層には、spiro-OMeTADと呼ばれる材料が用いられているが、非常に高価であることから、代替材料の検討がなされている。本研究では、spiro-OMeTADに種々のポリシランを添加したペロブスカイト型太陽電池を作製し、光電変換特性とポリシラン添加ホール輸送層がCH ₃ NH ₃ PbI ₃ の微細構造に与える影響を評価した。
P11	ペロブスカイト系太陽電池の作製と評価	濱谷毅、白幡泰浩、宮本靖孝、鈴木厚志、奥健夫	滋賀県立工学部	近年、ペロブスカイト系太陽電池が、低コストで作製が容易でありながら、高い光電変換効率を示すことから、次世代太陽電池として注目されている。ペロブスカイト系太陽電池は、作製プロセスにより、その光電変換特性が大きく変化するため、作製条件の制御とその評価が重要となる。本研究では、ペロブスカイト系太陽電池の作製プロセス条件に対する、光起電力特性測定と微細構造評価を行うことを目的とした。

P12	ペロブスカイト系太陽電池の低温プロセス作製と評価	宮本靖孝、奥健夫、鈴木厚志、阪本浩規、山田昌宏、南聡史、高野一史、宮内信輔	滋賀県立大学工学部	ペロブスカイト系太陽電池は高い光起電力特性を持ち、低コストで作製が容易なため次世代太陽電池として期待されている。しかし通常、作製プロセスにおいて500°Cの高温処理を必要とする。すべてのプロセスを低温で行うことが可能であれば、コスト面の優位性に加えて、フィルム上への製膜等応用範囲が広がることを期待される。本研究では、低温プロセスにおけるペロブスカイト系太陽電池の作製と評価を行うことを目的とした。
P13	ナフトキノ誘導体を正極に用いた有機二次電池：電極特性に及ぼすクロロ基の影響	梅谷真司、八尾勝、安藤尚功、清林哲、竹市信彦、近藤亮太、竹下博之	関西大学(産総研)	Li二次電池の脱レアメタル化に向けて、我々は有機材料の利用に着目している。酸化還元部位の多いジヒドロキノシナフトキノ類は高容量が期待できるが、サイクル特性の改善が必要である。今回、Cl基を導入した誘導体を合成し、電極特性を無置換体と比較したところ、Cl基導入によって初期放電時の利用率は約50%から90%へと向上し、サイクル特性も改善された。これは、嵩高いCl基の導入が化学的安定性の向上に寄与したためと考えられる。
P14	切粉からのSiナノ粒子の創製とLi-ion電池への応用	喜村勝矢、松本健俊、小林光、西原洋知、粕壁隆敏、京谷隆	大阪大学産業科学研究所	切粉から創製したSiナノ粒子を用いてLiイオン電池を作製し、100サイクル後の放電容量1700 mAh/gを達成した。平均結晶子径を28 nmから5 nmに小さくするとサイクル特性が大幅に向上した。CV測定から、結晶子径を小さくするとサイクルごとのLiイオンの挿入・脱離に由来するピーク強度の変化が減少した。SEM画像でもサイクルごとの粒子の形状変化が小さいことを明らかにし、これが良好なサイクル特性の要因であることが分かった。
P15	ガスクラスターイオンペンムを用いた表面活性化接合への応用	佐々木智也、豊田紀章、山田公	兵庫県立大学工学部	電子デバイスの三次元化や積層型太陽電池などに向け、単原子イオンで表面活性化後、常温接合する表面活性化接合(SAB)の応用が進んでいる。しかし、単原子イオンの低エネルギー化が困難なため損傷等の問題が生じる恐れがある。本研究では単原子イオンの代わりにガスクラスターイオンペンム(GCIB)による低損傷表面活性化や平坦化、接合試験について報告する。

P16	反応性ガス雰囲気下でのO2-GCIB照射によるメタルエッチング	小川晃広、豊田紀章、山田公	兵庫県立大学工学部	次世代の不揮発性メモリであるSTT-MRAMでは、難加工金属のエッチングが重要となっている。本研究では、金属表面に吸着した反応性ガスに対しガスクラスターイオンビーム(GCIB)を照射し、特有の高エネルギー付与効果を用いることにより、MTJ構造に用いられる金属のハロゲンフリー・低損傷のエッチングを検討した。酢酸やメタノールなどを雰囲気ガスとして導入してGCIB照射角度依存性について検討し、低損傷化やエッチングレート向上を実現した。
P17	イオン液体EMIM-DCAイオンビーム蒸着によるCN膜の形成	竹内光明、西和也、龍頭啓充	京都大学大学院工学研究科	窒化炭素(CN)薄膜の安全・簡便・低コスト・低温形成が期待できる新たな手法として、イオン液体イオン源を用いたイオンビーム蒸着法を検討した。低入射エネルギーほど窒素組成の高いCN膜となる傾向であった。また、ラマン分光や可視光透過率測定の結果から、基板温度を300 °Cとした条件でも薄膜はアモルファスであり、グرافァイト状C3N4を多く含む構造であることがわかった。
P18	イオン液体EMIM-BF4から生成したBF4-イオンによる二次イオン収率評価	西和也、竹内光明、龍頭啓充	京都大学大学院工学研究科	メタルフリーな多原子分子であるイオン液体の二次イオン質量分析への応用を目指し、イオン液体EMIM-BF4から生成したBF4-を一次イオンとし、各種基板の二次イオン電流の測定を行ない二次イオン収率を評価した。Si、Au、ポリスチレン基板いずれにおいても二次イオン電流が観測されており、BF4-により二次イオンが生成されていることがわかった。また二次電子の放出収率はほぼ1で自己帯電緩和も確認した。
P19	固体試料のクラスターイオンビーム誘起発光スペクトル	山岡昌貴、織田啓佑、龍頭啓充、Francesco Musumeci、竹内光明、高岡義寛	京都大学工学研究科	クラスターイオンビームは固体表面の加工や改質に優れた能力を持つことが知られている。クラスターイオンビーム自身をプローブに用いて連続的なモニタリングが可能になれば、さらに制御性が向上することが見込まれる。そこで高感度なスペクトロメーターを開発し、固体試料のクラスターイオンビーム誘起発光スペクトルを測定した。クラスターイオンビーム照射時の発光スペクトルによりクラスターイオンと固体表面の反応メカニズムの解明にもつながることが期待される。

P20	GCIBIによるPEEKの生体親和性の向上	魚住裕樹 豊田紀章 山田公	兵庫県立大学工学部	ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)は非常に化学的に安定であり、耐摩耗性や耐疲労性などの優れた機械的特性を示すことから、医療用材料等への応用が期待されている。しかし、濡れ性が低いとO2- GCIBIを照射し、生体親和性の向上を試みた。GCIBI照射では高エネルギー付加によってPEEK表面が親水化され、細胞の接着力が向上した。
P21	高強度レーザー照射下におけるダイヤモンド表面擾乱の観測	加藤弘樹, 重森啓介, 植田泰智, 長友英夫, 境家達弘, 寺崎英紀, 弘中陽一郎, 中井光男, 疇地宏	大阪大学レーザーエネルギー学研究所	非一様なレーザー照射によってターゲット上にインプリントの擾乱が発生する。直接照射型慣性核融合では、発生するインプリントが核融合反応率に影響を与え、問題となっている。本研究ではインプリント抑制機構解明に向けて、極めて硬いダイヤモンドに生じるインプリント擾乱の定量的評価、さらに照射強度分布と高Z表面コート依存性について実験を行った。講演では、モデル計算や2-D流体シミュレーションを通して観測結果に対する解釈について報告する。
P22	低Tg高分子表面からの金属蒸気分子の離脱現象を用いた希少金属の高効率集積蒸着	王陸、辻岡強	大阪教育大学 教養学科	これまで低ガラス転移点(Tg)有機膜を用いた種々の金属に対する金属蒸着選択性と、マスクレス蒸着による金属パターン形成について報告してきた。この現象を発展させれば、通常の蒸着よりも効率的な集積蒸着が可能である事を見出した。Inはプラスチック部材や微細な部材への耐候性表面メッキなどで産業的に応用されているが、希少金属であるため蒸着時のロスが大きな問題となっている。低Tg高分子材料であるPDMS(Tg=-125°C)を用いて集積蒸着を試みた。通常蒸着は効率約2.5%に対し、集積蒸着は約62%と超高効率な蒸着が達成できた。
P23	フォトリソ膜上における金属蒸着選択性 - 金属種依存性の解明 -	松本彩希、辻岡強	大阪教育大学大学院 総合基礎科学専攻	これまで、フォトリソミック・ジアルキルエーテルエテン(DAE)が光異性化に伴うガラス転移点の大幅な変化により、MgやZnに対して蒸着選択性を示すことを報告してきた。この蒸着選択性は電子デバイスの電極パターン等に応用できる。しかしながら、AgやAuなどの金属は蒸着選択性を示さないことがわかってきた。そこで今回、金属蒸着選択性の法則性解明のために、Bi、Inをはじめとするさまざまな金属の物性とDAE上での蒸着特性を調べた。その結果、金属の蒸気圧が関与しており、蒸気圧が高い金属が蒸着選択性を示しやすい傾向があることがわかった。

P24	フツホウ酸ガラスの構造と光学的特性	篠崎健二、赤井智子、小松高行	産業技術総合研究所	BaF ₂ -Al ₂ O ₃ -B ₂ O ₃ からなる多量のF-イオンを含有したフツホウ酸ガラスを溶融急冷法により評価した。ガラス構造をラマン散乱スペクトルやXPSにより評価した。通常アルカリ土類イオンを含有するガラスでは非架橋酸素を多量に形成するが、このガラスでは非架橋酸素を形成しない事が明らかになった。ガラス構造に起因して、広い光透過領域を持ち、Eu ³⁺ イオンの添加により低濃度消光で高効率の赤色発光を示すことを明らかにした。
P25	揮発性化合物検知に向けた単層カーボンナノチューブキャパシタの作製と応答特性評価	杉浦知樹、田畑 博史、久保 理、片山 光浩	大阪大学大学院工学研究科	揮発性有機化合物(VOC)の高感度検知は健康被害の予防や呼吸器診断のために必要とされている。また、実効表面積が大きな単層カーボンナノチューブ(SWNT)は理想的なセンシングコア材料である。本研究では、単層カーボンナノチューブネットワークを用いたキャパシタンス型ガスセンサーを作製し、エタノール蒸気に対する応答を調べた。作製したセンサーの応答感度は相対濃度10%~100%の間で単調増加の傾向を示し、SWNTの密度が高いほど高い値を示した。
P26	光応答性分子の光異性化と結晶化のin-situ顕微鏡観察	加登山太河、西村涼、當麻真奈、内田欣吾、田和圭子	関西学院大学院工学研究科	ジアリールエテン(DAE)は熱的に安定な光応答性分子で、閉環体→開環体へはUV光照射で、開環体→閉環体へは可視光照射で異性化する。今回報告するDAEは、閉環体への光異性化の後、針状結晶に成長することが知られている。この針状結晶表面は超撥水性を示すことがわかっており、光によって構造を制御し、超撥水性をも制御可能である。本研究では、暗室で作製したDAE薄膜を顕微鏡下に置き、異性化過程と結晶化過程をin situ分光イメージングと明視野イメージングで追跡した。
P27	酵素固定化磁気ビーズを用いたECL消光反応イメージング	井上裕毅、荒木晃子、吉川裕之、斎藤真人、民谷栄一	大阪大学工学研究科	本研究は、カタラーゼを磁気ビーズに固定し、酵素活性性による電気化学発光の消光を検出した。酵素基質は、電極上で負電圧を印加することで発生する酸素還元現象にて生成される過酸化水素を用いた。磁気ビーズを用いることで酵素を濃縮し、電極表面付近での反応を可能にした。ECLイメージングにて酵素活性性による消光が確認できた。

P28	一細胞解析のための遠心回転マイクロ流体デバイスの開発	岡嶋 孝明, Espulgar Wilfred Villariza, 青木 航, 齋藤 真人, 植田 充美, 民谷 栄一	大阪大学大学院工学研究科	一細胞ごとに代謝産物や遺伝子発現が異なることから、異種細胞間の相互作用を一細胞レベルで解析するデバイスが必要とされている。我々は二段階の遠心回転により直径の異なる二種類の細胞を対して捕捉するマイクロ流体デバイスを開発した。まず、二種の直径の蛍光ビーズを用いて、三種類のトラップ形の捕捉率を比較した。また、作製したデバイスで酵母とヒトの細胞を対にして捕捉できることを確認した。
P29	常温無圧カナノインプリント技術をプラズマモニックバイオセンサーチップへの応用開発	姜 舒, 村橋 瑞穂, 齋藤 真人, 民谷 栄一	大阪大学大学院工学研究科	プラズマモニックバイオセンサー特にLSPR法はラベルフリーの検出手段として、近年注目を浴びている。LSPR法に使われるチップは表面の金属ナノ構造が非常に肝要であり、それを作製には、従来法としてEBLなどの高価かつ時間が掛りながら大面積に向かない加工手段が利用されている。そこで、本研究では常温無圧カナノインプリントにより、装置いらずに迅速でかつ大面積にナノパターンを成形できたバイオセンサーチップを発表する。
P30	遠心熱対流PCR法を用いた迅速・簡便な薬剤耐性菌遺伝子検出	高橋 和也, 齋藤 真人, 山本 倫久, 明田 幸宏, 朝野 和典, 民谷 栄一	大阪大学大学院工学研究科	薬剤耐性遺伝子(e.g. IMP-6)を持つ細菌による院内感染は、拡散や患者重篤化の原因となり、早期検出・迅速対応が求められている。そこで、演者らは高感度かつ簡易・迅速な遺伝子検査に向け、遠心制御した対流により、熱交換速度を向上させる、遠心熱対流PCR法を開発した。さらに、試薬調整の簡便化として、試料液の自動秤量機能を持つ流路を備えたチップを作製した。作製したチップを用いて遠心秤量・熱対流PCRを行ったところ、わずか15分でIMP-6産生細菌Total DNAの検出に成功した。
P31	一細胞由来のエクソソーム解析に向けたマイクロアレイデバイスの開発	筒井 敬悟, ESPULGAR Wilfred Villariza, 齋藤 真人, 民谷 栄一	大阪大学大学院工学研究科	エクソソームとは細胞が分泌する直径数十ナノメートルの膜小胞であり、生体内での情報伝達に用いられている。また、がん細胞が放出するエクソソームは増殖や転移に関与していることが示唆されている。本研究において私たちは一細胞から放出されたエクソソームを解析するためのデバイスを開発した。デバイス内で一細胞補足とエクソソームの蛍光染色を行い、細胞によるエクソソーム放出量の不均一性を観察することに成功した。

P32	集光レーザーアニーリングによる貴金属ナノ構造の作製とSERS応用	中川 亮、吉川 裕之、民谷 栄一	大阪大学大学院工学研究科	近年、バイオセンシングの分野で貴金属ナノ構造の光学特性を利用した分析手法が注目されています。中でも表面増強ラマン散乱(SERS)は、貴金属ナノ構造近傍に存在する分子の振動情報を有するため、その信号を測定することで極微量かつ高感度な分析が可能です。そこで本研究では、貴金属薄膜に紫外レーザーを集光しアニーリング(焼きなまし)をすることで貴金属ナノ構造を作製する、集光レーザーアニーリング法を開発しました。
P33	光触媒燃料極を有するアルギン酸燃料電池の動作特性と電極反応機構の検討	Joyotu Mazumder、吉川 裕之、民谷 栄一	大阪大学大学院工学研究科	本研究では非食用の褐色藻類に多く含まれるアルギン酸のエネルギー・物質変換装置として、カーボン基板の表面に光触媒である酸化チタンを修飾した電極を作製し、この電極を用いたアルギン酸燃料電池を構築した。電池の長時間動作を行ったところ、疑似太陽光照射時においては光触媒の被毒の抑制により、未照射時と比べてより高い動作電圧が維持された。電極反応機構、および電極に修飾する触媒材料の検討も行った。
P34	抗体修飾チップを用いたタンパク質バイオマーカーの光ピクアップ型バイオセンシング	芳永 真、吉川 裕之、民谷 栄一	大阪大学大学院工学研究科	タンパク質等の定量に広く用いられているELISA法では、吸光度変化から試料濃度を定量するため、サンプル量(光路長)を必要としており、極微量測定には向いていない。そこで、本研究ではレーザー集光点で誘起されるo-フェニレンジアミン(o-PD)の局所重合反応を利用した光ピクアップ型測定法を提案し、タンパク質バイオマーカーの極微量測定を行った。抗体を修飾した独自の小型チップを作製し、感度や再現性等を評価した。
P35	フェムト秒レーザー誘起衝撃力が水中微小物体に与える作用の解析	山川健、丸山彰彦、上段寛久、飯野敬矩、細川陽一郎	奈良先端科学技術大学院大学	高強度の近赤外フェムト秒レーザーを顕微鏡下で水溶液に集光すると、集光点で衝撃波と応力波が発生し、その近傍にある微小物体に撃力(衝撃力)として作用する。我々は、この衝撃力を利用して、細胞同士の接着強度の評価法、細胞組織の弾性評価法、細胞への外部分子導入法などを開発してきている。本研究では、その基礎としてレーザー誘起衝撃力により誘導される水中微小粒子の動きを解析し、その作用を定量化、定式化した結果について示す。

P36	ラマン分光法による骨芽細胞組織中の	橋本 彩	大阪大学大学院 工学研究科	骨芽細胞による石灰化過程を経時的に解析することは、骨形成機構を解明する上で極めて重要である。そこで我々は、ラマン分光法を用いて石灰化過程の解析を試みてきた。これまでの研究を通し、培養した骨芽細胞組織から得られるハイドロキシアパタイト(HA)のラマンバンドは、HAの純物質のラマンバンドと比較して、低波数側へシフトしていることが明らかとなった。本研究では、数種のアミノ酸をHAに吸着させ、アミノ酸がHAに及ぼす影響について調査した。
P37	光ピンセットを用いた神経伝達物質受容体の分子動態制御	岸本 龍典、前澤 安代、工藤 卓、田口 隆久、細川 千絵	関西学院大学(産 総研)	本研究では、神経シナプス伝達の可逆的制御を目的として、興奮性神経伝達において主要な受容体分子である、AMPA型グルタミン酸受容体の分子動態や分子数を光ピンセットにより操作する手法を検討した。近赤外レーザーを神経細胞表面に集光し、量子ドットで標識したAMPA受容体分子動態の蛍光相関分光解析を行った。レーザー光強度が高く、培養日数の経過とともにAMPA受容体の分子運動が遅くなる傾向を見出し、受容体分子が光捕捉され、集合することを明らかにした。

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 堺工場
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
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)
ネオアーク(株)
パナソニック(株) 全社 CTO 室 技術渉外部
(株)フジキン
三菱電機(株) 先端技術総合研究所
(株)村田製作所
(株)リガク
ローム(株)

(2016年6月10日現在、50音順)