

第一原理電子状態計算による 固体物性・材料機能の予測

First-principles prediction for material property and functionality

研究分野
Department

ナノ機能予測
Theoretical Nanotechnology

研究者
Researcher

南谷英美
E. Minamitani

キーワード
Keyword

第一原理計算、表面界面、層状物質、磁性
first-principles calculation, machine-learning

応用分野
Application

固体物性の理論解析・予測
Theoretical analysis and prediction for material properties

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

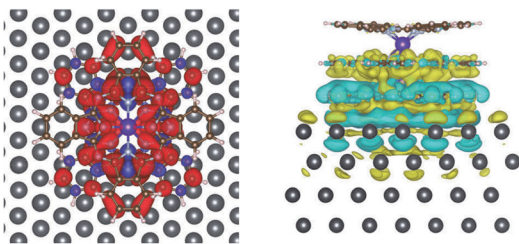
新奇的な固体物性の解明のために原子スケールでのシミュレーションを行っています。

概要・特徴

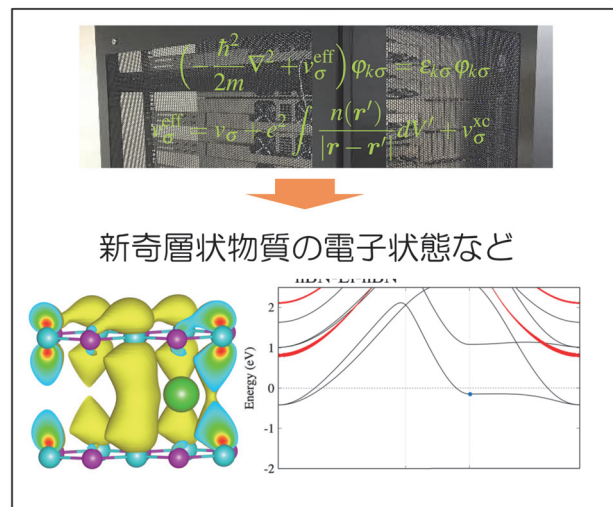
計算機を用いて密度汎関数理論に基づくコーン・シャム電子方程式を解くことにより、物質の電子状態や格子振動の情報（電子・フォノンのエネルギーバンド構造・状態密度）を得ることが可能です。

技術内容

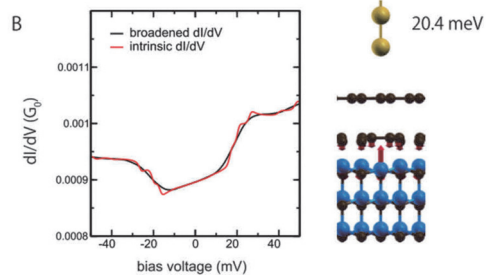
非経験的・量子論的シミュレーション手法である第一原理電子状態計算に基づき、種々の固体系・表面系で発現する物性・機能を理論的に予測する研究を行っています。ナノ構造、物質機能、電子状態の相関を解明することで、新たな機能性物質を設計する研究にも展開しています。



磁性錯体分子と金属表面の相互作用



新奇層状物質の電子状態など



グラフェン/SiC 界面フォノンの解明

社会への影響・期待される効果

次世代エレクトロニクス材料（グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイド層状物質など）などの材料特性解析・基礎物性研究を進めています。電子状態以外にも、格子振動やそれが運ぶ熱についての研究も行っています。

【論文 Paper】

- [1] Phys. Rev. B. 96, 155431 (2017).
- [2] Nat. Commun. 8, 16012 (2017).
- [3] Appl. Phys. Express. 10, 093101 (2017).
- [4] Nanoscale. Adv. 2, 3150(2020).
- [5] Phys. Rev. B, 106, 085202 (2021).
- [6] Nature Commun. 13, 6388 (2022).

トポロジカルデータ解析と 機械学習の物質科学への応用

Application of topological data analysis and machine-learning for materials science

研究分野

Department

ナノ機能予測
Theoretical Nanotechnology

研究者

Researcher

南谷英美
E. Minamitani

キーワード

Keyword

トポロジカルデータ解析、機械学習、アモルファス、熱伝導率、構造物性相関
topological data analysis, machine learning, amorphous, thermal conductivity, structure-property relationship

応用分野

Application

複雑な構造を持つ物質の物性予測
Theoretical prediction of physical properties of materials with complex structures

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

数理学やデータサイエンスの手法を組み合わせることによって、望ましい機能をもつ新物質開発の効率化が求められています。

概要・特徴

構造の特徴を取り出す新しい数学的手法であるパーシステントホモロジーや、機械学習を応用することで、乱れのある複雑な構造での物性を理解し、望ましい機能を発現させるための指針を見出すことを目指しています。

技術内容

■ パーシステントホモロジーによる

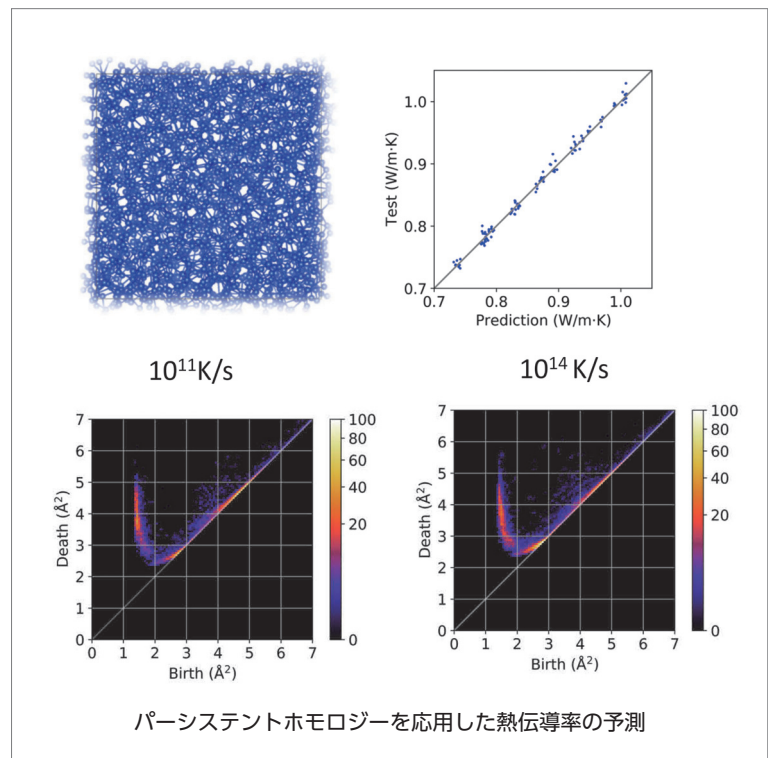
アモルファスでの物性予測：

アモルファスでは結晶とは異なり決まった構造が繰り返される長距離秩序はありません。しかし完全にランダムな構造とも異なり、5から20Å程度のスケールでの中距離秩序があると考えられています。アモルファスの規則性とランダムの中間に位置する構造が、熱伝導率などの物理的性質とどのように関係しているのかをパーシステントホモロジーという数学的手法と機械学習を組み合わせる研究をしています。

■ 機械学習ポテンシャル：精度と計算コストのトレードオフを解決するシミュレーション手法として、第一原理計算結果を再現できる機械学習モデルの構築を進めています。

社会への影響・期待される効果

新材料設計のためのデータサイエンス手法の開発・公開を進めています。とくに、複雑な構造における物性を理論予測する研究を行っています。デバイス材料を始めとする産業応用上重要な物質への応用展開が期待されます。



[論文 Paper] [1] Appl. Phys. Express 12, 095001 (2019). [2] J. Chem. Phys. 156, 244502 (2022). [3] J. Vac. Soc. Technol. A 40, 033408 (2022). [4] J. Chem. Phys., 159, 084101 (2023).

IoT・AIを活用した大面積シート型
センサーシステムの研究開発

Sheet-type Large-area Sensor Systems utilizing IoT and AI

研究分野
Department先進電子デバイス
Advanced Electron Devices研究者
Researcher

関谷 毅 T. Sekitani	植村隆文 T. Uemura	荒木徹平 T. Araki
野田祐樹 Y. Noda	鶴田修一 S. Tsuruta	阿部岳晃 T. Abe

キーワード
Keywordフレキシブルエレクトロニクス、センサー、サイバーフィジカルシステム(CPS)
flexible electronics, sensors, Cyber-Physical Systems応用分野
Applicationバイオシグナルセンサー、ウェアラブルセンサー、IoT
bio-signal sensors, wearable sensors, Internet of Things(IoT)

*基礎・応用にとらわれることなく
広く研究しているのが我々の特徴
です。スタートアップ企業を設立
して、製品を社会に展開している
特長を有しています。

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

優れた機械的特性(フレキシビリティ)と電気的特性を同時に実現した次世代デバイス、“フレキシブルエレクトロニクス・フォトニクス”の研究に取り組んでいます。有機材料を含む機能性ソフト材料を用いた電子デバイス、光デバイスを基盤技術とし、情報通信技術から医療・福祉・バイオ分野、インフラ保守点検など広範な領域において新しい科学を創出します。さらに、その具体的応用例を実証し、社会実装することを目標にしています。

概要・特徴

“フレキシブルエレクトロニクス・フォトニクス”の応用研究は、微細構造形成技術、ナノ構造解析技術、最先端材料科学、高度集積化エレクトロニクス技術に支えられています。我々のグループでは、材料、デバイス、界面物理、物性物理、回路設計、システム設計、情報処理といった広範な学術分野を融合した新しいモノづくりを実現しています。

技術内容

有機材料の「優れた電気的・機械的特性」に加えて、「自己組織化現象(有機超分子構造形成)」、「低エネルギー加工性」を応用したフレキシブルエレクトロニクスの基礎材料・物性研究および応用研究を行っています。特に、有機ナノ分子積層技術、有機半導体/絶縁体界面制御技術、有機分子材料物性制御技術、分析技術、有機回路設計技術といった有機材料特有の技術開発を広範な領域において行うことで、有機トランジスタの高度集積化を実現しています。

有機材料を中心に、柔らかく、使いやすいエレクトロニクスを社会へ展開しています。実際に、研究室発スタートアップ企業PGV株式会社を設立し、医療機器の社会実装を実現するなど、真のモノづくり、価値づくりに取り組んでいます。

社会への影響・期待される効果

- メーターサイズの大面積性と、薄膜高分子フィルムの柔軟性を兼ね備えた大面積センサーシステムの構築とこれより得られる膨大な情報のリアルタイム可視化による社会の最適化
- 実世界の情報を正確かつ存在感無く収集するためのセンサーシステムにより、社会システムをより快適に、最適に、安全安心にするための基盤技術開発
- 次世代医療、ヘルスケア、構造物スマート管理など超少子高齢社会を迎えた我が国において社会基盤を支えるテクノロジーの実現

【論文 Paper】

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| [1] Nature Materials 6 (2007) 413. | [7] Nature 499 (2013) 458. |
| [2] Science 321 (2008) 1468. | [8] Nature Electronics 2 (2019) 351. |
| [3] Nature Materials 8 (2009) 494. | [9] Adv. Mater. 32 (2020) 1902684. |
| [4] Science 326 (2009) 1516. | [10] Adv. Mater. 33 (2021) 2104446. |
| [5] Nature Materials 9 (2010) 1015. | [11] Adv. Mater. (2024) 2304048. |
| [6] Nature Comm. 3 (2012) 723. | [12] Adv. Mater. (2024) 2309864. |



『超薄・柔軟な有機エレクトロニクス技術』



関谷教授HP



研究室HP

研究分野
Department先進電子デバイス
Advanced Electron Devices研究者
Researcher須藤孝一
K. Sudohキーワード
Keywordシリコン微細構造
silicon micro-structure応用分野
Application微小電気機械素子
Micro-Electro-Mechanical-Systems (MEMS)

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

固体材料の様々な産業応用において、ミクロな表面形態を制御することが重要な課題となっており、表面形態の形成メカニズムを理解することは、制御するための第一歩となります。固体表面の表面形態形成現象の普遍的側面に注目し、結晶成長などの非平衡過程を通して表面が形作られていく物理的なメカニズムについて解明し、固体表面の表面形態を利用した産業応用への展開を進めます。

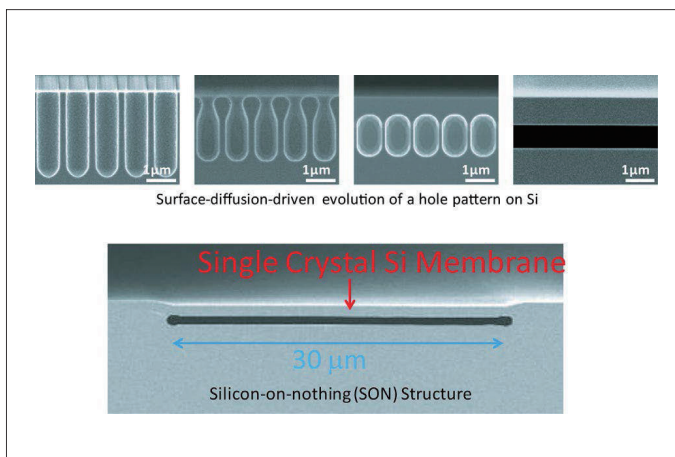
概要・特徴

リソグラフィーや水素アニールなど標準的な半導体製造技術を利用して簡便なプロセスによって、シリコン基板に空洞構造やシリコン膜を形成することが可能です。

技術内容

シリコン基板上に形成した高アスペクト比の微細ホールパターンを高温アニールすることによって引き起こされる自発的形態変化を利用してシリコン基板中に様々な微細空洞構造を形成することができます。また、100nmから1 μ m程度のシリコン膜を形成することも可能です。

シリコン基板上に形成した微細構造を水素雰囲気や真空中など酸化が起こらない環境で高温アニールすると表面拡散による形態変化が起こります。高アスペクト比のホールが表面拡散によって変形するとき、ホールの開口が自発的に閉じてシリコン基板中に空洞が形成されます。初期のホールパターンの設計によって様々な空洞構造を形成することが出来ます。



社会への影響・期待される効果

- 従来にない簡単なプロセスでシリコン基板中に微細空洞構造を作製する
- 安価で高品質な単結晶シリコンナノ膜の作製を実現する

【論文 Paper】

- [1] K. Sudoh, R. Hiruta, H. Kuribayashi, J. Appl. Phys. 114, 183512 (2013).
[2] K. Sudoh, H. Iwasaki, R. Hiruta, H. Kuribayashi, R. Shimizu, J. Appl. Phys. 105, 083536 (2009).

スピノカ学センサの開発

Development of spintronics mechanical sensor

研究分野
Department界面量子科学
Interface Quantum Science研究者
Researcher千葉大地
D. Chibaキーワード
Keywordスピントロニクス、ひずみゲージ、フレキシブルエレクトロニクス、
サイバーフィジカルシステム
Spintronics, Strain gauge, Flexible electronics, Cyber-physical system応用分野
Application力学量センシング、フレキシブル・ウェアラブルデバイス
Mechanical sensing, Flexible and wearable devices

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

フィジカル空間において力学量は最も重要な物理量です。力学センサの高感度化・低電圧駆動・低消費電力化は、高度なサイバーフィジカルシステムの構築に不可欠であるにも関わらず、センサ自体の革新は置き去りにされています。

概要・特徴

世界最高感度のフィルム型ひずみゲージの開発に成功しています。高度に蓄積された“スピントロニクス”技術を新たな社会実装の方向へ導くものです。

技術内容

- 磁界センサや磁気メモリとして市販されているスピントロニクス素子を用い、圧倒的優位性を有する力学センサを開発
- 世界最高感度のフィルム型ひずみゲージを実現、生体モーションを同定を実証
- 圧力センサ等への搭載を通じた社会実装実験を推進中
- スピントロニクス素子の不揮発性を利用した無電源センシングへの展開も視野に

社会への影響・期待される効果

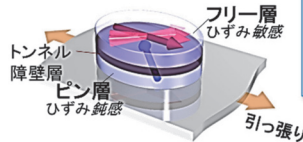
これまで、力学センサの出力を上げるために高い電源電圧を要していましたが、スピノカ学センサは低電源電圧で高感度、エネルギーハーベスタ程度の電力で駆動できる低消費電力という圧倒的性能を持ちます。高度に蓄積されたスピントロニクス技術を活かすことで速やかに圧力センサやロードセルへの搭載、製品化に結び付くだけでなく、集積化・ウェアラブル化・スピンの特徴を生かした無電源センシング化などにより、力学センサ市場のゲームチェンジに挑みます。

【論文 Paper】

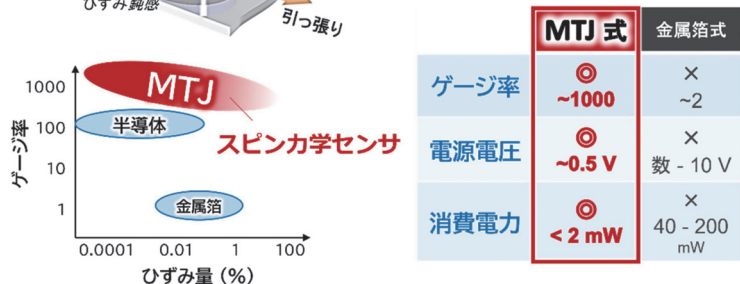
- [1] Nature Elec. 1 (2018) 124-129
- [2] Appl. Phys. Lett 114 (2019) 132401
- [3] Appl. Phys. Lett 114 (2019) 202401
- [4] Appl. Phys. Lett. 120, (2022) 072407

【特許 Patent】

- [1] 特許第6722304号
- [2] 特許第7031023号
- [3] 特願2021-198498
- [4] 特願2021-137247号
- [5] 特願2022-018696
- [6] 特願2024-032465

MTJ(磁気トンネル接合)式
スピノカ学センサ

優位性①：圧倒的高感度
優位性②：圧倒的低電圧駆動
優位性③：圧倒的低消費電力



水素を利用したスピントロニクス材料の磁気特性制御

Hydrogen-induced control of magnetic properties of spintronics devices

研究分野

Department

界面量子科学
Interface Quantum Science

研究者

Researcher

小山知弘
T. Koyama

キーワード

Keyword

スピントロニクス、水素、触媒、ナノテクノロジー
spintronics, spin chirality, nanotechnology

応用分野

Application

次世代情報処理・センシングデバイス
pathogen detection, medical diagnosis, drug development

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

水素は最も小さい元素であり、材料中に侵入しその物性を変化させることが知られています。しかし半導体や超伝導体を用いた研究に比べて、磁性材料の水素制御に関する研究はあまり報告例がありません。我々は磁性ナノ薄膜に代表されるスピントロニクス材料において、磁気特性を水素により制御し、新しい機能を開拓することを目指して研究を行っています。

概要・特徴

強磁性体/非磁性金属ナノ多層膜構造において、非磁性層の触媒効果を利用することにより磁気特性の水素制御が可能になることを実証しました。

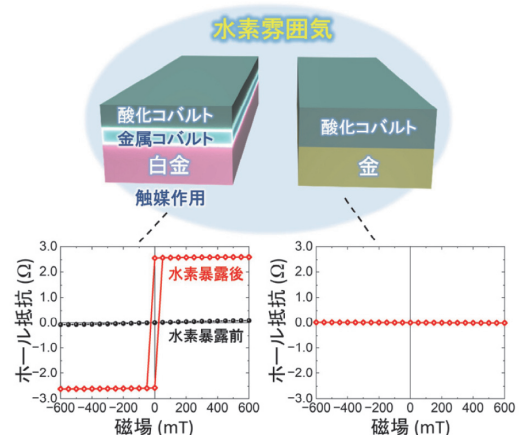
技術内容

- 劣化し磁力を失った磁性ナノ薄膜を白金(Pt)と積層させることで、常温で水素ガスにさらすという温和な条件下で磁力が回復することを発見しました。
- 金(Au)と積層させた試料では上記の変化がみられなかったことから、Ptの強力な触媒作用によりナノ磁性体の水素還元が促進されていることが明らかになりました。
- 水素を利用することで、フェリ磁性体(希土類元素と遷移金属からなる合金系で、両者の磁気モーメントが反平行結合している材料)の磁気特性を制御できることを発見しました。反平行結合は磁気モーメントの超高速ダイナミクスの起源であることから、これを水素制御することで強磁性体を用いた場合に比べてはるかに高速に動作するスピントロニクスデバイスを作り出すことが可能となります。
- 水素雰囲気下での測定系を開発し、水素による磁気特性変化をリアルタイムで観測する研究も進めています。

社会への影響・期待される効果

触媒効果を利用することで、多層膜構造における「層選択的」水素化が可能となります。これにより界面磁気異方性やスピン流など様々なスピントロニクス現象を水素により制御できるようになり、磁気メモリやセンサーの性能向上に繋がります。さらに本研究は、スピントロニクスと触媒というこれまで交わることがなかった研究領域を融合させ、新たな学際領域を切り拓く先駆的な研究へと発展することが期待されます。

【論文 Paper】 [1] Appl. Phys. Lett. 126, 262403 (2025).



触媒作用による磁性回復の概念図および磁力の測定結果

電界制御量子ドットを使った量子中継器開発

Development of quantum repeaters using electrically-controlled quantum dots

研究分野
Department量子システム創成
Quantum System Electronics研究者
Researcher大岩 顕
A. Oiwaキーワード
Keyword量子ドット、電子スピン、光子、量子中継、量子インターフェース
quantum dots, electron spin, photon, quantum repeaters, quantum interface応用分野
Application量子暗号通信、量子インターネット
flexible and wearable devices, switching and sensing devices,
Nano Electro Mechanical Systems(NEMS)

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

IoTが発達した将来の情報社会において、絶対に安全な通信方法を提供する量子暗号通信の研究開発が進みますが、その長距離化を実現する手法や物理系が未だ未解決です。これを解決して、絶対に安全なグローバル量子暗号通信ネットワークを構築することが必要です。

概要・特徴

電気制御量子ドットを使って、量子メモリー機能を有する光子-スピン量子インターフェースを開発し、長距離量子暗号通信のための量子中継器を実現します。

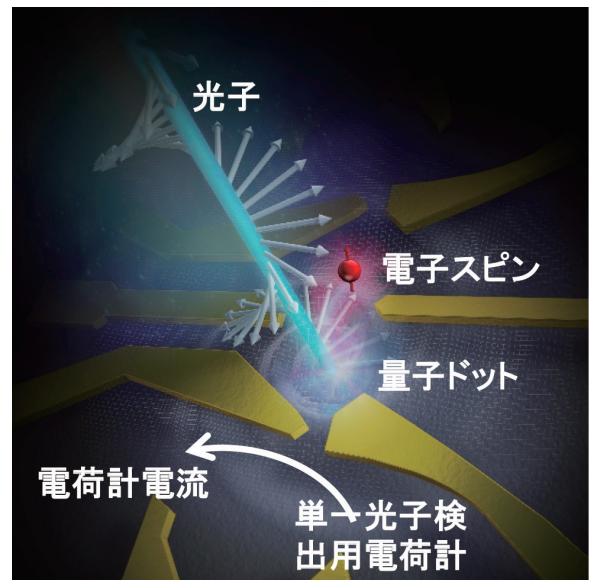
技術内容

- 減衰した量子情報を復調する量子中継器が必要で、その開発に不可欠な量子メモリー機能を有する光-スピン量子インターフェースをコア技術とした量子中継技術を開発します。
- 量子中継器は、光と固体量子ビットの間で量子情報を変換するインターフェースと量子メモリーで構成されます。我々は単一光子から半導体量子ドット中の単一電子スピンとの変換の技術を有します。
- 通信波長帯域での変換技術を開発したうえで、光学系や電子スピン操作・検出回路、それらを統合した量子中継システムなどの設計・開発と量子中継の実証を行います。
- 高効率量子もつれ光源の技術開発とのタイアップ。

社会への影響・期待される効果

量子暗号通信のグローバルネットワークが構築され、絶対に安全に情報をやり取りできる社会がもたらされます。

量子コンピュータや原子時計、あるいは量子センサーなどを接続した量子インターネットを構築することで、量子情報を最大限に活用します。



【論文 Paper】

- [1] T. Fujita et al., Phys. Rev. Lett., 110, 266803 (2013).
 [2] A. Oiwa et al., J. Phys. Soc. Jpn. 86, 011008 (2017).
 [3] K. Kuroyama et al., Phys. Rev. B 99, 085203 (2019).

- [4] K. Kuroyama et al., Sci. Rep. 7, 16968 (2017)
 [5] T. Fujita et al., Nature communications 10, 2991 (2019).

量子ビットのシャトリング技術の開発

Development of a semiconductor spin qubit transfer

研究分野
Department量子システム創成
Quantum System Electronics研究者
Researcher藤田高史
T. Fujitaキーワード
Keyword量子ドット、スピン、集積化、量子技術
quantum dots, spin, integration, quantum technologies応用分野
Application量子計算、量子シミュレーション
quantum computing, quantum simulation

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

量子コンピュータ開発が激化しながらも、物理を含めた基礎研究は未だ切り離せず、世界中の研究機関や企業で要素技術の研究開発が進められています。様々な物理系が量子ビットとして研究されている中で、半導体量子ドット中の単一電子スピンは、電気的制御と集積化への適性といった利点により注目されています。

概要・特徴

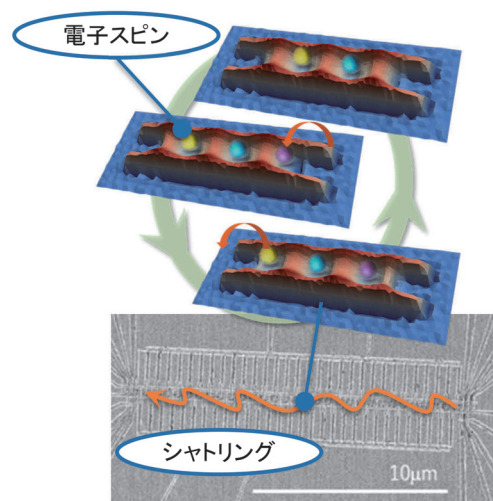
半導体スピン量子ビットの大規模集積化を可能にする、量子ドット間の伝送・量子結合を実現し、半導体スピンのオンチップネットワーク化に貢献します。

技術内容

- 半導体量子ドットとして、量子井戸基板表面のゲート電極を用いて、量子井戸中に誘起・制御されるゲート制御量子ドットを用います。
- 半導体量子ドットの1次元配列デバイスを延長した物理研究は世界的にもまだあまり進んでいません。中規模集積デバイスの試作、多重量子ドットの機械制御、スピン量子ビットの検証実験に取り組みます。
- 量子ドット1次元配列デバイスを用いて、量子伝送・もつれ配信・量子結合・多体量子系のシミュレーションへと発展します。
- 量子技術に着目した半導体産業とタイアップ。

社会への影響・期待される効果

半導体スピン量子ビットの集積化が進むことで、スピン量子コンピュータの早期実現が期待されます。量子コンピュータを実現すれば、その圧倒的な処理能力を活かして、新薬・新材料の開発や災害予測への活用が期待されます。



【論文 Paper】

[1] T. Fujita et al., npj Quantum Information 3, 22 (2017).

機能性酸化物を用いた新奇ナノデバイス創製

Fabrication of novel devices based on functional oxide materials

研究分野
Departmentナノ機能材料デバイス
Functional nanomaterials and nanodevices研究者
Researcher田中秀和
H. Tanakaキーワード
Keyword機能性酸化物、二酸化バナジウム、二次元原子層材料
functional oxide, vanadium oxide, 2D material応用分野
Applicationフレキシブルデバイス、抵抗スイッチ素子、赤外線センサー、NEMS
flexible and wearable devices, switching and sensing devices, Nano Electro Mechanical Systems(NEMS)

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

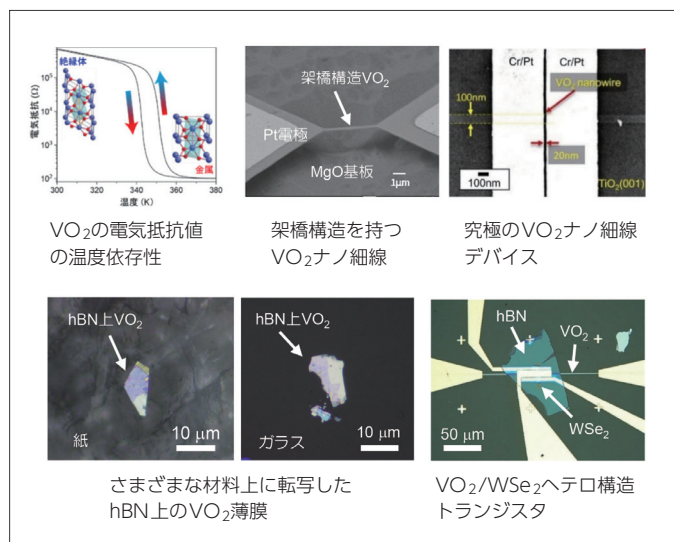
二酸化バナジウム(VO_2)は、 67°C 付近において絶縁体状態から金属状態へと相転移します。この相転移に伴い電気抵抗値が5桁ほど、赤外線の透過率が50%以上変化するため、抵抗スイッチ素子や赤外線センサーへの応用が期待されます。

概要・特徴

機能性酸化物である VO_2 をナノ構造化させたり、異種機能材料とヘテロ構造化させたりすることで、 VO_2 のデバイス応用展開の可能性を広げました。

技術内容

- 酸化マグネシウム(MgO)基板上に成長させた VO_2 薄膜を、 MgO 基板を選択的にエッチングすることで、基板から数 μm 浮いた架橋構造にすることに成功。
- リソグラフィ技術を駆使することで、電極間距離20nm、線幅100nmの VO_2 ナノ細線デバイスを作製。
- VO_2 を、六方晶窒化ホウ素(hBN)上に薄膜成長させ、形成した VO_2 薄膜とhBNとの積層構造を、粘着性ポリマーを介して異種材料上に転写させることに成功。
- VO_2 と二次元半導体である二セレン化タングステン(WSe_2)をヘテロ構造化させることで、急峻にオン・オフスイッチする新原理トランジスタの作製に成功。



社会への影響・期待される効果

今回作製したナノ架橋構造型 VO_2 は、熱散逸が極端に抑制されるため、これを用いれば抵抗スイッチの超低消費電力化、赤外線センサーの超高感度化が期待できます。また、 VO_2 架橋構造は機械的柔軟性を有するため、アクチュエータへの応用も期待できます。

hBNと VO_2 との積層構造を柔軟な材料に転写することで、近年その需要が高まっている、ウェアラブルデバイスやペーパーデバイスなどへの応用が期待できます。また、どのような形状の窓にも適用できるスマートウィンドウなどの開発も期待されます。

【論文 Paper】

- [1] Appl. Phys. Lett. 107 (2015) 143509(1-6) [3] Adv. Materials 25 (2013) 6430-6435
[2] Appl. Phys. Exp. 7 (2014) 023201 [4] ACS Appl. Mater. and Inter. 11 (2019) 3224-3230-(1-9)

強相関電子系金属酸化物の精密3次元ナノ構造創製

Fabrication of 3D nanostructures based on strongly correlated transition metal oxides

研究分野

Department

ナノ機能材料デバイス

Functional nanomaterials and nanodevices

研究者

Researcher

田中秀和

H. Tanaka

服部 梓

A. N. Hattori

キーワード

Keyword

3次元ナノ構造、機能性酸化物、相変化、ナノテンプレート

3D nanostructures, functional oxides, phase change, nano template

応用分野

Application

3次元ナノ機能デバイス

3D nano functional devices

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

強相関電子系金属酸化物は、金属-絶縁体相転移に伴う抵抗変化が劇的で 10^3 - 10^5 にも及ぶためナノエレクトロニクスへの展開が期待されています。しかし、金属酸化物は一般的に難加工材料のため、100 nmを下回るサイズの構造を作る技術が確立されていません。

概要・特徴

トップダウンとボトムアップを組み合わせた独自のナノ構造創製技術により、サイズ制御精度10nm以下で金属酸化物の3次元立体造形技術を確立しました。

技術内容

傾斜パルスレーザー堆積法 (PLD) 蒸着により、基板上に作製した3次元テンプレートの側面に成長起点を誘導し、テンプレート側面から分子層厚さ精度でサイズ制御したナノ構造を作製する手法を開発しました。テンプレートの形状、配置情報を正確に転写し、かつリソグラフィ分解能に縛られず分子層レベルでナノ構造のサイズ制御が可能であり、基本的にすべての物質に適用できる手法です。

立体基板の側面構造を原子レベルで観察・制御する手法も確立しており、これまでの加工、造形、構造評価技術の次元性と精度を大幅に向上した立体ナノ構造創生技術です。

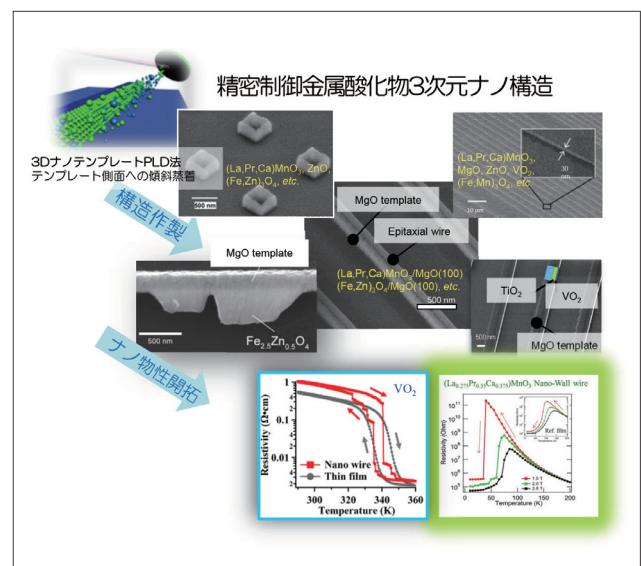
社会への影響・期待される効果

ナノ細線試料では薄膜に比べて 10^3 - 10^6 倍もの急激な金属-絶縁体相転移に伴う抵抗変化を発見し、その起源が制限空間内に閉じ込められた電子集団の生成・消滅挙動に起因することを明らかにしました(ナノ構造増感効果)。

極限ナノ構造によるナノ電子相への直接アクセスの可能性を秘めており、人為的な相転移現象の機能化の方法論確立に向けて研究を進めています。魅力的ではあるが操作が難しく、これまでポテンシャルが充分に引き出せていなかった強相関金属酸化物に対して、機能発現の起源を解明し、物性操作法の確立が期待できます。

【論文 Paper】

- [1] Nano Letters 15 (2015) 4322-4328.
[2] Nano Lett. 19(2019) 5003-5010.



研究分野
Department先端ハード材料
Advanced Hard Materials研究者
Researcher関野 徹
T. Sekinoキーワード
Keywordナノチューブ、ナノシート、高次機能触媒、エネルギー変換
nanotube, nanosheet, multifunctional catalyst, energy conversion応用分野
Application触媒（環境浄化、光、不均一系）、太陽電池、センサー、生体適合材料
catalyst (environmental/heterogeneous/photo), solar cell, sensor, biocompatible material

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

酸化チタンを基礎とする酸化物ナノチューブやナノシート材料は、Ti-O結合に基づく結晶構造およびその電子状態に由来して発現する光化学物性と低次元ナノ構造との相関により、優れた光触媒能や特異な選択的分子吸着能の共生など従来材料にない多機能性を示します。

概要・特徴

酸化物材料の結晶およびナノ構造と機能を多角的にチューニングして高次機能を更に向上させ、次世代型の環境浄化機能材料、エネルギー創製材料や電池電極、光および化学センサー、更には多機能型生体適合・機能材料など、様々な応用展開・実用化を志向して研究を進めています。

チタニアナノチューブは通常の酸化チタンにはない優れた選択的分子・イオン吸着能と光触媒能を併せ持つ（能動型環境浄化機能）など、単材料でありながら物性-低次元構造協奏に基づく優れた多機能性を持ち、広範囲な環境およびエネルギー材料、更にはバイオマテリアル材料への展開が可能です。

技術内容

ごく簡単に環境低負荷な溶液化学プロセスによりナノチューブ構造などの低次元ナノ構造を持つチタニアを高収率で合成することができるほか、金属表面に直接ナノ構造を形成したりコーティングすることも可能です。さらに、機能性元素固溶やナノ複合化、ポリマーとのナノハイブリッド化など構造修飾を駆使し、物理的光化学的機能を更に向上させることができます。加えて分子レベル構造制御で可視光応答化も可能です。高効率の水分分解光触媒のほか、吸着・光触媒特性の共生と向上、太陽電池電極特性の向上、室温ガスセンシング機能化などが可能です。

社会への影響・期待される効果

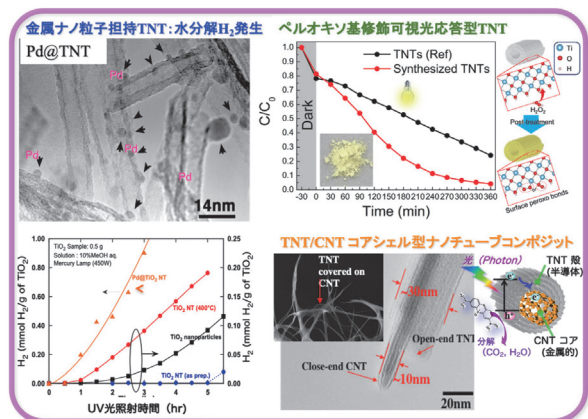
- 環境浄化・エネルギー創製機能材料、室温駆動型高性能ガスセンサー材料としての展開
- 多機能性を同時に獲得した材料デバイス（センサー等）の創出
- 多機能性生体適合性材料、バイオメディカル材料（DDS・PDT等）、衛生機能材料としての応用

【論文 Paper】

- [1] Chem. Commun., 57 (2021) 12536.
 [2] RSC Advances, 11 (2021) 18676.
 [3] ACS Appl. Nano Mater., 3 (2020) 7795.
 [4] ACS Appl. Nano Mater., 2 (2019) 6230.
 [5] Nano Biomed., 8 (2016) 41.

【特許 Patent】

- [1] 特開2021-171734
 [2] 特許第4868366号



高次機能を集約したマルチタスク型 先端セラミックス基複合材料の創製

Development of Multitask-type Advanced Ceramic-based Composites with Integrated Functions

研究分野
Department

先端ハード材料
Advanced Hard Materials

研究者
Researcher

関野 徹
T. Sekino

キーワード
Keyword

セラミックス、複合材料、マイクロ/ナノ構造、異方性、機能統合、力学/電気/磁気/光化学機能、室温損傷修復機能
ceramics, composite, micro/nanostructure, anisotropy, function integration, mechanical/physical/electrical/photochemical functions, room-temperature crack-healing function

応用分野
Application

機能性構造用材料、易加工セラミックス、損傷修復材料、能動的センサデバイス、デバイス製造装置、人工歯骨
functional structural materials, machinableceramics, crack-repair/healing materials, active sensor, device manufacturing, artificial teeth/born

研究開発段階

基礎

実用化準備

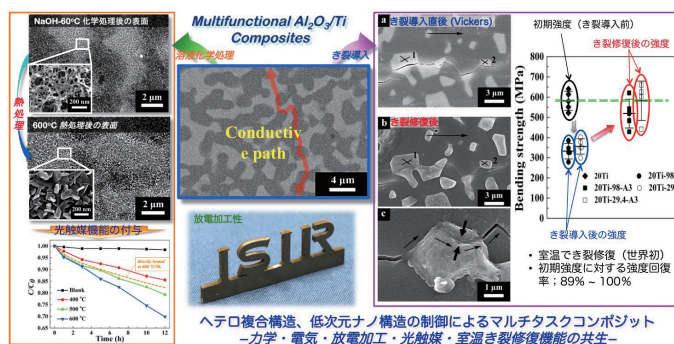
応用化

背景

構造用セラミックス材料が持つ力学的・熱的機能を更に向上させると共に、電気的性質や光化学的性質、磁氣的誘電的性質などの機能性を同時に共生させることで、ひとつの材料で多様な機能性を獲得し、様々な応用が可能な「マルチタスクな材料」の創製が期待されます。

概要・特徴

構造的機能（力学特性、耐摩耗性、耐熱性）に限定されていた従来の構造用セラミックス材料に、多様な複数機能を共生できます。これにより放電加工性や室温き裂損傷修復機能（世界初の成果）、光触媒機能を同時に備えた新規なセラミックス材料を創製し、生体親材料、機能性電極、光電変換材料、セルフセンシング構造材料などへの展開が可能な、そのものが多様なデバイス型機能を持つ「マルチタスク型材料」のコンセプト提案・創製および機能検証の研究を進めています。



ヘテロ複合構造、低次元ナノ構造の制御によるマルチタスクコンポジット
—力学・電気・放電加工・光触媒・室温き裂修復機能の共生—

技術内容

セラミックスを中心としたバルク材料に、ナノ/マイクロサイズ金属や機能性物質を分散複合化し、構造ユニット毎にその異方構造や配列構造（パーコレーション）、界面を設計・制御すると共に、各機能評価と機構解明を通じて高次な機能集約を果たした「マルチタスク機能型セラミックス」の創製および実証を行っています。

一例として、アルミナ (Al_2O_3) セラミックスに金属チタン (Ti) を分散複合化した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ti}$ 複合材料は、破壊靱性の向上、Ti粒子のパーコレーションによる電気伝導性の共生、通常のセラミックスでは不可能な放電加工性の付与が可能です。さらに、導電性と化学反応性を制御し、室温での電気化学的処理で材料に生じたき裂損傷を修復し、損傷により低下した強度を初期値まで回復させることを実証（世界初）しました。加えて、化学的または熱的処理で表面ナノ構造酸化物を形成し、光触媒機能を同時に付与することが可能です。

社会への影響・期待される効果

- 力学的機能と多様な物理光化学機能（例えば光触媒機能）が融合したセラミックスの創製
- 室温プロセスによる損傷・き裂修復が可能なセラミックス基材料の創製と機構提案
- デバイス型機能材料の創製およびシステム小型・軽量・低コスト化

【論文 Paper】

- [1] J. Am. Ceram. Soc., 104 (2021) 2753.
- [2] J. Alloys Comp., 851 (2021) 156895.
- [3] J. Am. Ceram. Soc., 103 (2020) 4573.

- [4] J. Am. Ceram. Soc., 102 (2019) 4236.
- [5] J. Ceram. Soc. Japan, 126[11] (2018) 877.
- [6] J. Am. Ceram. Soc., 101 (2018) 3181.

【特許 Patent】

- [1] 特開2020-094233
- [2] 特許第5189786号
- [3] 特許第3955901号

機能性電解液材料

Multifunctional liquid electrolyte materials

研究分野
Departmentエネルギー・環境材料
Energy and Environmental materials研究者
Researcher山田裕貴 片山 祐 近藤靖幸
Y. Yamada Y. Katayama Y. Kondoキーワード
Keywordエネルギー貯蔵・変換、電気化学反応、電解液、電気自動車 (EV)
Energy storage & conversion, electrochemical reactions, electrolytes, electric vehicles (EV)応用分野
Application電気化学デバイス、二次電池、電解反応
Electrochemical devices, rechargeable batteries, electrolysis

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、二次電池や電解反応など、電気化学的なエネルギー貯蔵・変換デバイスの重要性が高まっています。その中で、電解液は、イオン輸送を担うだけでなく、反応場となる電極/電解液界面の形成という役割を有し、上記デバイスの性能や安全性を決める重要な液体材料となっています。

概要・特徴

- さまざまな機能性電解液材料（非水系・水系）を開発しました。
- 各種電気化学デバイスに応用することで、既存材料では不可能な性能・特性を実現しました。

技術内容

●液体中における(1)イオンと溶媒分子の配位状態、(2)化学ポテンシャル、(3)表面被膜形成反応を統合的に制御する独自の電解液設計を確立しました。●高い耐電圧性、電極反応の高速化、金属の酸化腐食の抑制、難燃性など、多様な機能を持った非水系電解液材料を開発しました。●リチウムイオン電池電解液に必要な不動態被膜形成溶媒とリン系難燃剤の分子構造を融合し、不動態被膜形成能と難燃性を兼ね備えた新有機溶媒を設計・合成しました。●水の電気分解を高度に抑制することができる、3V以上の耐電圧性を有する水系電解液を開発しました。

社会への影響・期待される効果

- リチウムイオン電池の高電圧化・難燃化・超長寿命化（全固体電池の長所を液系で実現）→EVの航続距離延長、火災事故防止、廃バッテリーの低減
- 超高エネルギー密度のポストリチウムイオン電池（リチウム金属電池、フッ化物イオン電池など）→長距離ドローンなどEV以外の用途開拓
- 製造時にドライルームを必要としない水系リチウムイオン電池→低CO₂排出・低コストの電池生産プロセスの実現
- 水をプロトン源とした強還元電解デバイス（CO₂→有用化学物質、N₂→アンモニアなどの変換）→副反応となる水の還元を抑制し、既存電解液では不可能な高効率・反応選択性の実現

【論文 Paper】

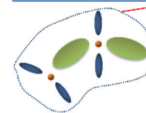
- [1] J. Am. Chem. Soc., 136 (2014) 5039 [6] Angew. Chem. Int. Ed., 58 (2019) 8024
 [2] Nature Commun., 7 (2016) 12032 [7] Nature Energy 5 (2020) 291
 [3] Nature Energy 1 (2016) 16129 [8] Nature Energy 7 (2022) 1217
 [4] Nature Energy 3 (2018) 22 [9] Nature Sustainability, 6 (2023) 1705.
 [5] Nature Energy 4 (2019) 269 [10] Advanced Materials, e14060 (2025)

【特許 Patent】

- [1] 特許第 5816997 号
 [2] 特許第 5816998 号など
 登録特許（電解液関係）計34件

独自の電解液設計

- (1) 配位状態
- (2) 化学ポテンシャル
- (3) 被膜形成



機能性電解液材料

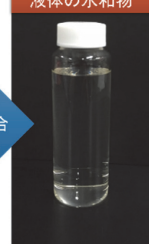


- 耐電圧性
- 難燃性
- 高速反応
- 腐食抑制など

機能性電解液材料の一例(水系)



液体の水和物



3V以上でも電気分解しない

研究分野
Department自然材料機能化
Functionalized Natural Materials研究者
Researcher能木雅也
M. Nogiキーワード
Keywordセルロースナノファイバー、水中短絡防止材料、高透明・絶縁・高耐熱性
cellulose nanofiber, water protection, high transparency, high insulation, high heat resistance応用分野
Application透明フィルム、生分解性デバイス、マイグレーション防止材
transparent film, biodegradable device, electro chemical migration

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

私達はセルロースナノファイバーを使い「透明な紙」を発明しました。また、デバイス回路をセルロースナノファイバー薄膜で覆っておくと、水没した際の短絡故障を防ぐことも明らかにしました。さらに、生分解性デバイスへの応用も可能です。

概要・特徴

- フレキシブル電子デバイスへの応用に向けて、セルロースナノファイバー材料の開発を行っています。
- 水没故障を防ぎ、土に還るセンサデバイスを実現します。

技術内容

【濡れても、故障しない電子機器の実】

- 電子回路は濡れると、ショートし、発熱・発火します。
- 従来は、回路が濡れないように、ポリマーで防水コート（封止）しています。しかし、ポリマー封止材が破損すると、水が浸入し、ショートします。
- セルロースナノファイバー薄膜で回路をコートしておけばショートしません。また、もし薄膜が破損しても、ショートしません。

【土に還るセンサデバイスの開発】

- セルロースナノファイバーを用いて、高性能キャパシタを開発しました。
- コイルや抵抗なども実装し、雰囲気湿度情報を無線送受信できるセンサデバイスを開発しました。
- このセンサデバイスは、紙（セルロースナノファイバー）と金属、石ころ（鉱物）という自然の恵みだけで作られています。
- したがって、使用後に土中へ放置すると、40日後には総体積の95%以上が分解します。

社会への影響・期待される効果

これまでのポリマーベースの電子デバイスは、割れて濡れると短絡故障します。しかしセルロースナノファイバーを利用すれば、割れて濡れても、電子デバイスは短絡故障しません。また、ポリマーベースの電子デバイスは野外放置するとゴミになりますが、セルロースナノファイバーを利用した電子デバイスは循環型資源になります。したがって、セルロースナノファイバーは、これからの未来社会において重要な材料となるでしょう。

【論文 Paper】

- [1] ACS Appl. Mater. Interfaces, 11 (2019) 43488, DOI: 10.1021/acsami.9b13886
[2] ACS Appl. Mater. Interfaces, 4 (2021) 3861, DOI: 10.1021/acsanm.1c00267

●詳しくはQRコードより動画にアクセス! →

Damaged Coating Under Water

Long-term Protection by Cellulose Nanofiber

40日後
95%以上分解

20日後

10日後
(土中)

ナノベーパー

ナノベーパーIoTデバイス
湿度情報を無線で発信

●詳しくはQRコードより動画にアクセス! →

きめ細かな
天候情報収集

リアルタイム・高精度な
気象情報提供

食糧生産の管理
の効率化

●その他研究成果は、こちらから、YouTubeチャンネルにアクセス

木から生まれる夢の新素材
セルロースナノファイバー研究最前線

透明な紙が
私たちの未来社会に優しい変革をもたらす

研究分野
Department

自然材料機能化
Functionalized Natural Materials

研究者
Researcher

古賀大尚
H. Koga

キーワード
Keyword

ナノセルロース、ナノキチン、環境調和性・持続性エレクトロニクス、リキッドバイオプシー
nanocellulose, nanochitin, environmentally friendly and sustainable electronics, liquid biopsy

応用分野
Application

半導体ナノ材料、サステナブルデバイス、センサー・エネルギー応用、ヘルスケア
semiconducting nanomaterials, sustainable device, sensor and energy applications, healthcare

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

樹木由来のナノセルロースや甲殻類由来のナノキチン等、地球には魅力的なバイオマスナノ材料が存在します。しかし我々は、バイオマスナノ材料の秘めた機能をまだ使いこなせていません。

概要・特徴

持続可能なバイオマスナノ材料の「ナノ/マイクロ構造設計・複合材料構造設計・分子構造設計」に係るコア技術を構築し、目的・用途に合わせてそれらを自在に組み合わせることで、環境や生体と調和する革新的機能材料の創出に取り組んでいます。「伝統と先端と異分野の融合」をキャッチフレーズに、物質・エネルギー変換、エレクトロニクス、医療といった幅広い展開にチャレンジしています。

技術内容

【環境・生体調和性、持続性エレクトロニクス】

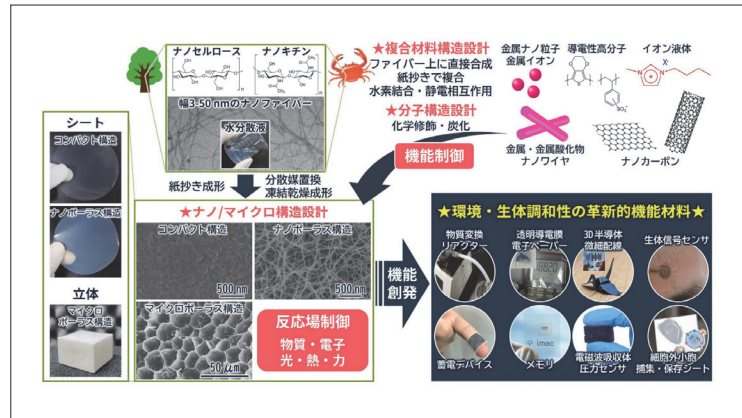
- ナノセルロースシートと種々の電子材料を複合し、透明導電膜、電子ペーパー、メモリ、キャパシタ、生体信号センサといった、高性能、フレキシブル、生分解性、皮膚親和性を示す電子デバイス素子群を創出しました。
- 絶縁体であるナノセルロースやナノキチンの半導体化、および、センサ、エネルギー変換、電磁波吸収等への応用も進行中です。

【簡便・高効率ナリキッドバイオプシー】

- ナノポーラス構造を設計したナノセルロースシートに10 μ Lの唾液を滴下して10秒乾燥させるだけの、簡便で無侵襲な細胞外小胞捕集技術を開発しました。
- 捕集した細胞外小胞は、室温で7日以上も安定保存可能で、非常に多種のmicroRNAを検出できました。現在、がん診断応用等も進行中で、次代の予防医療への貢献を目指しています。

社会への影響・期待される効果

- バイオマスナノ材料のエレクトロニクス・医療応用を拓き、新たな高付加価値の創出に貢献
- 持続可能なバイオマス由来のマテリアル・サステナビリティトランスフォーメーションに寄与



【論文 Paper】

- [1] Nat. Commun., 14, 6915 (2023). [2] ACS Appl. Mater. Interfaces, 15, 41723 (2023). [3] Chem. Eng. J., 469,144010 (2023). [4] ACS Nano, 16, 8630 (2022). [5] Chem. Eng. J., 450, 137943 (2022). [6] Chem. Mater., 34,7379 (2022). [7] J. Mater. Chem. C, 10, 3712 (2022). [8] ACS Appl. Mater. Interfaces, 11, 15044 (2019). [9] ChemSusChem, 10, 2560 (2017). [10] NPG Asia Mater., 8, e310 (2016). [11] Adv. Mater., 27, 1112 (2015). [12] NPG Asia Mater., 6, e93 (2014). [13] Adv. Funct. Mater., 24, 1657 (2014).

【特許 Patent】

- [1] 特許7426725号
[2] 特許6630091号
[3] 特許6144982号
[4] 特許5970915号
[5] 特許5566368号

波長選択型有機太陽電池の開発

Development of wavelength-selective organic solar cells

研究分野
Departmentソフトナノマテリアル
Soft Nanomaterials研究者
Researcher家 裕隆
Y. Ieキーワード
Keyword有機半導体材料、光・電子機能材料
organic semiconducting materials, photo and electronic functional materials応用分野
Application有機太陽電池、有機トランジスタ、有機フォトディテクター
organic solar cell, organic transistor, organic photodetector

研究開発段階

基礎

実用化準備

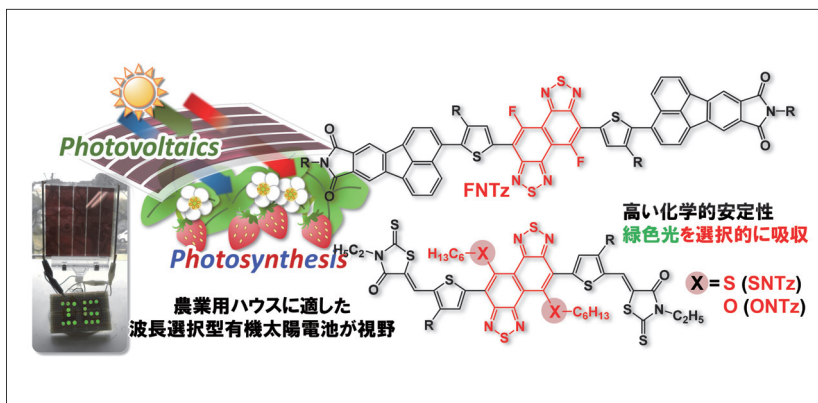
応用化

背景

分子の構造－物性－素子機能の相関を解明しながら、新規機能材料の創製を行っています。
高い機能や新しい機能の創出、および、実用化を目標としています。

概要・特徴

- 高性能有機半導体材料開発の要件：
電子受容性ユニットの組み込み
- 課題解決手段：
フッ素原子を導入した「ナフトビスチアジアゾール (FNTz)」を開発
- 有機太陽電池のn型、p型半導体材料に活用し、性能向上を確認
- 光吸収波長を調節した材料開発により、波長選択性を付与した有機太陽電池が可能



技術内容

二置換ナフトビスチアジアゾールを有機太陽電池に組み込むことで発電効率が向上しました。
これらのアクセプターは緑色光選択的な光吸収を持つため、波長選択型有機太陽電池が実現できます。

社会への影響・期待される効果

- 高性能有機太陽電池への応用。とりわけ、農業用ハウス搭載に向けた波長選択型有機太陽電池への応用。
- 熱活性化遅延蛍光の鍵中間体への応用。
- 高性能有機半導体材料開発も期待。

【論文 Paper】

- [1] ACS Sustainable Chem. Eng. 2023, 11, 1548.
- [2] J. Mater. Chem. A 2022, 10, 20035.
- [3] Adv. Energy Mater. 2020, 10, 1903278.
- [4] Adv. Energy Mater. 2018, 8, 1702506.
- [5] NPG Asia Mater. 2018, 10, 1016.
- [6] J. Mater. Chem. A 2017, 5, 19773.
- [7] J. Mater. Chem. A 2017, 5, 3932.
- [8] Chem. Mater. 2016, 28, 1705.

【特許 Patent】

- [1] 特許第 06141423 号 (2017/05/12)
- [2] 特許第 06004848 号 (2016/09/16)
- [3] 特許第 05987237 号 (2016/08/19)
- [4] 特許第 05954814 号 (2016/06/24)
- [5] 特許第 05881283 号 (2016/02/12)
- [6] 特許第 05792482 号 (2015/08/14)
- [7] 特許第 05643572 号 (2014/11/07)
- [8] 特許第 05342852 号 (2013/08/16)

数ナノメートルスケールの分子導線の開発

Development of several-nanometer-scale molecular wire

研究分野
Departmentソフトナノマテリアル
Soft Nanomaterials研究者
Researcher家 裕隆
Y. Ieキーワード
Keyword電荷輸送材料、光・電子機能材料、分子導線
carrier-transporting materials, photo and electronic functional materials, molecular wire応用分野
Application分子エレクトロニクス、有機エレクトロニクス
molecular electronics, organic electronics

研究開発段階

基礎

実用化準備

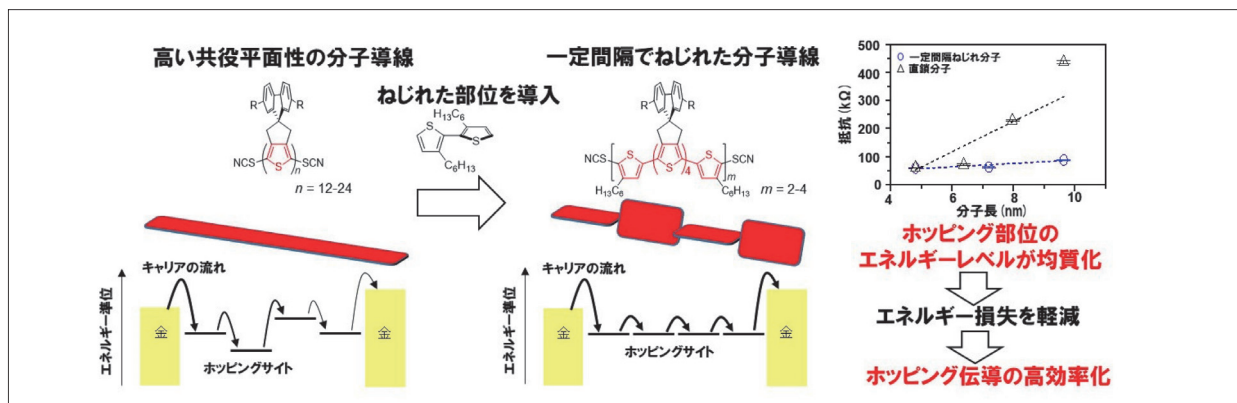
応用化

背景

分子レベルまで超微小化した分子エレクトロニクス実現のためには、高い電気伝導特性をもつ数ナノメートルスケールの分子導線の開発が不可欠です。分子内の長距離電気伝導において重要なホッピング伝導の高効率化の指針を得ることが、実用化に向けた重要な課題となっています。

概要・特徴

完全平面構造の分子導線に対して、一定間隔でねじれをもたせることで、分子内の分子内の電子準位（ホッピングサイト）が均質化し、電気伝導特性が向上することを明らかにしました。



技術内容

分子の長さが数ナノメートルスケール以上になると、正孔などのキャリアが分子内に局在し、ホッピングサイトを飛び移りながら移動していくホッピング伝導が主要なメカニズムとなります。(1)数ナノメートルスケール、(2)分子間相互作用を排除した完全被覆構造、(3)分子長の精密な制御、を兼ね備えた分子の有機合成を達成することで、「ホッピングサイトを均質に揃えることがホッピング伝導の効率化に有効」であることを実験的に初めて実証することができました。

社会への影響・期待される効果

- 高いホッピング伝導特性をもつ完全被覆構造の数ナノメートルスケールの分子導線が実現できます。
- 分子エレクトロニクス、有機エレクトロニクスに向けた、分子物性を活かした新機軸の分子開発が期待されます。

【論文 Paper】

- [1] J. Am. Chem. Soc. 2021, 143, 599. [4] J. Phys. Chem. Lett. 2015, 6, 3754.
 [2] J. Phys. Chem. Lett. 2019, 10, 3197. [5] Chem. Eur. J. 2015, 21, 16688.
 [3] J. Phys. Chem. Lett. 2019, 10, 5292. [5] Angew. Chem. Int. Ed. 2011, 50, 11980.

【特許 Patent】

- [1] 特許第4505568号
(2010/05/04)

研究分野
Department金属有機融合材料
Transcendental materials chemistry研究者
Researcher坂本雅典
M. Sakamotoキーワード
Keyword赤外線エネルギー変換、窓ガラスとして利用可能な太陽電池、ナノ粒子
Infrared light energy conversion, Transparent solar cell, Nanocrystal応用分野
Application熱線遮蔽フィルム、建材一体可型太陽電池
Heat shielding film, Building integrated photovoltaic (BIPV)

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

赤外線を選択的に吸収する透明な無機ナノ粒子を開発し、窓ガラスのような無色透明の太陽電池や不可視の赤外線センサーといったSF小説に出てくるようなデバイスの開発を行っています。

概要・特徴

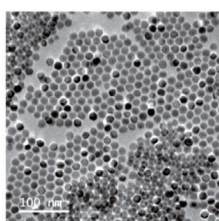
窓ガラスの代わりに使用できる無色透明な太陽電池の開発

技術内容

- 優れた熱線遮蔽能を有する新規ナノ粒子群の創成
- 赤外光で発電する無色透明な太陽電池の開発
- 太陽電池、光学式赤外線センサーなど優れた熱線遮蔽能を有する新規ナノ粒子群のデバイス化
- 新規ナノ粒子群の塗工技術（インクジェット、ロールtoロールなど）



ナノ粒子



太陽電池



社会への影響・期待される効果

未利用エネルギー資源である赤外域の太陽光（熱線）を有効利用するために、熱線を選択的に吸収して電力に変換する透明な太陽電池（発電ガラス）の開発を進めています。発電ガラスは、①発電によるエネルギー生産効果に加えて、②熱線である赤外線を電力に変換する事に由来する省エネルギー効果（熱線遮蔽効果）を有するため、透明性を活かして窓ガラスの代替品として用いることで、省エネと発電の組み合わせで大きなCO₂削減を実現できることが特徴です。「街を森に！」をスローガンに、発電ガラスを搭載したビル群がエネルギーを産み出す未来の都市の実現を目指します。

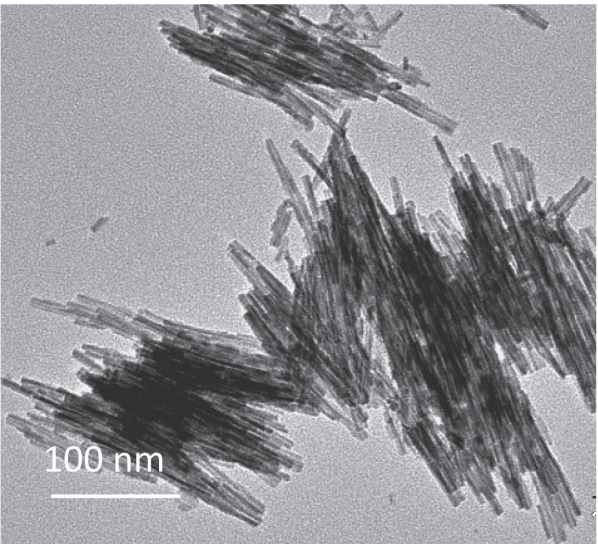
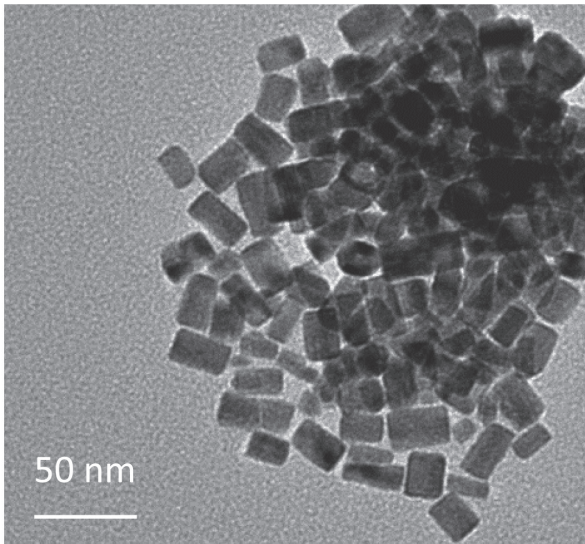
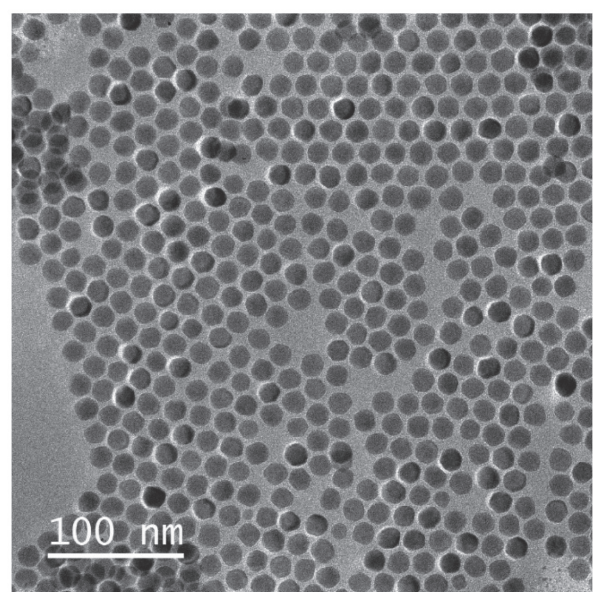
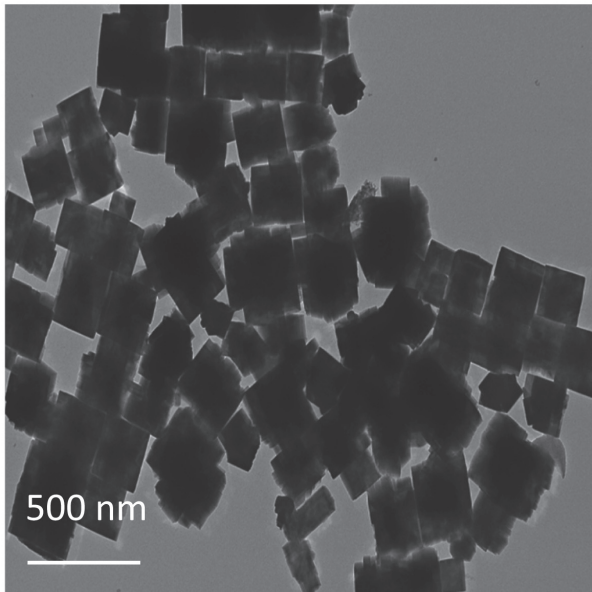
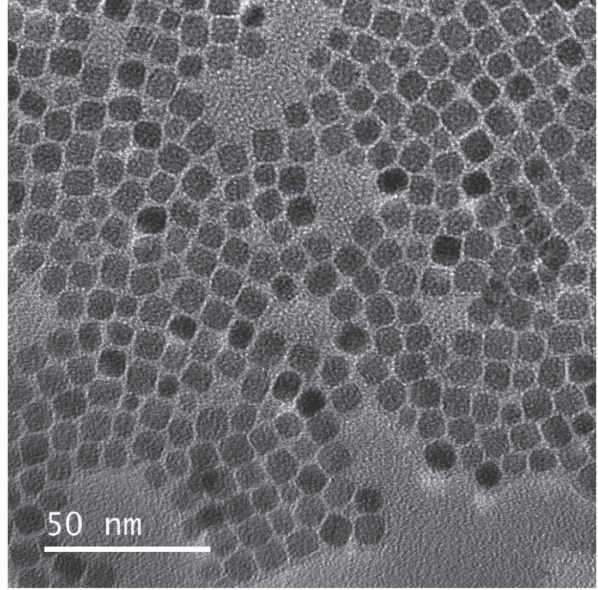
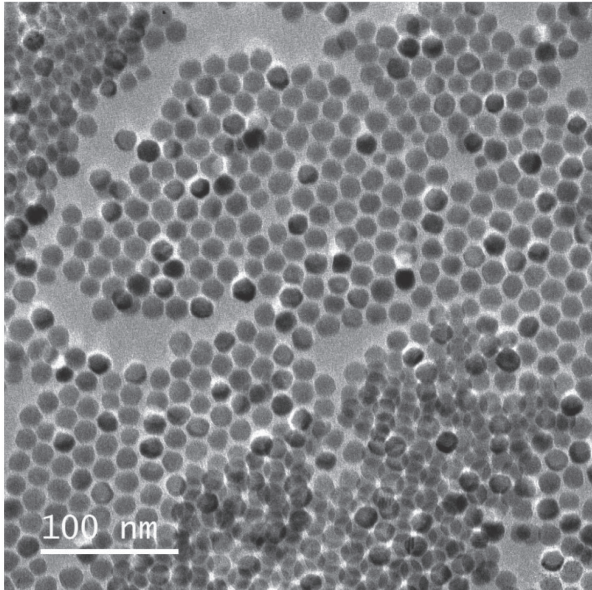
【論文 Paper】

- [1] Nat. Commun, 14 (2023) 4471. [3] Nat. Commun. 10 (2019) 406.
[2] Nat. Sustain, 5 (2022) 1092-1099. [4] J. Am. Chem. Soc. 141, (2019) 2446-2450.

【特許 Patent】

- [1] 特願2020-071711
[2] 特願2020-166375

金属有機融合材料研究分野において開発中のナノ粒子



殺菌作用を有する二次元高分子材料の開発

Development of Two-dimensional Polymeric Materials with Bactericidal Activity

研究分野
Department励起材料化学
Material Excitation Chemistry研究者
Researcher藤塚 守 小阪田泰子
M. Fujitsuka Y. Osakadaキーワード
Keyword二次元高分子、光増感剤
two dimensional macromolecules, photosensitizers応用分野
Application光触媒、殺菌剤、人工光合成
photocatalysts, disinfectant, artificial photosynthesis

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

ポルフィリンに代表される光増感剤などからなる光機能性材料は、細菌などを不活性化するための最も有望な材料の一つである。中でも、高分子に分類される光機能性有機材料は、光増感剤としてしばしば用いられている。有機高分子材料の光増感剤の中でも、共有結合性有機フレームワーク (COF) は、細菌を不活性化する光触媒として有望であり、実用化に向けてより高活性な光増感作用をしめす有機高分子材料の開発が望まれていた。

概要・特徴

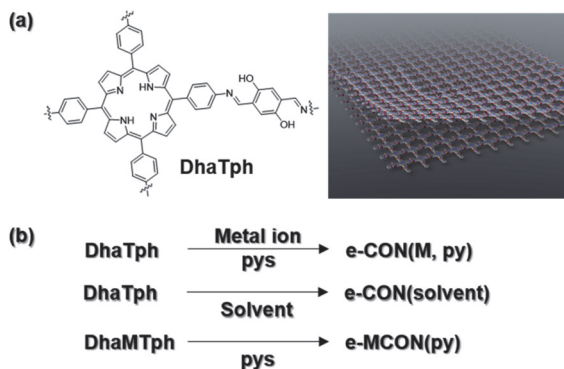
本研究では、ポルフィリンCOFを剥離することで、ディスク状の高分子材料の共有結合性有機ナノディスク (CON)を合成し、CONはCOFに比べ細菌に対してより優れた光増感作用として高い殺菌活性を示すことを明らかにした。

技術内容

- 簡易な方法で、ディスク状の形状をしたCONを合成できることがわかった。
- 合成したポルフィリンCONは、オリジナルのCOFと比較して、光照射により10倍以上の抗菌活性を示すことがわかった。
- 助触媒存在下で、合成したポルフィリンCONは、COFに比べ、光照射により最大で7倍の水素を発生する光増感剤としても機能することが分かった。

社会への影響・期待される効果

今回作製したポルフィリンCONは、大腸菌の場合、一重項酸素が菌膜の破裂という致命的なダメージを与えていることがわかり、これを用いれば大腸菌のみならず、一般的な殺菌剤としての利用が期待できる。また、光機能に応じた二次元ポリマーの新しい作製方法を複数示し、このディスク状高分子が人工光合成を目指した光触媒反応に使用できる光機能性材料であることを示した。



【論文 Paper】

- [1] Commun. Chem. 2 (2019) 55.
- [2] [2] Appl. Surf. Sci. 513 (2020) 145720.
- [3] ACS Omega 7 (2022) 7172.
- [4] Surf. Interf. 25 (2021) 101249. (Review)

研究分野
Department励起材料化学
Material Excitation Chemistry研究者
Researcher藤塚 守 Lu Chao
M. Fujitsuka L. Chaoキーワード
Keyword光機能材料、励起イオン種、時間分解分光、光化学
photo-functional materials, excited ion species, time-resolved spectroscopy, photochemistry応用分野
Application太陽電池、半導体デバイス、光センサー、光触媒
solar cells, semiconductor devices, optical sensors, photocatalysts

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

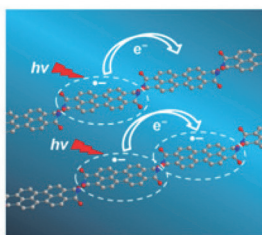
単一電子移動などによる生じたイオン種は光化学や材料化学を含む多くの分野において重要な中間反応体です。一方、これらのイオン種を光励起すると励起イオン種が生成します。励起状態のイオン種は、エネルギー増幅から酸化還元能力が強化されたため、極めて反応性の高い化学活性種として扱われています。これらの中間体は新しい反応への有力な前駆体として、関連する様々な光機能分子材料の伝導過程に寄与することが可能になります。

概要・特徴

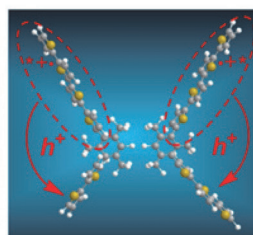
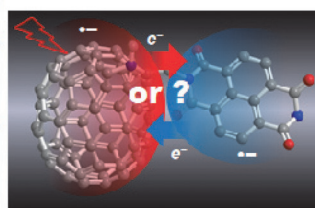
励起イオン種は極めて強い酸化還元力を持つ高度活性種であり、高い所有電位から新規化学反応の実現により、「スーパーリダクタント・スーパーオキシダント」と呼ばれ、光エネルギー変換材料への応用展開が期待できます。

技術内容

幅広い時間精度を狙えるレーザーフラッシュフォトリシスなどの手法を用いた超高速分光により、励起ダイナミクス・電荷移動過程をリアルタイムで観察し、さらには解析・制御することも可能になります。研究内容はレーザーを使用した時間分解分光を主な検出方法とし、高度活性種である多種多様な励起イオン中間体に関する励起状態・電荷移動メカニズムの解明とこれらの還元・酸化反応のスーパープレカターに関する新たな分野の確立により、新規伝導材料システムへの実用化開発であります。



励起ラジカルアニオン



励起ラジカルカチオン

社会への影響・期待される効果

未開拓の励起イオン種からの反応は、最も豊富な再生可能エネルギーとしての太陽光をより効率的に使うための新しいルートであり、エネルギー危機の緩和などに貢献できるように期待される所であります。

【論文 Paper】

- [1] J. Phys. Chem. B 119 (2015) 7275-7282
 [2] J. Phys. Chem. C 120 (2016) 12734-12741
 [3] J. Phys. Chem. C 121 (2017) 649-655
 [4] J. Phys. Chem. C 121 (2017) 4558-4563
 [5] J. Phys. Chem. C 122 (2018) 13385-13390

動作中のナノギャップ電極の表面観察

Atomic scale analysis of the surface structure in working nanogap electrodes

研究分野
Departmentナノ構造・機能評価
Nanocharacterization for
Nanostructures and Functions研究者
Researcher末永和知 吉田秀人 岩清水千咲
K. Suenaga H. Yoshida C. Iwashimizuキーワード
Keyword金属ナノ構造、ナノギャップ、環境制御型透過電子顕微鏡
metal nanostructure, nanogap, environmental transmission electron microscopy (ETEM)応用分野
Application表面化学、ナノデバイス
surface chemistry, nano device

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

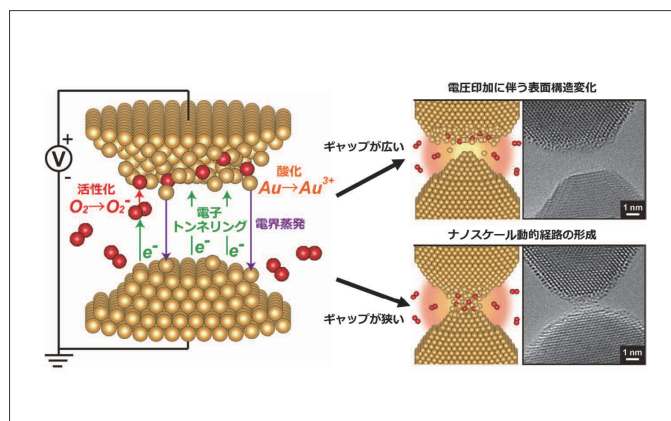
固体表面の構造は電子励起によって変化するが、その反応メカニズムの解明には実時間、実空間、実環境での観察が必要となります。高い空間分解能と時間分解能を有する環境制御型透過電子顕微鏡を用いることにより、動作中の金属ナノギャップ電極表面の原子スケールの構造変化をその場観察で捉えることができます。

概要・特徴

環境制御型透過電子顕微鏡と高速カメラを使用することにより、動作中の金属ナノギャップ電極において、電極表面の構造が原子スケールで連続的に変化する現象を初めて可視化しました。

技術内容

金は化学的に不活性な金属であり電極材料として広く利用されてきましたが、実際に動作中の電極表面の原子スケールの構造はこれまで明らかにされていませんでした。今回、電子顕微鏡内で金ナノギャップ電極に電圧を印加し酸素ガスを導入することで、正極表面の結晶構造が乱れることを明らかにしました。さらにナノギャップ間を金原子が移動する様子をその場で可視化することに成功し、その連続的に変化する構造が金の酸化物であることを解明しました。酸素ガス中における異方的な構造変化がトンネル電子とガス分子との反応によって引き起こされることを世界で初めて明らかにした成果です。



社会への影響・期待される効果

本研究成果により、ナノギャップ電極におけるトンネル電子とガス分子との反応メカニズムが解明され、この反応を利用した新たなナノ材料の開発に繋がると期待されます。

また、金ナノギャップ電極だけでなく、ナノデバイスに用いられる様々な金属電極表面の反応メカニズムを解明する手がかりになり、実環境ガスや実用電極材料を選択することで、電子を利用した新たなナノ材料の開発に繋がると期待されます。

【論文 Paper】

- [1] T. Tamaoka, H. Yoshida, and S. Takeda, RSC Advances 9 (2019) 9113-9116.
- [2] T. Tamaoka, R. Aso, H. Yoshida, and S. Takeda, Nanoscale 11 (2019) 8715-8717.
- [3] R. Aso, Y. Ogawa, T. Tamaoka, H. Yoshida, and S. Takeda, Angew. Chem. Int. Ed. 58 (2019) 16028-16032.

レーザーと量子ビームによる材料の機能創製

Functionalization of materials by lasers and quantum beams

研究分野
Department量子ビーム物理
Beam Physics研究者
Researcher佐野雄二 水田好雄 細貝知直
Y. Sano Y. Mizuta T. Hosokaiキーワード
Keywordパルスレーザー、機能性付与、寿命延長
Pulsed laser, Functionalization, Life extension応用分野
Application材料加工、表面処理、医療、非破壊検査
Material processing, Surface treatment, Medical application, Nondestructive testing

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

高出力パルスレーザーの超小型化により、材料の改質や機能創製、検査・分析などへ応用が進んでいます。特に、ピーニングは圧縮残留応力の導入により金属部品や構造物の疲労寿命を延長できるため、超小型レーザーの適用により場所を選ばない応用が期待できます。

概要・特徴

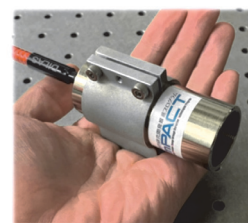
持ち運びができるレーザーピーニング装置を開発し、高張力鋼・チタン合金・アルミニウム合金などの疲労特性の改善を確認しました。屋外でも使えます。

技術内容

- パルス幅の短いレーザーを使用することにより、小さいレーザー出力でも疲労寿命を延長できることを実証
- 主な金属材料やセラミックスの残留応力および機械的特性の改善効果を確認
- レーザーの冷却方法を工夫することにより、100 Hzの高繰返し運転を実現。ピーニング処理時間を短縮
- 小型の協働ロボットと組合せ、持ち運びができるレーザーピーニング装置を実現。インフラへの適用も可能
- ピンフォーミング効果による曲面の成型や形状の矯正、表面のクリーニングも可能

社会への影響・期待される効果

開発したレーザーピーニング装置は、従来の装置と比較して桁違いに小型・軽量であり、金属部材や溶接部の疲労特性の改善、SCC(応力腐食割れ)の抑制、積層造形した構造物の高機能化、橋梁・発電設備・航空機などの社会インフラの保守・寿命延長への適用が期待できます。



超小型レーザー



開発したレーザーピーニング装置

従来のレーザーピーニング装置
<https://zal.aero/news/lsp-days-2019-der-2-europaeische-laser-shock-peening-workshop/>

【論文 Paper】

- [1] Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B 121 (1997) 432-436
- [2] Mater. Sci. Eng. A 417 (2006) 334-340
- [3] J. Laser Appl. 29 (2017) 012005
- [4] Metals 11 (2021) 1716
- [5] J. Mater. Res. Technol. 37 (2025) 3424-3433
- [6] Opt. Express 33 (2025) 51184

【特許 Patent】

- [1] 特許第7204236号
「金属積層造形装置及び金属積層造形方法」
- [2] 特許第7511902号
「レーザ加工装置及びレーザ加工方法」

研究分野
Department精密分子創製化学
Data-Driven Organic Synthesis研究者
Researcher滝澤 忍 モハメドサレム
S. Takizawa M. Salemキーワード
Keywordフロー・電解合成、光触媒、機械学習
flow and electrochemical syntheses, photocatalysis, machine learning (ML)応用分野
Applicationファインケミカルズ、 π 共役系機能性材料
fine chemicals, π -conjugated functional materials

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

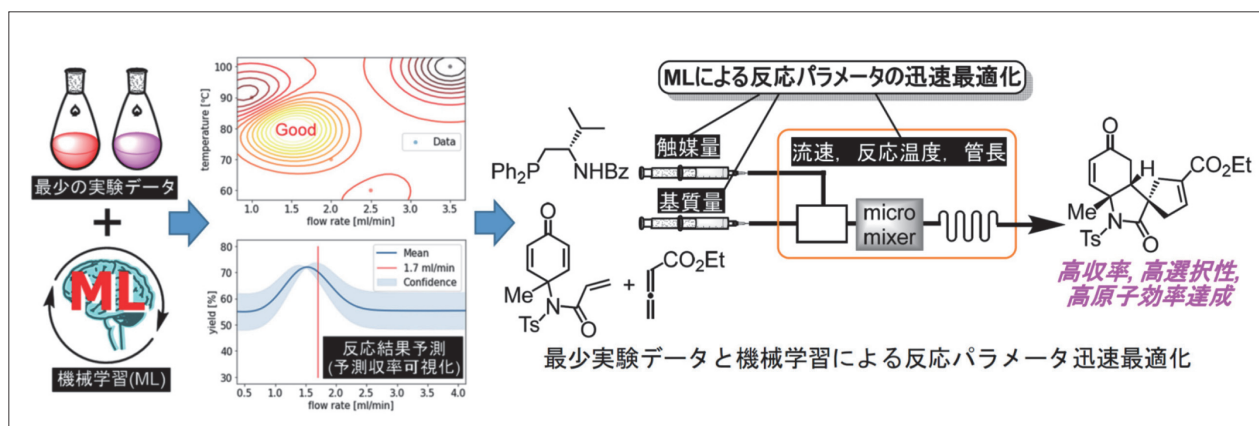
医薬原料等のファインケミカルズ安定供給は、人類の安全と快適な生活を維持するためにも重要です。ファインケミカルズのフロー・電解・光触媒自動合成に向け、最少実験と実験計画をハイブリッドした**実践的MLを基盤とする反応プロセス**技術の革新を目指しています。

概要・特徴

反応支配因子の多くが連続パラメータであるフロー・電解・光触媒反応の高品質かつ高い再現性を有する学習データを効率的に収集することで、膨大な数の学習データを必要とするMLの常識を覆し、最少コストにて反応・材料開発を加速する実践的なデータ駆動型有機合成化学を拓きます。

技術内容

フロー・電解・光触媒合成法は、「分子拡散や熱移動を精密に制御でき個々の操作が実験者の技術に依存しにくくデータ精度が高い」「反応温度・基質当量・溶液の混合速度などのパラメータを容易に変更できる」「コンピュータ制御による自動化が可能であり信頼性の高いデータを集積化できる」といった特徴を有します。本合成法は機械学習との親和性が極めて高いことから、有機分子触媒によるフロードミノ反応やケチミンの電解合成にガウス過程回帰やベイズ最適化を適用したところ、10回程度の実験試行から収率の可視化や複数の反応条件最適化が可能なることを実証しました。



社会への影響・期待される効果

- 廃棄物の削減と再資源化・低コスト化
- 新規反応・有機材料開発における迅速最適化

【論文 Paper】

- [1] Green Chem. 2021, 23, 5825.
- [2] Acc. Chem. Res. 2022, 55, 2949.
- [3] Green Chem. 2024, 26, 375.
- [4] Nat. Commun. 2024, 15, 3708.
- [5] ACS Sustain. Chem. Eng. 2024, 12, 12135.
- [6] ACS Catal. 2025, 15, 18077.
- [7] Nat. Commun. 2025, 16, 5682.

フレキシブル有機集積回路を活用した
ウェアラブルデバイスの研究開発

Development of wearable devices utilizing flexible organic integrated circuits

研究分野
Department先進薄膜機能物性
Advanced Thin-Film Functional Properties研究者
Researcher植村隆文
T. Uemuraキーワード
Keywordフレキシブルエレクトロニクス、有機エレクトロニクス、ウェアラブルセンサ
Flexible electronics, Organic electronics, Wearable sensors応用分野
Applicationウェアラブルデバイス、ウェアラブルバイオセンサー、IoTセンサ
Wearable devices, Wearable biosensors, IoT sensors

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

フレキシブル有機エレクトロニクス技術を活用した新しい生体センシングデバイスの実用化に向けた研究開発に取り組んでいます。超軽量・超薄型のフレキシブル有機電子回路技術を用いて、脳波、心電、筋電、生体代謝物計測をはじめとするバイタル・健康関連情報の常時取得が可能なウェアラブルセンサ・バイオセンサの実用化を目指しています。

概要・特徴

「超軽量・超薄型」というフレキシブル有機電子回路の特徴により、装着感の非常に少ない新しいウェアラブルデバイスが実現し、生体情報の常時モニタリングが可能となります。日常的・長期の生体情報の取得・解析による、未病・フレイルの早期発見と予防的治療実現のためのセンサデバイスの開発を行っています。

技術内容

- 「超軽量・超薄型」という特徴を持つフレキシブル有機トランジスタ回路の製造技術・集積化技術を有しています。
- フレキシブル有機トランジスタによる差動増幅回路の実現により、ハムノイズや生体の動きによるノイズを除去することが可能な低ノイズ心電計測技術を有しています。
- 有機半導体/絶縁体界面の制御により、脳波などに代表される μV レベルの微小生体信号を増幅・検出可能なフレキシブル・低ノイズ信号増幅回路技術を有しています。
- 運動中の汗などの生体分泌物をリアルタイムに採取し、NaやKなどのイオン濃度を計測する技術を有しています。

社会への影響・期待される効果

フレキシブル有機エレクトロニクス技術は、無意識下のウェアラブル生体計測を実現するためのデバイス技術として、遠隔医療・デジタルヘルスケアで実現する持続的な社会の構築を目指した研究開発が行われています。

また、生体計測だけではなく、ロボティクス、モーションセンシングに活用されるセンサシステムとして、温度、圧力、歪み、磁気など、フレキシブルなシート状のセンサシステムを貼付けるだけで様々な物理量の検出を可能とする新しい世界観の実現が期待されます。

論文 Paper

- | | |
|---|--|
| [1] Adv. Electron. Mater. 1-8 (2023) 2201279. | [6] Nat. Commun. 12 (2021) 2399. |
| [2] Adv. Electron. Mater. 9-9 (2023) 2201333. | [7] Sci. Adv. 6 (2020) eaay6094. |
| [3] ACS Appl. Electron. Mater. 4 (2022) 6308. | [8] ACS Appl. Mater. Interfaces 11 (2019) 41561. |
| [4] Adv. Mater. 33 (2021) 2104446. | [9] Nat. Electron. 2 (2019) 351. |
| [5] Org. Electron. 96 (2021) 106219. | [10] Sci. Rep. 9 (2019) 9200. |

特許 Patent

- [1] 特許第6629887号「生体信号計測装置」



地域スマートシティにむけた先進材料とセンサシステムの共創

Co-creation of Advanced Materials and Sensor Systems toward Regional Smart Cities

研究分野 Department	先進材料実装 Advanced Materials and Implementations	研究者 Researcher	荒木徹平 T. Araki	阿部岳晃 T. Abe
キーワード Keyword	ナノ・マイクロ材料、柔軟エレクトロニクス実装、センサシステム Nano & Micro Materials, Flexible Electronics Packaging, Sensors & Systems			
応用分野 Application	次世代ヘルスケア、農業IoT、建設テック Next Generation Healthcare, Agriculture IoT, Construction Tech			



背景 最近、世界では、温室効果ガスや自然災害の増加、構造物老朽化、社会情勢の変化、少子高齢化(人材不足)などの社会課題を抱えています。それら社会課題解決に向けて、ゼロエミッション、レジリエント、アダプティブ、サーキュラーといった機能があらゆるものに希求されています。同時に、Internet of Things(IoT)等の技術を活用し、持続可能な社会を創出するためのスマートシティ事業が国内外で始まりつつある状況です。

概要・特徴

地域住民が安全・安心に暮らせる持続可能なまちづくりへの貢献を目指し、地域社会に潜む課題を解決するための先進材料や電子デバイスの基礎研究から、IoTなどを活用した“さりげなく見守るセンサシステム”を創出するための応用研究まで行っています。センサシステムは「信頼される人とデジタルのインターフェース」として機能し、地域を支える人・ファシリティ・自然を対象としたヘルスケアを実現します。研究推進時には、あらゆるステークホルダーと連携して、地域スマートシティへのテクノロジーの実装や、新たな価値づくりをゼロから共創することも試んでいます。

技術内容 人・ファシリティ・自然などとデジタル空間の翻訳機となるシート型センサは、柔軟性や透明性が高いため、対象物表面に貼りついた状態で「違和感・装着感なく、対象物を傷つけることなく」内部の特徴量を抽出できます。

シート型センサ

- 薄い、柔かい、軽い、透明、どこにでも設置可
- 電位、歪み、温度等の複合データ取得可能
- データの自動送信可能 (モニタリング)

医療・ヘルスケアセンサ 疾患の早期発見 機能補助

農業・食品センサ トレーサビリティ

構造物センサ 劣化進行度&トリアージ

価値創出に向けたKey Words
 ✓フレキシブルエレクトロニクス ✓IoTセンサシステム・ネットワーク
 ✓長寿命材料・デバイス・システム ✓印刷形成

軽量・薄型 → 省資源、印刷 → 低コスト、自律型センサ → 省電力

社会への影響・期待される効果 シート型センサは、微小な電気信号処理を検出できるため、人、農作物、インフラ構造物などにおける異常の早期検知が可能となります。また、自然な状態での計測を行って得た結果をクラウドで共有することにより、リアルタイムでの状況判断や行動につなげるような効率化も達成できます。

【論文 Paper】	【特許 Patent】	Research map
[1] Advanced Materials, Early View (2024) 2309864	[1] 特許第6889941号 生体信号計測装置	
[2] Advanced Materials, Early View (2023) 2304048	[2] 特許第6865427号 電極シート及びその製造方法	
[3] Advanced Science, 10 (2022) 2204746	[3] 特許第6832535号 電極シート	
[4] Advanced Materials Technologies, 7 (2022) 2200362		

金属有機構造体による環境課題解決とシリコン/黒鉛シート複合体を用いたリチウムイオン電池の創製

Metal organic frameworks for environmental remediation and fabrication of Si/graphite sheet anodes in Li ion batteries

研究分野
Department

環境・エネルギーナノ応用
Metal organic material science

研究者
Researcher

松本健俊
T. Matsumoto

キーワード
Keyword

金属有機構造体、吸着、分解、放出、リチウムイオン電池、シリコン切粉、黒鉛シート
metal organic framework, adsorption, decomposition, release, Li ion battery, Si swarf, graphite sheet

応用分野
Application

土壌改善、農業、緩効性施肥、金属有機構造体被膜、エネルギー貯蔵、電動移動体
soil improvement, agriculture, controlled-release fertilizer, metal organic framework layer, energy storage, electric vehicle

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

有機フッ素化合物や農薬、産業廃棄物、過剰な施肥等による環境問題が、世界的に報道されています。低濃度でも健康被害や生態系破壊につながる可能性も指摘されています。リチウムイオン電池の高容量負極の材料として、シリコンが研究されています。充放電時の体積変化により、破壊されやすい欠点もあります。

概要・特徴

土壤中の化学物質の選択的除去・分解と、緩効性施肥が可能な金属有機構造体を探索します。シリコン切粉/極薄黒鉛シート複合体負極により、リチウムイオン電池の充放電特性が向上しました。

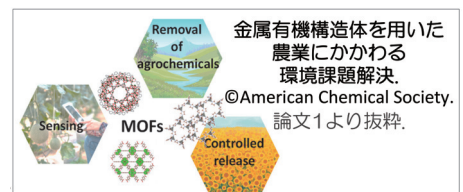
技術内容

- 金属有機構造体の安定性、吸着挙動や化合物の選択性を評価し、反応メカニズムを解明します。
- 金属有機構造体からの化合物の放出速度の制御法を研究します。
- 金属有機構造体の吸着化学物質の分解方法を探索します。
- フレーク状のシリコン切粉と極薄黒鉛シートを溶媒中で分散、ろ過し、複合体を作製します。
- シリコン/極薄黒鉛シート複合体負極を十分に充電し、放電容量を制限することで、サイクル寿命が向上します。
- 厚いシリコン負極を用い、高容量・高電流密度での充放電と、電池の軽量・低コスト化が可能です。

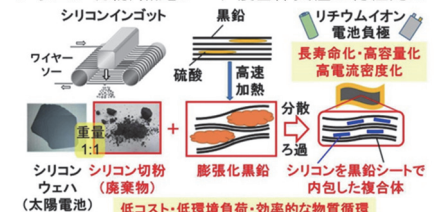
社会への影響・期待される効果

金属有機構造体の利用について、水資源や農業分野での報告例が少なく、今後、食料・環境問題を解決するために、より多くの研究成果が必要です。これらの分野において、安心・安全な生活環境の実現が期待されています。簡便な化学物質の検出技術の研究・開発も加速しています。

シリコン切粉は、世界で年間約10万トンも発生する廃材として扱われましたが、ワイヤーソーの砥粒固定法や冷媒が改良され、水洗のみで利用可能です。極薄黒鉛シートは、膨張化黒鉛や黒鉛シートの副産物を分散し、室温でシリコンと複合化でき、循環型経済に寄与します。有機構造体被膜のシリコン負極への効果も検証します。



シリコン切粉/黒鉛シート複合体負極の特性向上



電極	理論容量 (mAh/cm ²)	面積容量 (mAh/cm ²)	サイクル	電流密度 (mA/cm ²)
nanoSi/FLG	8.8	5.2~4.2	120	2.4
Si/黒鉛シート	10	4	≥75	5
	2	0.8	901	1

【論文 Paper】

- [1] ACS Appl. Mater. Interfaces 14 (2022) 16983. (DOI: 10.1021/acsami.2c00615)
- [2] J. Electrochem. Soc. 168 (2021) 020521-1-14. (DOI: 10.1149/1945-7111/abdd7e)
- [3] J. Alloys Compd. 720 (2017) 529-540. (DOI: 10.1016/j.jallcom.2017.05.228)
- [4] J. Electrochem. Soc. 164 (2017) A995-A1001. (DOI: 10.1149/2.0361706jes)
- [5] Sci. Rep. 7 (2017) 42734-1-10. (DOI: 10.1038/srep42734)

【特許 Patent】

- [1] 特許第7489087号.

先端高密度3D実装材料・プロセス・信頼性評価技術開発

Development of 3D Systemintegration technology

研究分野 Department

フレキシブル3D実装協働研究所
Flexible 3D Systemintegration Laboratory

キーワード Keyword

エレクトロニクス実装、パワーエレクトロニクス、接合・接着、フレキシブル、放熱、高密度実装
electronics packaging, power electronics, interconnection, thermal management

応用分野 Application

パワーエレクトロニクス、先端半導体、高密度実装
power electronics, flexible devices, advanced semiconductor, 3D interconnection

研究者

Researcher

菅沼克昭 K. Suganuma
山中公博 K. Yamanaka
西嶋雅彦 M. Nishijima
李相民 S. Lee
陳伝彤 C. Chen
大塚恵子 K. Otsuka
謝明君 M.-C. Hsieh
吉田浩芳 Y. Yoshida

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

先端半導体は、自動運転を実現する車載半導体からロボット、宇宙・航空、医療へと展開します。そのエッジAIからデータセンターまでを支えるパッケージ技術は、日本の高度な材料・製造技術と信頼性技術を必要としています。F3D（フレキシブル3D実装協働研究所）では、WBGパワー半導体、エッジAI半導体などの開発に於いて、先端3D高密度実装の開発をオープンなプラットフォームを形成し推進しています。

概要・特徴

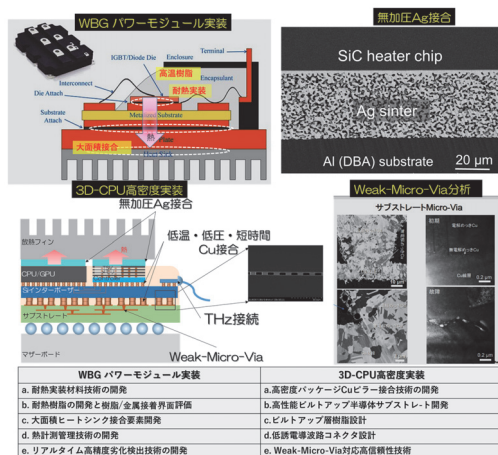
金属焼結接合を新たに提案し、WBGパワーと先端半導体実装で世界の物造りの流れを導いている。また、モールドも欠かせない技術である。それぞれに学術的基礎を示すことで、世界を納得させる信頼性の高い技術実現を目指しています。

技術内容

- WBGパワーエレクトロニクス実装に幅広く取り組み、世界初の無加圧銀焼結接合の提案、DBA基板、ヒートシンクとの大面積接合開発などを提案しています。
- 先端電子機器で大きな課題となる熱問題を解決するため、新材料と計測技術を開発提案し、デジュール、デファクトとして国際標準化を目指しています。
- 3D高密度実装で大きな課題となっているマイクロビアの「隠れた脅威」現象の解明から、「Mooreの法則」の限界を超えるため、ポスト5G/AI実現に必須の先端半導体高密度実装技術を開発しています。
- 接合の基礎科学から樹脂/金属接着技術と劣化分析技術の再開発を目指し、産業界で必要な要素技術の基礎を提供していきます。

社会への影響・期待される効果

生成AIが展開するDX、更には自動運転電気自動車が拡大する世界で、日本が得意とする摺り合わせの物造り基礎を証明・構築し、「絶対に壊れない」機器を製造するためのノウハウを蓄積することで、日本の物造り産業の糧とする。但し、決して過剰品質を日本製品の特徴とするのではなく、IECやISOで開発技術・基準を国際標準化することで、国際ビジネスの基本的な流れを導きます。



【論文 Paper・著書 Book】

- [1] IEEE Trans. Power Electronics, 41[3] (2025), 3099.
- [2] IEEE Transactions on Power Electronics 39[9](2024), 10638.
- [3] Composites Part B: Engineering, 254, (2023) 110562.

- [4] Journal of Materials Research and Technology 26, (2023) 1079-1093.
- [5] SiC/GaN パワー半導体の実装と信頼性評価技術、日刊工業新聞社 (2014.12).
- [6] Wide Bandgap Power Semiconductor Packaging - 1st Edition, Elsevier(2014)

【特許 Patent】

- [1] US Patent App. 17/595,826, 2022
- [2] 特願2016-213000 「接合構造体の製造方法」