

抄 録

Robot Development Project with Human- and Eco-friendly Smart Materials

人、環境に優しい機微なロボット開発プロジェクト

企画情報連携部 連携広報課
神奈川大学 工学部

伊東 圭昌
山崎 徹
林 憲玉
竹村 兼一

掲載誌：ROBOMECH Journal, 2016 3:21 (2016), Springer Open

ロボット技術に対する社会ニーズが急速に高まっている。本論文では、神奈川大学工学部内で、互いに専門を異とする研究者同士が立ち上げた「人および環境に機微な材料を活用したロボット開発プロジェクト」の設立から経過、さらには成果の普及について報告した。個々の研究成果としての新規性だけでなく、相乗効果の有効性を示した。

Highly Active Aggregate Photocatalyst with Hierarchically Porous Structures Synthesized by Using a Hydroxyapatite Template

ハイドロキシアパタイトをテンプレートに用いて合成した階層的な孔構造を有する高活性光触媒凝集体

研究開発部 橋渡し研究課 小野 洋介

掲載誌：Materials Research Bulletin, Vol.83, pp.340-344 (2016)

ハイドロキシアパタイトをテンプレートに用いて、直径1～5 μmのマクロ孔が内部貫通する構造を有する酸化チタン光触媒ナノ粒子の凝集体を合成した。ハイドロキシアパタイトが混在した状態で焼成したことにより、酸化チタンの準安定相であるアナターゼ相からルチル相への相転移を抑制する効果も確認された。つまり、合成した酸化チタン凝集体は、内部貫通するマクロ孔を有するだけでなく、相転移を抑制しながら結晶化したナノ粒子から構成されることが分かった。メチレンブルー色素を用いた光触媒性能の評価において、得られた凝集体は、光触媒用途で最も広く用いられている市販品（ST-01）と比較して3倍の光触媒活性を示すことが分かった。

生活支援ロボットの実用化や普及に向けた神奈川県の取組 Measures of Kanagawa Prefecture for Practical Application and Dissemination of Life Support Robots

神奈川県産業労働局産業部 産業振興課 品川 浩太郎
荒井 麻美花
研究開発部 橋渡し研究課 小野 洋介

掲載誌：行政&情報システム, 2017年2月号, pp.44-50 (2017)

神奈川県では、「ロボット革命」宣言の前年にあたる2013年2月に「さがみロボット産業特区」が国から地域活性化総合特区の指定を受けたことから分かるように、いち早くロボット産業の活性化に取り組んできた。本稿では、重点プロジェクト、実証実験支援事業、オープンイノベーション等、生活支援ロボットの実用化や普及に向けた神奈川県の取組を紹介する。オープンイノベーションについては、箱根山大涌谷周辺の火山活動活発化に対応するために緊急開発した火山活動対応ロボット（ドローン、地上走行車、地すべり警報システム）をプロジェクトの例として挙げ、大涌谷現地での活用成果を紹介する。

DLC 膜の摩擦特性に及ぼす潤滑剤と前処理洗浄剤の影響 Effect of Lubricants and Organic Solvent for Pre-Treatment before Sliding on Friction Properties of DLC Coatings

機械・材料技術部 材料物性グループ 吉田健太郎

掲載誌：MECHANICAL SURFACE TECH 2016.12, pp.38-40(2016)

DLC(Diamond-Like Carbon)膜とオレイン酸潤滑を組み合わせることにより低摩擦特性を発現すること、また有機溶剤を用いた DLC 膜の前処理洗浄（脱脂洗浄）において、洗浄剤の種類により摩擦特性が大きく変化する現象について解説した。オレイン酸潤滑下で低摩擦係数を示した DLC 膜と洗浄剤の組合せにおいては、摩擦面最表層の含酸素結合の割合が増加することが XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy)分析によって明らかとなった。含酸素結合が表層に多く形成されたことは、DLC 膜とオレイン酸とのトライボ化学反応が促進されたことを意味しており、これが低摩擦化の要因となったと考えられる。本

稿の結果は、潤滑下 DLC 膜の摩擦において、膜種、潤滑剤そして前処理洗浄剤の選択が重要であることを示しており、製品へ適用する際には、より綿密なシステム設計が求められる。

Diamond-like carbon coating under oleic acid lubrication: Evidence for graphene oxide formation in superlow friction

オレイン酸潤滑下 DLC 膜の超低摩擦特性を発現するグラフェン酸化物形成の証明

リヨン工科大学	M. I. デバロブシェ
	J. M. マルタン
パリ・サクレー大学	J. アヴィラ
Kano Consulting Office	加納 眞
機械・材料技術部 材料物性グループ	吉田健太郎
東北大学	鶴田 武
	S. バイ
	樋口 祐次
	尾澤 伸樹
	久保 百司
パリ・サクレー大学	M. C. アセンシオ

掲載誌：Nature Scientific Reports 7, 46394(2017)

本論文は、著者らが共同で創出した、しゅう動部位の摩擦を著しく低減できる超潤滑現象とそのメカニズムについて述べたものである。炭素からなるダイヤモンドライクカーボン被膜をオリーブオイルの主成分であるオレイン酸潤滑下でしゅう動させることにより、摩擦係数 0.01 以下の超低摩擦現象が発現した。高分解能光電子分光分析と軟 X 線吸収分光分析を用いて、摩擦面を分析した結果、数 nm 以下の厚さで部分的に酸化されたグラフェン層が形成されることを見出した。オレイン酸潤滑によってトライボ化学反応が誘発し、sp² 構造を有する炭素骨格と酸素で構成されるグラフェン構造を生成した。地球環境にやさしい材料を用いて、自動車をはじめとする種々の産業機械のしゅう動部品の摩擦を顕著に低減できる技術であり、今後の省エネルギー技術への貢献が期待される。

Graphetic Growth on Pencil Drawn Paper Irradiated by Femtosecond Laser

鉛筆で塗りつぶした紙へのフェムト秒レーザー照射による炭素系材料成長

電子技術部 電子材料グループ	金子 智
	安井 学
企画情報連携部 経営戦略グループ	清水 芳忠
機械・材料技術部 ナノ材料グループ	良知 健
	解析評価グループ
	本泉 佑
化学技術部	加藤 千尋
化学技術部 材料化学グループ	田中 聡美
東京工業大学	松田 晃史
	吉本 護
さがみはら表面技術研究所	遠藤 民生

掲載誌：Nanoscience and Nanotechnology Letters Vol. 8, pp 1-4 (2016)

炭素系膜の新規作製法として、10B の鉛筆で塗りつぶした紙へのフェムト秒レーザー照射を提案した。グラファイトの単層から成るグラフェンの作成には、触媒を用いた化学気相法等による薄膜形成が盛んに行われている。また、グラファイトをテープで物理的に剥がす手法も用いられているが、大量生産などには向かない。本論文では鉛筆で紙を塗りつぶした部分へのフェムト秒レーザー照射による、グラフェン作成を提案している。

Layer-by-Layer Growth of Graphene on Insulator in CO₂ - Oxidizing Environment

二酸化炭素雰囲気での絶縁基板上へのグラフェンの直接成長

電子技術部 電子材料グループ	金子 智
	伊藤 健
化学技術部	加藤 千尋
化学技術部 材料化学グループ	田中 聡美
ジャパン・アドバンスド・ケミストリー	安原 重雄
東京工業大学	松田 晃史
	吉本 護

掲載誌：ACS Omega Vol. 2, pp 1523-1528 (2016)

二酸化炭素雰囲気中でカーボン膜をレーザー蒸着法により製膜した。酸素雰囲気中の製膜でもグラファイトの存在は示されたが、酸化反応が強いために膜成長の制御が困難であった。二酸化炭素ガスが真空中では弱い酸化雰囲気になることを利用した手法であり、グラファイトの1層分であるグラフェン膜の作製に成功した。二酸化炭素を用いる手法は、通常は必須とされる触媒も不要とするものでもある。

神奈川県庁	日高 直美
電子技術部 電磁環境グループ	菅間 秀晃
	土屋 明久
株式会社ノイズ研究所	石田 武志
青山学院大学 理工学研究科	橋本 修

掲載誌 : Microwave and Optical Technology Letters, Vol.58, Issue 9, pp.2124-2129 (2016)

Formation of highly planarized Ni-W electrodeposits for glass imprinting mold

ガラスインプリント金型を目的として優れた平坦性を示す Ni-W 電析膜の形成

電子技術部	電子材料グループ	安井 学
		金子 智
		黒内 正仁
神奈川県庁		小沢 武
近畿大学工学部		伊藤 寛明
名古屋大学大学院工学研究科		荒井 政大

掲載誌 : Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 56, 01AB04 (2017)

ガラスインプリント用金型材料には、平坦性が要求される。本研究では、金型材料に提案している Ni-W 膜に対して、表面粗さの改善に金属イオン濃度の上昇が有効であるが、W 含有率が減少する結果を得た。この結果は、添加剤を用いた Ni-W 膜の平坦性に関する先行研究と同じ傾向であった。また、水素の発生を抑えることで、表面粗さが抑制される事例が多いことから、表面粗さの改善と W 含有率の低下に水素が関与する可能性が考えられる。

樹脂ケースを考慮した詳細なシミュレーションモデルを用いて、改良した LPDA 型光電界センサの電磁界解析を行った結果、正面方向の感度特性は実測値と良く一致したが、水平偏波の指向性パターンについては不十分であった。水平偏波の指向性パターンおよび各アンテナ素子の周波数応答を詳細に観察したところ、アンテナ電極が形成するマイクロギャップの影響であることがわかった。

受信アンテナの一次元走査によるノイズ抑制シートの輻射抑制率の簡易測定法
Simplified Measuring Method of Radiation Suppression Ratio for Noise Suppression Sheet by Using Linear Scanning Receiving Antenna

青山学院大学 理工学研究科	新井 忍
電子技術部 電磁環境グループ	土屋 明久
青山学院大学 理工学研究科	須賀 良介
電子技術部 電磁環境グループ	菅間 秀晃
青山学院大学 理工学研究科	橋本 修

掲載誌 : 電子情報通信学会論文誌 (B), Vol.J99-B, No.8, pp.633-635 (2016)

ノイズ抑制シートによる輻射抑制率の一次元電磁界測定を用いた簡易測定法を提案する。提案する測定法は電波暗室が不要であり、その設置空間は 1 m³ 程度と小型である。そして、提案手法の測定値は国際規格に準拠した手法の測定値に比べ 1.5dB 以内で一致し、その有効性を確認した。

Relationship between directional patterns and the electrode structure of the log-periodic dipole antenna arrays for sensitive optical electric field sensors

LPDA 型光電界センサの電極構造と指向性の関係

Preparation of Ca-Si Films on (001) Al₂O₃ Substrates by an RF Magnetron Sputtering Method and Their Electrical Properties
RF マグネトロンスパッタ法を用いた(001)Al₂O₃ 基板上への Ca-Si 膜作製とその電気特性

東京工業大学大学院 総合理工学研究科	上原 睦夫
化学技術部 新エネルギーチーム	秋山 賢輔
上智大学 理工学部	内田 寛
東京工業大学大学院 総合理工学研究科	清水 荘雄
	松嶋 正明
	木村 好里
	舟窪 浩

掲載誌 : Journal of Electronic Materials, Vol.45 pp. 3121-3126 (2016)

環境低負荷で地球上に豊富に存在するカルシウム(Ca)元素を導入した Ca-Mg-Si 系の熱電材料の熱電特性に関して調査を行った。不純物の影響を受けない Ca-Si 薄膜を作製して電気伝導特性、及び熱電特性を調査した結果、室温での各相の電気伝導特性（電気伝導度の組成比依存性）はバルク材の値と一致した。高温では、金属的な伝導特性を示す CaSi₂、CaSi 相はバルクの値同レベルであり、不純物の影響が小さかった。半導体的な伝導特性を示す Ca₅Si₃相はバルクの値と異なり、90 μVK-1 at 400°C と既往報告値より高い熱電特性を示した。

Epitaxial Growth and Photoluminescence Properties of β-FeSi₂ Grains Using Liquid Phase Obtained by Au-Si Eutectic Reaction
Au-Si 共晶反応による液相を用いた鉄シリサイド粒子のエピタキシャル成長とフォトルミネッセンス特性

化学技術部 新エネルギーチーム	秋山 賢輔
東京工業大学大学院 総合理工学研究科	舟窪 浩

掲載誌 : Proceedings of International Society for Optics and Photonics, Vol.9768, pp. 97681Q1-97681Q7 (2016).

有機金属気相成長(MOCVD)法で合成したβ-FeSi₂ において、金(Au)をドーピングすることで PL 発光の温度消光特性が改善され 240K まで発光が観察されることを報告する。Au を用いて Si 基板表面の改質を行うことによって合成されたβ-FeSi₂ 薄膜の結晶内部、および Si とのヘテロ界面の

非輻射再結合中心密度が低減され、PL 発光強度が増大化することが明らかとなった。

Composition dependences of crystal structure and electrical properties of epitaxial Pb(Zr,Ti)O₃ films grown on Si and SrTiO₃ substrates
Si, 及び SrTiO₃ 基板上に成長したエピタキシャル Pb(Zr,Ti)O₃ 膜の結晶構造、及び電気特性の組成依存性

東京工業大学大学院 総合理工学研究科	岡本 庄司
化学技術部 新エネルギーチーム	秋山 賢輔
東京工業大学大学院 総合理工学研究科	岡本 聡
	横山信太郎
	舟窪 浩

掲載誌 : Japanese Journal of Applied Physics, Vol.55 pp. 10TA08 1-5 (2016)

膜厚 2μm の Pb(Zr,Ti)O₃ 膜を異なる熱膨張係数を有する Si および SrTiO₃ 基板上に有機金属気相成長 (MOCVD) 法にてエピタキシャル成長させ、Zr/(Zr+Ti)比による誘電特性、強誘電特性、及び圧電特性変化を調査した。いずれの基板上の薄膜においても、Zr/(Zr+Ti)比の増大に伴い構成相が菱面体から正方晶へと相変化した。飽和分極値は、SrTiO₃ 基板上の薄膜にて Zr/(Zr+Ti)比が約 0.5 で最小となるのに対して、Si 基板上の薄膜では Zr/(Zr+Ti)比への依存性が観察されなかった。電界誘起歪値は、Si 及び SrTiO₃ 基板上の膜にて 100kV/cm、Zr/(Zr+Ti)比が約 0.5 の際に最大値 0.5%、及び 0.1%が確認された。

Metal-organic chemical vapor deposition growth of β-FeSi₂/Si composite powder via vapor-liquid-solid method and its photocatalytic properties
VLS 法を用いた鉄シリサイド/ シリコン複合微粒子の MOCVD 合成と光触媒特性

化学技術部 新エネルギーチーム	秋山 賢輔
機械・材料技術部 解析評価グループ	本泉 祐
	松本 佳久
東京工業大学大学院 総合理工学研究科	舟窪 浩
山梨大学 クリーンエネルギーセンター	入江 寛

掲載誌 : Japanese Journal of Applied Physics, Vol.55 pp. 06HC02-1-4 (2016)

数百 nm 径の β -FeSi₂ 半導体粒子を有金属気相成長 (MOCVD) 法で Si 粉末表面に合成した. Si 粉末の表面に予め金 (Au) 層をコートすることで Au-Si 共晶反応による融液相によって, β -FeSi₂ 半導体ナノ粒子が形成した. この結晶成長機構によって, β -FeSi₂ 半導体内の結晶欠陥が著しく減少することが, フォトルミネッセンス発光の増大化から確認された. この β -FeSi₂/Si 半導体複合粒子を 16wt%ホルムアルデヒド水溶液(10ml, pH4)中で可視光照射することで, 光触媒効果による水素生成が確認された.