



ナノテクノロジー・材料

環境に優しい無機ナノ・マイクロ粒子の合成および成膜

接合科学研究所

准教授 阿部 浩也

<https://researchmap.jp/read0101989>



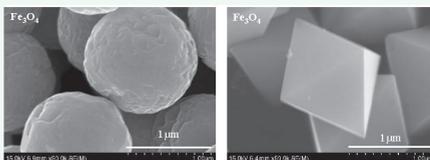
情報通信

研究の概要

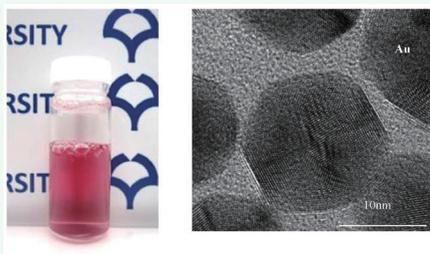
阿部准教授はライフイノベーション(生活革新)に資する機能性材料の開発を行うとともに、そのためのプロセス技術として固液界面を含む多様な接合形態とそのナノ構造制御等に基づいた方法論を開拓している。一例として、溶液中での物質変換に着目した無機ナノ・マイクロ粒子の合成および成膜技術がある。

金属酸化物粒子の場合、析出反応速度を広範囲に調整できる点が特徴であり、これは粒子サイズや粒子形状の制御を可能にする。特殊な溶媒や添加物を必要としないこと並びに合成原理がシンプルであるため、スケールアップも容易である。

貴金属粒子の場合、適切な界面活性剤との併用で還元剤フリーな合成が可能となる。さらに、ポリマーやセラミックス等の基材表面に成膜できる可能性を見出している。



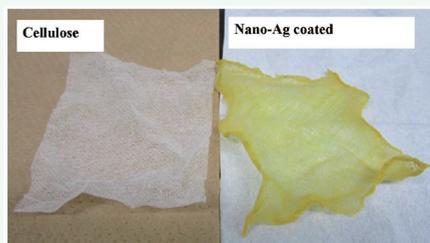
磁性マイクロ粒子(Fe₃O₄)の形状制御



貴金属ナノ粒子(Au)の還元剤フリー合成

社会実装に向けた将来展望

環境に優しいプロセス技術として、本手法の実用化を目指しており、金属酸化物ナノ粒子あるいは貴金属ナノ粒子を分散した機能性ソフトマテリアル、貴金属ナノ粒子を用いたバイオセンサーやエネルギーデバイス等の開発を現在検討中である。



貴金属ナノ粒子(Ag)の還元剤フリー成膜



ナノテクノロジー・材料

エネルギー

ものづくり技術

ソーシャルイノベーション

UV-C 投資元企業

特許

特開2019-48732他、複数出願済

論文

H.Abe et al, Inter. J. Mol. Sci., 20, 15 (2019) 3617

参考URL

http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/research/research04_8.html

キーワード

貴金属、金属酸化物、ナノ粒子、マイクロ粒子、溶解析出反応

カーボンニュートラル・海洋プラスチック問題 解決に貢献するバイオプラスチック

工学研究科 応用化学専攻

教授 宇山 浩

Researchmap

<https://researchmap.jp/read0168389>

助教 徐 于懿

Researchmap

<https://researchmap.jp/yuihsu>

情報通信

ナノテクノロジー・材料

エネルギー

ものづくり技術

ソーシャルイノベーション

OVC 投資先企業

研究の概要

近年、マイクロプラスチックによる海洋汚染が深刻になり、脱炭素社会構築に向けたプラスチックの資源循環が社会的に求められている。我々はカーボンニュートラルに貢献するバイオマスプラスチックと廃棄時の環境負荷を低減する生分解性プラスチックからなるバイオプラスチックの実用化に向けた産学連携研究を積極的に推進している。植物油脂の良さを引き出した機能性コーティング材料を開発し、屋根用塗料として実用化するとともに、植物油脂を基盤とするバイオプラスチック用添加剤を創製し、バイオプラスチックの耐熱性・耐衝撃性の大幅な向上を達成した。また、独自開発の熱可塑性デンブと生分解性プラスチックのブレンドを基盤とする海洋生分解性バイオマスプラスチック (MBBP) の開発プラットフォームを立上げ、プラスチック製品を試作している。さらにデンブ単独の成形技術を構築し、ポリエチレンとの多層シートを開発した。



植物油脂を利用したバイオプラスチック



デンブ配合バイオプラスチック

社会実装に向けた将来展望

プラスチック資源循環に不可欠なバイオプラスチックを早期に社会実装するため、企業30社以上が参画するMBBP開発プラットフォームや新たに設立したベンチャー企業 (株式会社KYU) における活動を積極的に推進する。材料開発と成形技術開発の橋渡しを担い、バイオプラスチック製品の社会実装に貢献する。



バイオエラストマーを基盤とするプラスチック

特許

特許第4942436、特許第5057874、特許第5495360

論文

Uyama, Hiroshi, Polymer Journal 2018, 50, 1003-1011, doi: 10.1038/s41428-018-0097-8

参考URL

<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/mbbp/>
<https://www.kyu-gs.com/>
<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~uyamaken/>

キーワード

プラスチック、包装材料、日用品

ユビキタスガスベースの高密度プラズマを利用した成膜・加工プロセス

工学研究科 附属精密工学センター

准教授 大参 宏昌

Researchmap <https://researchmap.jp/read0076337>



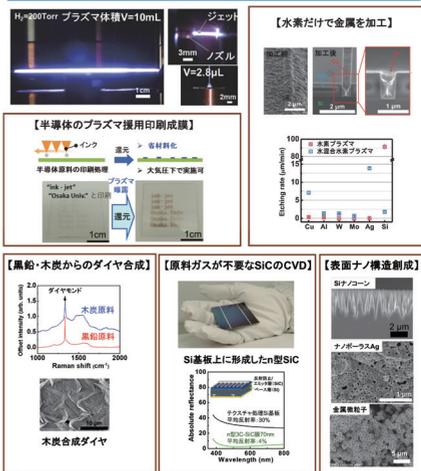
研究の概要

本研究シーズでは、危険で環境負荷の大きな化学品を必要とせず、廉価・無毒な窒素、水素、水蒸気ガスを利用したプラズマ材料プロセス(成膜・加工)を提供します。本研究シーズの特長は、通常の低圧プラズマに比べて高圧の雰囲気下で比較的低温の高密度プラズマを生成、利用することにあります。これにより、基材等に熱損傷を与えることなく、高い反応性をもつラジカルを高密度に生成することが可能となります。このプラズマを用いて、これまでにSiH₄、PH₃、B₂H₆などの有毒で高価な原料ガスを用いることなく、Si、グラファイト、木炭等の安定な固体原料から導電性が制御されたSiC薄膜やダイヤモンドなどの機能薄膜の形成が可能となっています。また、生成した高密度ラジカル反応場を用いることで、水素、窒素、さらには水だけで、高融点金属を含む金属の化学加工を可能にしています。また、最近では高密度プラズマを利用することで、機能的ナノ構造を種々の材料表面に付与することも可能になっています。

社会実装に向けた将来展望

窒素、水、さらには水素ガスなど、入手が容易なガスをベースとした高密度プラズマによる金属ならびに半導体材料の高機能化に寄与する製法・装置の開発を進めていきます。資源的な制約を受けにくく幅広い分野への応用が期待できる技術シーズです。

ユビキタスプラズマを用いた成膜・加工プロセス



- 7 エネルギー効率よくプラズマ生成
- 8 高融点金属の加工可能
- 9 窒素と水素を原料とするプラズマ生成
- 12 つくる責任 つくる喜び

特許

特願2018-186613、特願2018-186813、特許4660715号、特許5028617号、特許5269414号、特許4539985号

論文

Flex. Print. Electron. 6, (2021) 035003.、 Mater. Sci. Semicond. Process. 129, (2021) 105780.、 ACS Omega 4 (2019) 4360.、 J. Alloys Compounds 728 (2017) 1217.、 Appl. Phys. Lett. 109 (2016) 211603.

参考URL

<http://www-ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp/>

キーワード

水素、窒素、水、ナノ構造、プラズマ、表面処理、薄膜、金属、半導体

超高感度 無線MEMS振動子センサー

工学研究科 物理学系専攻

教授 荻 博次

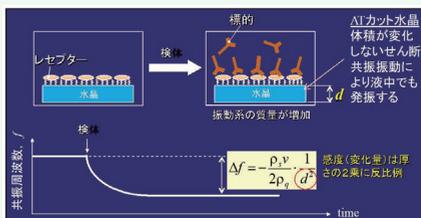


Researchmap <https://researchmap.jp/read0042771>

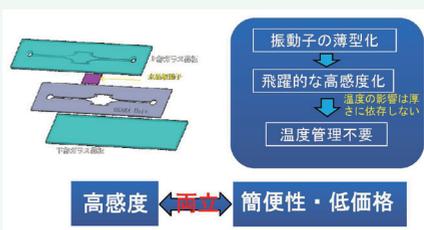
研究の概要

振動子センサーは、共振振動子（マイクロベル）に標的物質を吸着させ、これによる振動子の共振周波数変化から、吸着した物質の定量を行うセンサーである。無標識・短時間計測・ポータブル化が可能であるが、他のセンサーと比較して感度が良くなく、用途が限定的であった。振動子センサーには、振動を励起・検出するための電極と配線が直接振動子にコンタクトしているが、これらが振動子センサーの感度を著しく低下させているためである。

荻研究室では、振動子を無線・無電極状態で発振させる手法を発明し、さらに、MEMSプロセスを駆使して振動子センサーの超高感度化を行うことに成功した。また、この振動子センサーを、バイオセンサーやガスセンサーとして適用し、従来のセンサー感度を大幅に上回ることを立証した。



無線振動子センサーの原理（バイオセンサー応用）



開発した無線振動子センサーとその特徴

社会実装に向けた将来展望

長寿時代を迎え、疾病の早期診断等のための高感度低コストのバイオセンサーとしての応用や、環境意識の高まりの中で、微量ガスのセンサーへの応用にも、大きな期待ができる。

特許

特開2021-131315、特開2019-138628、再表2019/026456

論文

- H. Ogi, "Wireless-electrodeless quartz-crystal-microbalance biosensors for studying interactions among biomolecules: A review", Proceedings of the Japan Academy, Series B, Vol. 89 Issue 9 pp. 401-417, 2013.
- L. Zhou, N. Nakamura, A. Nagakubo, and H. Ogi, "Highly sensitive hydrogen detection using curvature change of wireless-electrodeless quartz resonators", Appl. Phys. Lett. 115, 171901 (2019).

参考URL

<http://www-qm.prec.eng.osaka-u.ac.jp/pmwiki/pmwiki.php/Main/Research>

キーワード

振動子センサー、バイオセンサー、ガスセンサー、MEMS、無線、超高感度、透明電極、生体電位計測

革新的パワーレーザーの開発 -高パルスエネルギー・高繰り返しレーザー-

レーザー科学研究所

特任助教 荻野 純平

Researchmap <https://researchmap.jp/ogino-jum>

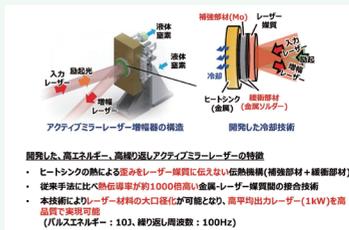


研究の概要

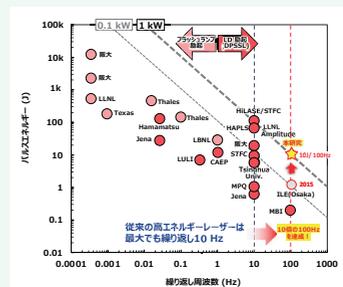
パワーレーザーの高いパルスエネルギーは他の手法では得られない高密度、高温、高圧力などの極限の状態を実現できるため、主として基礎科学研究に利用されている。最近では、中性子やイオンなど様々な高エネルギー量子ビーム発生法が提案され癌治療や非破壊検査、超高圧物性研究に基づく新物質創生や宇宙デブリ除去による宇宙環境保全など、高度な医療・産業・宇宙分野への応用の可能性が示唆されている。このような応用の更なる発展のためには、従来技術では実現が困難であった高いパルスエネルギーと高い繰り返し動作を同時に実現し、高度な情報通信技術を駆使することで多彩な利用研究に適用可能な革新的パワーレーザーの実現が求められている。このようなレーザーを実現するためには、レーザーが高い排熱能力を有する必要がある。我々の研究室では、独自の冷却技術を開発し、高エネルギーレーザーの繰り返しを飛躍的に引き上げる可能性を示した。

社会実装に向けた将来展望

本技術は、レーザーの革新的な高パワー化を可能とする技術である。学術応用を目的とした大型レーザーだけでなく、産業応用で利用されているレーザー装置にも適用可能な技術である。高エネルギー化による更なる大面積加工、高繰り返し化による今までにない高速加工が可能となり、飛躍的な高速化を図ることが可能である。



(図1) 今回開発したアクティブミラーレーザーの特徴



(図2) 世界の高エネルギーレーザーと今回開発したレーザーの比較



(図3) アクティブミラーレーザー増幅器の小型化

特許

特許出願済

論文

Jumpei Ogino, Shigeki Tokita, Shotaro Kitajima, Hidetsugu Yoshida, Zhaoyang Li, Shinji Motokoshi, Noboru Morio, Koji Tsubakimoto, Kana Fujioka, Ryosuke Kodama, and Junji Kawanaka, "10 J operation of a conductive-cooled Yb:YAG active-mirror amplifier and prospects for 100 Hz operation", Optics Letters 46, 621-624 (2021)
河仲 準二, 時田 茂樹, 椿本 幸治, 吉田 英次, 郭 晓杨, 李 朝阳, 藤岡 加奈, 森尾 登, 荻野 純平, 本越 伸二, 阪本 雅昭, 中田 芳樹, 安原 亮, 藤本 靖, 吉村 政志, 藤田 雅之, 宮永 憲明, 植田 憲一, "1kW 超級繰り返し高パルスエネルギーレーザーの開発動向", レーザー研究, 46, 576-581 (2018)

参考URL

<https://www.ile.osaka-u.ac.jp/research/rd/>

キーワード

レーザー、レーザー加工

水蒸気を利用した 多孔質酸化物粒子の作製

接合科学研究所

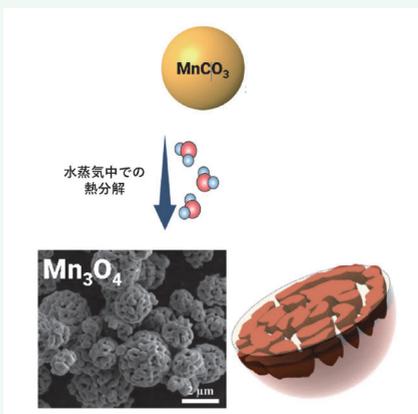
助教 小澤 隆弘

Researchmap <https://researchmap.jp/thkw>



研究の概要

炭酸塩を徐々に加熱すると炭酸ガスを放出し、酸化物へと分解される。この熱分解反応を水蒸気雰囲気下で行うと、炭酸塩の分解反応が加速されると同時に酸化物粒子の粒成長も加速される。本シーズ技術は、水蒸気雰囲気下で展開される反応促進作用を利用して、孔径が50 nm以上のマクロ孔を有する多孔質酸化物粒子を作製する方法である。本手法は、大気圧の水蒸気雰囲気下での熱分解反応でマクロ孔を自発的に形成させることを特徴とする。具体的には、 $MnCO_3$ を水蒸気雰囲気下で熱分解させると大気中よりも $150^\circ C$ 以上低温で Mn_3O_4 が作製でき、ランダム状に粒成長することで、 Mn_3O_4 粒子内部は迷路状のマクロ孔が形成される。水蒸気による反応促進作用により、マクロ孔を簡便に形成できる独自性を有する。



社会実装に向けた将来展望

マクロ孔を有した多孔質粒子は、気相中や液相中に存在する微粒子を捕集することができる。既に、有機溶媒中からのカーボンナノ粒子の簡便な捕集を実証している。今回作製した粒子は酸化物（セラミックス）であるため、高分子系材料と比較すると耐熱性や耐薬品性に優れ、フィルター材料としての応用が想定される。さらに、多孔質形状を活かした二次電池用電極材料への適用も想定され、リチウムイオン電池の負極利用あるいはLi塩との反応で形状を維持したまま正極材料への変換も可能である。

特許

小澤隆弘, 多孔質球状酸化物粒子及びその製造方法, 特開2019-048733

論文

Takahiro Kozawa, Preparation of macroporous Mn_3O_4 microspheres via thermal decomposition in water vapor, ChemistrySelect, 3 (2018) 1419-1423.

参考URL

<https://researchmap.jp/thkw/>

キーワード

水蒸気、熱分解、多孔質材料、迷路状細孔

グラフェンバイオセンサー

産業科学研究所

助教 小野 亮生

Researchmap <https://researchmap.jp/onotakao>

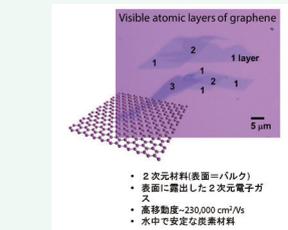


研究の概要

単原子層のナノカーボン材料グラフェンは、その特異な性質から半導体デバイスなど様々な応用が期待され、その中でもバイオセンサーは最適な応用先と考えられている。グラフェンは構成原子全てが表面に露出し、また水中で安定な炭素材料であるため、溶液中の検出対象はグラフェン表面に距離ゼロで接触でき、グラフェンの電子密度を変化させられる。更に、グラフェンの電子移動度は極めて高く、僅かな電子密度変化を大きな電流変化に変換できる。小野研究グループでは、大きな可能性を持つグラフェンバイオセンサーの基盤構築から社会実装までを俯瞰して研究を進めている。

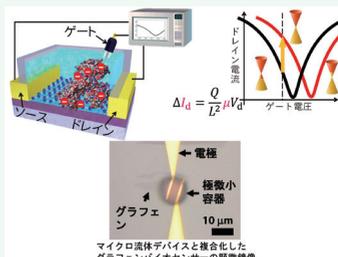
社会実装に向けた将来展望

グラフェンバイオセンサーの実用化のための課題解決にも取り組み、一例として検出対象の表面電荷が水溶液中のイオンによって中和されるデバイ遮蔽の課題を解決した。検出対象をグラフェン上に捕捉する分子には糖鎖などの小さな分子を使わなければならない制約があったが、マイクロ流体デバイスと複合化して形成した極微小反応場内での酵素反応をリアルタイムに計測できるバイオセンサーを開発した。本技術により、デバイ遮蔽に影響されないバイオセンシングを実現している。

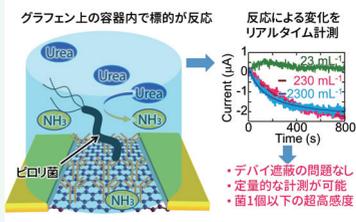


グラフェンの特徴

- 2次元材料(表面=バルク)
- 表面に露出した2次元電子ガス
- 高移動度~230,000 cm²/Vs
- 水中で安定な炭素材料



バイオセンシング原理および反応器デバイス



ピロリ菌の超高感度センシング例

特許

特許第6949397号

論文

- 1) "Electrical Biosensing at Physiological Ionic Strength Using Graphene Field-Effect Transistor in Femtoliter Microdroplet", Nano Letters, 19, 4004-4009 (2019).
- 2) "Graphene Surface Acoustic Wave Sensor for Simultaneous Detection of Charge and Mass" ACS Sensors, 3(1), pp. 200-204 (2018).
- 3) "Graphene as an Imaging Platform of Charged Molecules" ACS Omega, 3(3), pp. 3137-3142 (2018).
- 4) "Improved sensitivity of a graphene FET biosensor using porphyrin linkers" Japanese Journal of Applied Physics, 57, 065103-1~4 (2018), 他

参考URL

<https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/se/>
https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2019/20190618_2

キーワード

グラフェン、バイオセンサー、マイクロ流体デバイス

大気圧プラズマによるエッチング技術を用いたX線結晶光学素子表面の無歪化

工学研究科

准教授 佐野 泰久

Researchmap <https://researchmap.jp/read0042804>

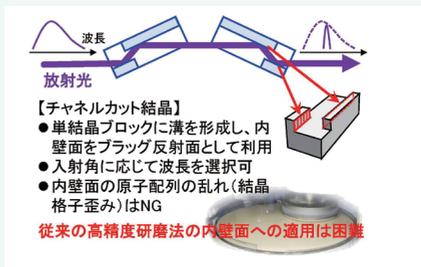


研究の概要

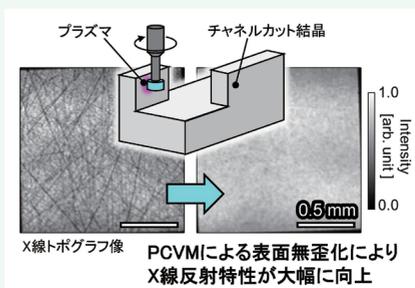
大気圧プラズマによるエッチング技術(PCVM)は、高能率かつ純化学的なエッチングであり、被加工物の表面の原子配列を乱すことなく、プラズマが接触している表面を加工することができる技術である。PCVMは従来技術の高精度研磨法が適用困難な特殊な形状のX線結晶光学素子に対しても、電極の形状等を適切に選択することによって適用可能である。そのような結晶光学素子であるチャンネルカット結晶(図1)において、理化学研究所(SPring-8)との共同研究により、PCVMによる表面無歪化によってX線の反射特性が大幅に改善する等の有用性が確認され(図2)、海外の研究施設からも注目を集めるに至っており、早期の実用化が望まれている。

社会実装に向けた将来展望

現在、X線光学結晶素子の無歪化処理を行うベンチャー企業への設立に向けた準備を進めている。将来的には、単結晶基板表面や半導体基板の無歪加工等の幅広い分野への事業展開を目指す。



(図1)



(図2)



特許

特許出願中

論文

T. Hirano, et al., Rev. Sci. Instrum. 87 (2016) 063118, S. Matsumura, et al., Opt. Express 28 (2020) 25706.

参考URL

<http://www-up.prec.eng.osaka-u.ac.jp/>

キーワード

大気圧プラズマ、プラズマエッチング、X線結晶光学素子、無歪化

電圧によって制御できる 反強磁性薄膜の開発

工学研究科 マテリアル生産科学専攻

准教授 白土 優

Researchmap <https://researchmap.jp/read0090304>



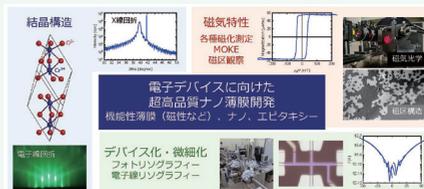
研究の概要

磁性材料は、強磁性体と反強磁性体で大別される。前者は、いわゆる、磁石につく材料であり永久磁石、各種磁気デバイスをはじめとして広く利用されている。一方、後者は、磁気スピン(磁化、N-S極の元)が互いに逆向きに配列する(補償される)ため、これまで磁気特性の制御は実質的に不可能とされてきた。白土研究チームでは、磁場と電場を同時に利用する手法を用いることで、反強磁性体のスピンをマイクロサイズ以下のデバイス中でも制御できることを実証した。特に、動作原理が、極性反転不要な静磁場と低消費電力な電界のみであり、電力消費の主因である電流を使用しないことから、超低消費電力動作が期待できる。

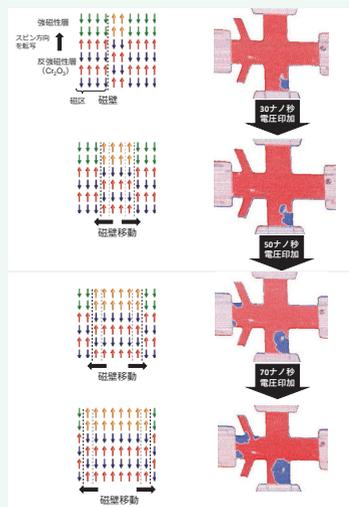
また、この反強磁性体はクロム(Cr)と酸素のみから構成される比較的単純な構造を有し、他の系とは異なり室温付近での動作が可能であることから、デバイス作製の歩留まりの向上も可能である。

社会実装に向けた将来展望

磁気スピンが補償されることは、言い換えると磁性体間の磁気的な相互作用を抑制することができることを意味しており、メモリセル間に相互干渉のない超高密度磁気記録の可能性を秘める。また、反強磁性体のスピンの動作速度は強磁性体と比較して3桁以上早く、テラヘルツ領域にあることから、今後の超高速データ通信の主要材料としても期待される。



研究のコンセプトとコア技術



マイクロサイズのデバイスにおいて反強磁性スピンの反転の様子
スピン反転の駆動力は電圧でありナノ秒レベルでの高速反転が可能

特許

特開 2018-18904、特開 2010-212342

論文

Magnetoelectric control of antiferromagnetic domain state in Cr2O3 thin film Journal of Physics: Condensed Mater, Vol. 33, pp. 243001 (18pp) (2021).
Giant anomalous Hall conductivity at Pt/Cr2O3 interface, Physical Review Applied, Vol. 13, No. 3, pp.034052(8 pp) (2020).
Detection and in-situ switching of un-reversed interfacial antiferromagnetic spins in a perpendicular exchange-biased system, Physical Review Letters, Vol. 109, Issue 6, pp. 077202 (5pp) (2012).

参考URL

<http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/mse2/MSE2-HomeJ.htm>

キーワード

磁性材料、薄膜、磁気デバイス、スピントロニクス

超分子を利用した 強靱な自己修復性高分子材料

高等共創研究院 高分子材料設計学研究室

教授 **高島 義徳**

Researchmap https://researchmap.jp/ytakashima_0068747

理学研究科 高分子科学専攻 高分子材料設計学研究室

特任助教 **PARK JUNSU**

Researchmap <https://researchmap.jp/pjs08>

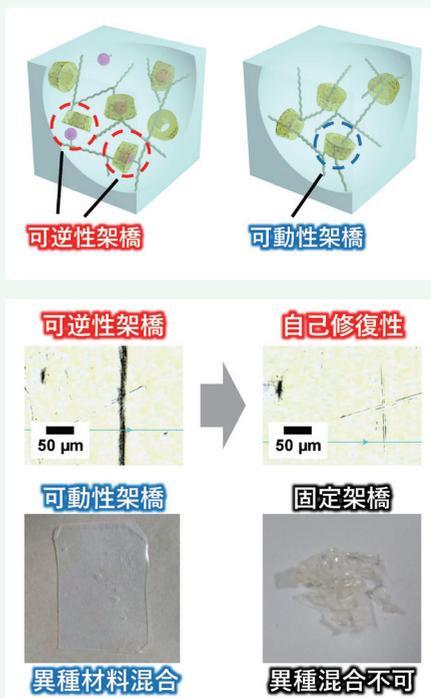


研究の概要

シクロデキストリン(CD: ブドウ糖が6から8個つながった環状のオリゴ糖)を側鎖に有する高分子材料はCDの空孔に包接される分子の種類によって可逆性または可動性架橋を形成する。小さい疎水性分子(ゲスト分子)が自由に包接・解離する架橋を可逆性架橋、高分子鎖のように長い分子が包接され、CDがそれに沿って滑るような架橋を可動性架橋という(右上段図)。このような架橋を有する高分子材料は、従来の架橋点が固定された材料に比べ強く伸びる。さらに、可逆性架橋の場合、高分子材料が破損しても元の外見や力学特性を回復する自己修復性を示し、可動性架橋の場合は既に重合済みの材料に液状モノマーを吸わせてからさらに重合して異種材料混合性を実現した(右下段写真)。この二種の架橋からなる材料設計は、幅広い材料に適用できるため、産学の技術革新に寄与し、持続可能な社会の実現に貢献できる。

社会実装に向けた将来展望

今に至るまでCDの化学を調べ、材料化、さらに材料の機能化を達成してきた。この過程で得られた知見は新たな機能性ゴム・エラストマーやコーティング剤、異種材料接着剤などの新規機能性材料の生産に活用できる。さらに、企業との共同研究により今まで高価だったCDモノマーのコスト低減も実現できつつあり、近いうちに社会実装できるだろう。



特許

特許第6300926号、PCT/JP2019/047720、特願2021-096930、特願2021-121048

論文

Macromolecules 2019, 52, 2659-2668.
Macromolecules 2019, 52, 6953-6962.
Adv. Mater., 2020, 32, 2002008.
NPG Asia Mater., 2022, in press.

参考URL

<https://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/takashima/>

キーワード

高分子、強靱材料、コーティング、接着剤、耐衝撃材料

粉粒体-流体 連成シミュレーション技術

工学研究科 機械工学専攻

准教授 辻 拓也

Researchmap <https://researchmap.jp/tsuji.takuya>

講師 鷲野 公彰

Researchmap <https://researchmap.jp/washino>



研究の概要

工業原料の3/4以上は粉粒体であり、また、工業製品の半分以上は、製造過程で何らかの形で粉粒体を經由している。しかし、粉粒体が関わる現象は非常に複雑かつ定量的な計測が困難であるため、現在の実プロセスにおいては、勘と経験に頼った設備設計・運用が行われていることがほとんどである(図1)。

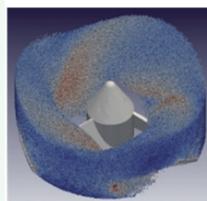
本研究グループはこれまでの研究で、粉粒体もしくは粉粒体-流体の両方が関わる現象についてのシミュレーションを行っており、実に数万例に及ぶ実施例から得られたノウハウを有している。流体単相シミュレーションに比べ、粉粒体または粉粒体-流体連成シミュレーションに必要なパラメータ数は極端に多く、また、個々のパラメータが粉体の巨視的挙動に非線形的に影響を与える。そのため、正確なシミュレーションの実施には、現象に対する深い理解とノウハウが不可欠である。また、様々な粉粒体現象を表現可能な数理モデル開発も行っており、一般には難しいとされるシミュレーションも可能にきている(図2)。特に、粉粒体、気体、液体の三相が関わるシミュレーションにおいては、粉粒体界面モデルを導入することで精度の高いシミュレーションが可能となった(図3)。

社会実装に向けた将来展望

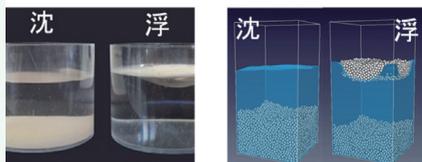
本シミュレーション技術を用いれば、これまで勘と経験に頼っていた粉粒体関連設備やプロセスをあらかじめ最適設計することが可能となり、設計段階での品質の作りこみ、すなわちQuality-by-Designが実現できる。



(図1) 粉粒体の製品化プロセス



(図2) 粉体ミキサーのシミュレーション例



(図3) 世界初の界面モデルを導入した三相シミュレーション



特許

論文

参考URL

キーワード

DEM with attraction forces using reduced particle stiffness. Powder Technology, 325, pp202-208

<http://www-cf.mech.eng.osaka-u.ac.jp/member.html>

シミュレーション、粉粒体、流体、DEM、モデル

環境調和型高性能熱電変換 ナノ材料の開発

基礎工学研究科

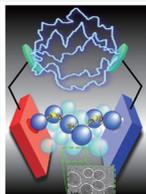
教授 中村 芳明

Researchmap https://researchmap.jp/research_nakamura

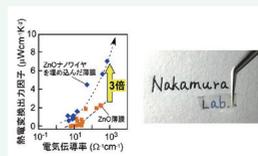
情報通信

研究の概要

エネルギー消費量のうち70%は廃熱として捨てられており、この莫大な廃熱をターゲットとした熱電変換が新たなクリーンエネルギーとして注目されています。従来の熱電材料は高価・有毒な重元素が主に用いられてきましたが、安価・無毒な軽元素の場合、その低い熱電性能が課題でした。我々は、原子レベルで制御した独自ナノ構造（ナノドット・ナノワイヤ）形成技術を駆使して、熱電変換の至上命題であった電気と熱の独立制御を達成し、軽元素のみで構成した環境調和型高性能薄膜熱電材料を開発しました。あらゆる電子デバイスに使用されるSiに注目して、独自のSiナノドット連結構造を開発したところ、世界最小熱伝導率を達成し、Si系IoTセンサ電源としての可能性を示しました。一方で、世界中で使われている窓ガラスの熱にも注目し、透明ZnOナノワイヤ含有薄膜を開発した結果、熱伝導率低減と熱電出力因子増大を同時に達成し、透明ガラスを熱源とした透明熱電電源の可能性を示しました。



Siナノドット連結構造を用いた熱電材料



ZnOナノワイヤを用いた高性能透明熱電材料



見据えるビジョン

社会実装に向けた将来展望

昨今のCOVID-19や高齢化社会により遠隔通信をベースとした新たな生活様式に移行しつつあります。こうした背景のもと、我々はナノ構造を用いた高性能薄膜熱電電源をIoTセンサに組み込むことで、新たな生活様式を支えるための遠隔通信社会システム実現に貢献します。これにより、医療・農業を含む幅広い社会分野を支えることを目指します。

ナノテクノロジー・材料

エネルギー

ものづくり技術

ソーシャルイノベーション

OVC 投資先企業

特許

- ・中村芳明、石部貴史、熱電変換デバイス、熱電変換デバイスの製造方法及び電動装置、特願2019-220283
- ・中村芳明、宮戸祐治、池内賢朗、走査型プローブ顕微鏡用試料ホルダ、走査型プローブ顕微鏡、およびゼーベック係数算出方法、特願2019-021555、平成31年2月8日
- ・中村芳明、島田賢次、池内賢朗、熱物性測定法、特願2018-025000、平成30年2月15日
- ・中村芳明、五十川雅之、上田智広、吉川純、酒井剛、細野秀雄、熱電材料及びその製造方法並びにそれを用いた熱電変換モジュール、特願2012-124940、PCT出願番号：PCT/JP2013/063580

論文

Appl. Phys. Lett. 87, 13, 133119 (2005), Nano Energy 12, 845 (2015), Science and Technology of Advanced Materials 19, 31 (2018), ACS Applied Materials & Interfaces 10, 37709 (2018), ACS Applied Materials & Interfaces 12, 25428 (2020), J. Mater. Chem. A 9, 4851 (2021), Nanoscale 13, 4971 (2021).

参考URL

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20141210/>
<http://www.adv.ee.es.osaka-u.ac.jp/>
https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2014/20141210_1
https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2018/20181031_2
https://engineer.fabcross.jp/archive/181101_nanowire.html
<http://www.optronics-media.com/news/20181031/5379/>
https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2021/20210129_1

キーワード

熱電変換材料、ナノ結晶、コピキタス元素、エピタキシー、透明材料

燃料電池触媒： 遷移金属担持カーボンアロイの合成

基礎工学研究科 物質創成専攻化学工学領域

教授 西山 憲和

Researchmap <https://researchmap.jp/read0046501>



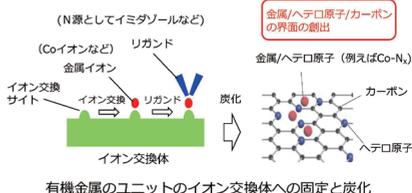
研究の概要

燃料電池の低コスト・長寿命化に向けて、白金に代わる高い酸素還元(ORR)特性と耐久性を有する新触媒の開発が必要不可欠である。最近では、金属や金属酸化物が重要な役割をするM-N-C(M=Fe,Co)系触媒が高い活性を持つことが知られている。しかしながら、通常の金属担持法で作成した触媒では、活性種が熱処理過程で凝縮し、その結果、金属/ヘテロ原子/カーボンの界面が減少し、活性や耐久性が著しく低下してしまう。一方、本研究では有機金属錯体のユニットをイオン交換材料(イオン交換樹脂やメソポーラスカーボン、ゼオライト)へ、最適な密度で固定化した複合体を前駆体として用いることで高機能性電極触媒を合成することができる。導入量を最適化することで、ユニットをイオン交換サイトに高分散に導入でき、その後の炭化処理による凝集を抑制できる。

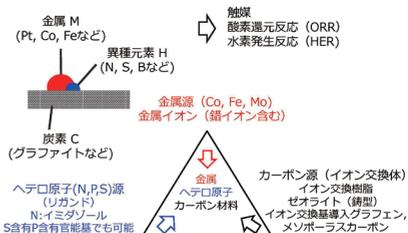
社会実装に向けた将来展望

現在、実用化に向け、さらなる活性向上および耐久性の評価を行っている。本手法では、①イオン交換体、②金属イオン、③リガンドの3つ化学種の複合体を前駆体として用いる。この組み合わせは、非常に多様であり、金属とヘテロ原子(N,S,P)が結合したクラスターレベルの触媒の新規な合成手法として高い可能性をもっている。そこで、燃料電池(ORR)触媒だけでなく、水素発生反応(HER)触媒への応用も考えている。

燃料電池触媒：遷移金属担持カーボンアロイの合成



金属/ヘテロ原子/カーボン材料の創成



特許

特願2017-227835 遷移金属担持カーボンアロイの製造方法
出願済 有機金属-イオン交換物質複合体の製造方法、及び有機金属-イオン交換物質複合体

論文

Y. Shu, K. Miyake, J. Quilez-Bermejo, Y. Zhu, Y. Hirota, Y. Uchida, S. Tanaka, E. Morallón, D. Cazorla-Amorós, C. Y. Kong, N. Nishiyama, "Rational design of single atomic Co in Co_Nx moieties on graphene matrix as an ultra-highly efficient active site for oxygen reduction reaction," ChemNanoMat, in press.

K. Miyake, T. Takemura, A. Gabe, Y. Zhu, M. Ota, Y. Shu, Y. Hirota, Y. Uchida, S. Tanaka, M. Katayama, Y. Inada, E. Morallón, D. Cazorla-Amorós, N. Nishiyama, "Fabrication of Co/P25 coated with thin nitrogen-doped carbon shells (Co/P25/NC) as an efficient electrocatalyst for oxygen reduction reaction (ORR)," Electrochimica Acta, 296, 867-873 (2019)

参考URL

<http://www.cheng.es.osaka-u.ac.jp/nishiyamalabo/research/329.html>

キーワード

燃料電池触媒、カーボン、多孔体

希土類元素 Eu 添加による波長超安定・狭帯域 GaN 赤色 LED の研究開発

工学研究科 マテリアル生産科学専攻

教授 藤原 康文

Researchmap <https://researchmap.jp/read0042513>

研究の概要

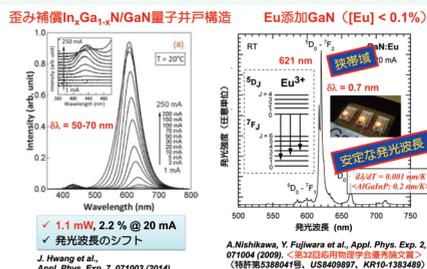
藤原教授グループは、希土類元素 Eu (ユウロピウム) をドーピングした GaN を用いて赤色 LED を世界に先駆けて実現した。発光メカニズムが従来の半導体のエネルギーバンド間遷移による AlGaInP/GaAs を用いた赤色 LED と全く異なり、Eu イオンの 4f 殻内遷移によるものであるため、環境温度により発光波長が変動せず、半値幅が非常に狭いシャープな赤色が得られ、高輝度化、高出力化が図れる。

この赤色 LED は GaN を基盤としており、既に実用化されている青色、緑色の窒化物半導体 LED と同一結晶基板上に構成できることから、有機 EL ディスプレイに代わる次世代ディスプレイとして期待されているマイクロ LED ディスプレイの微細化とコストダウンが可能となる。

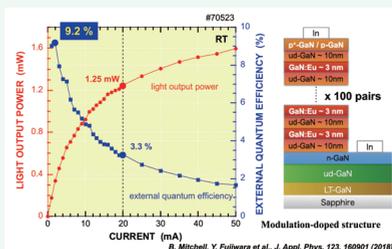
また、同グループでは、既に 3 色の LED を同一のサブワリア基板上に縦方向に積層することにも成功しており、革新的な技術として、多くの展開が見込める。

社会実装に向けた将来展望

今回の赤色 LED により、3 色を同一結晶基板上で実現できるため、微細化とコストダウンが図れ、特にスマートウォッチや、AR、VR 用 HMD、車載用 HUD など微細なマイクロ LED を必要とする製品に対しては革新的な技術となる。また、半値幅が非常に狭い特性を生かし、フォトセラピー (育毛・美肌) などライフサイエンスへの応用の可能性も大きい。



InGaN系赤色LEDとの比較



Eu添加GaN赤色LEDの特性と構造



藤原研究室に設置されているEu添加GaN赤色LED作製用有機金属相エビタキシャル成長装置

特許

特許第 5388041 号 (PCT/057599) 他出願済

論文

Toward efficient red GaN-based red light emitting diodes. J. Appl. Phys. 2018, 123, 160901

参考URL

<http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/mse/6/>

キーワード

赤色LED、マイクロLED、GaN、希土類元素イオン殻内遷移

水素による脆性破壊を動的可視化できる オペランド計測システム

基礎工学研究科 機能創成専攻

准教授 堀川 敬太郎

Researchmap <https://researchmap.jp/read0118558>

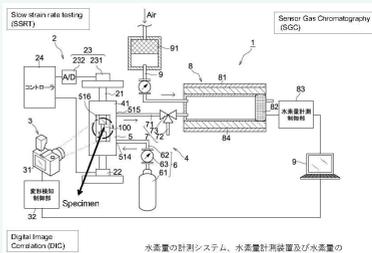


研究の概要

すべての構造用金属材料は水素を取り込むことによって機械的特性が大きく低下することが知られている(水素脆性)。材料中の水素はその含有量が少なく(ppmレベル)、拡散性も高いため、水素脆性を生じさせる水素の挙動を明らかにすることが困難とされてきた。材料中の水素の情報を知るための分析手法として、昇温水素脱離分析(TDS)が広く利用されてきたが、実際の脆性破壊時の動的な水素の作用を直接明らかにする実験的な手法はこれまで存在しなかった。我々のグループでは、水素脆性機構解明を目的とした、半導体水素センサーガスクロ(SGC)、低ひずみ速度材料試験装置(SSRT)、デジタル画像相関法(DIC)を組み合わせた全く新しい動的な水素オペランド計測手法を開発した。

社会実装に向けた将来展望

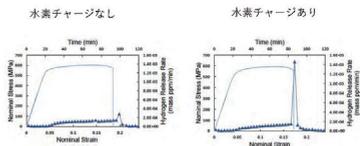
これからの水素社会の構築に向けて、水素環境に暴露される可能性のある様々な構造金属材料の安全性診断のための新しい検査技術として応用が期待される。水素脆性に関する変形・破壊時の水素量を実使用環境と同じ大気中で定量化することが可能であり、得られるデータを基に大気環境で水素脆性を生じない新たな高機能材料の開発に繋がれることが期待される。



水素量の計測システム、水素量計測装置及び水素量の計測方法 - 特開2020-176394A、出願日：2019年9月30日

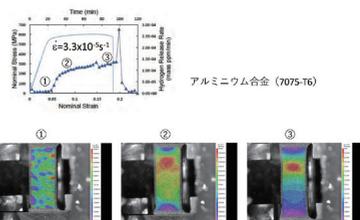
7075-T6 (Al合金)
0.02 mm/min
($\dot{\epsilon}=3.3 \times 10^{-5} s^{-1}$)

変形・破壊時の水素量



項目	水素チャージなし	水素チャージあり
水素量(最大値)(ppm)	0.6	34.6
水素量(平均値)(ppm)	1.00(1.07) × 10 ⁻¹	1.11(1.07) × 10 ⁻¹
ひずみ(最大値)(%)	1.2	0.6
ひずみ(平均値)(%)	1.00(1.07) × 10 ⁻¹	1.00(1.07) × 10 ⁻¹
破断速度	1.00(1.07) × 10 ⁻⁵	1.02(1.02) × 10 ⁻⁵
ひずみ(破断時)(%)	1.00(1.07) × 10 ⁻¹	1.02(1.02) × 10 ⁻¹

水素放出、デジタル画像相関法との関係



アルミニウム合金 (7075-T6)

特許

水素量の計測システム、水素量計測装置及び水素量の計測方法 (特開2021-056065特願2019-178534)

論文

Keitaro Horikawa: Quantitative monitoring of environmental hydrogen embrittlement of Al-Zn-Mg-based aluminum alloys via dynamic hydrogen detection and digital image correlation, Scripta Materialia, 199 (2021) 113853.

参考URL

<http://impact.me.es.osaka-u.ac.jp/>

キーワード

水素脆性、水素分析、オペランド分析、破壊、定量分析

結晶化技術を駆使した 新機能材料の開発

工学研究科 電気電子情報工学専攻

教授 森 勇介

https://researchmap.jp/mori_yusuke



情報通信

研究の概要

森研究室では、将来のエネルギー問題や高度情報化社会に対応できる基板材料となる新機能材料の開発、特に新波長変換光学結晶、高品質半導体結晶、有機非線形光学結晶、タンパク質結晶の育成に関する研究を行っている。

特に、様々な省エネルギー技術の基盤となる窒化ガリウムGaN半導体の高品質結晶化において、「Naフラックス法」や「OPE法」という全く新しいGaN結晶の育成方法を開発し、世界で最も高品質なGaN結晶育成に成功している。

また、半導体微細化に必須の全固体短波長紫外レーザー光源についても「CsLiB₆O₁₀ (CLBO)」という全く新しい波長変換結晶を発見・開発し、世界で最も高出力な短波長レーザー光発生に成功した。

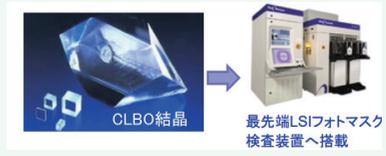
さらには、レーザー照射により結晶核を発生させ、溶液攪拌により高品質大型結晶化を実現するという、従来の概念とは全く異なる新しいタンパク質結晶化技術を開発し、創薬分野へ展開、貢献を目指している。

社会実装に向けた将来展望

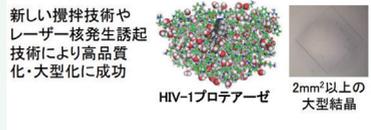
これからの「低炭素社会」、「高度情報化安全安心社会」、「高齢化社会」を迎えるにあたり、結晶化技術を駆使した機能性材料の研究開発による社会貢献を目指し、(株)創晶をはじめとした大学発ベンチャーを設立、社会実装に向けた取り組みを加速している。



液相成長法によるGaN結晶の育成



非線形光学結晶の開発とUVレーザー応用



タンパク質結晶の育成



ナノテクノロジー・材料

エネルギー

ものづくり技術

ソーシャルイノベーション

OVC投資先企業

特許

多数出願済

論文

Y. Mori, M. Imanishi, . Murakami, and M. Yoshimura, Japplied Physics, Vol.58, No.SC, pp.SC0803-1/10 (2019.05)

参考URL

<http://crystal.pwr.eng.osaka-u.ac.jp/>

キーワード

結晶化、機能性材料、GaN、全固体レーザー、タンパク質

塗布薄膜ホログラフィック光学フィルムの開発とその応用

工学研究科 電気電子情報通信工学専攻

講師 吉田 浩之

Researchmap <https://researchmap.jp/hiroyuki Yoshida>



研究の概要

従来、光学機器における光の制御にはレンズやミラーなどの古典的素子が使われていたが、最近では、特に小型軽量の回折型の光学素子が用いられることも多くなってきた。但し、これらの回折型光学素子では、光波長程度の極めて微細な周期構造を材料中に作りこむ必要があり、大型化が極めて困難であった。

吉田助教のチームは、コレステリック液晶という特殊な液晶材料を用いることにより、基材上に二次元配向パターンさえ形成すれば、この基材に上記液晶を塗布するのみで、自己形成的に微細な三次元構造が構築でき、所望の光学特性を得られることを見出し、この技術によって、安価に大きなサイズのホログラフィック光学素子を製造できることを実証した。本技術によれば、基材上の二次元パターンの配置を変更することで、様々な光学特性をもつホログラフィック光学素子を容易に製造することが可能であり、また、塗布成膜製造が可能であることから、ロールツーロールの大量生産で、大画面の光学素子を製造することが可能となる。

社会実装に向けた将来展望

本技術を使用すれば、AR/VR用の眼鏡型デバイスなどに用いる薄型軽量の光学素子を安価に生産することが可能であり、さらには、様々な光学特性を薄膜にて実現できること、大画面化が容易である特徴を生かして、透明ディスプレイや、照明機器、将来的には3Dディスプレイなどへの応用も可能であると考えられる。



特許

PCT/JP2016-06621、US15/579158、EP16803395.5、特願2016-227847

論文

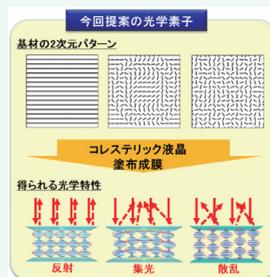
「Planar optics with patterned chiral liquid crystals」Nature Photonics, 10, 389 (2016) 他

参考URL

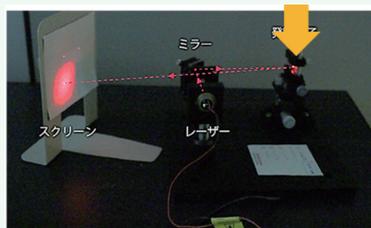
<http://opt.eei.eng.osaka-u.ac.jp>

キーワード

光学素子、ホログラム、回折、AR、VR、ディスプレイ



(図1) 原理



(図2) 実験装置



(図3) 応用分野