



教授

向井 剛輝

ムカイ コウキ



理工学部 機械・材料・海洋系学科
材料工学教育プログラム
大学院工学研究院 システムの創生部門
大学院理工学 機械・材料・海洋系専攻 材料科学フロンティアユニット
mukai-kohki-cv@ynu.ac.jp
http://www.kmlab.ynu.ac.jp/
https://orcid.org/0000-0002-1334-6604

量子ドット
ワイドギャップ酸化物
太陽電池
光エレクトロニクス
ナノ構造物理
ナノマイクロシステム

【研究概要】

量子ドットは、電子や正孔を数個だけ収容することのできる、10ナノメートル程度の大きさを持った半導体の箱です。我々の研究室では、量子ドットなどの先端ナノ材料を光エレクトロニクスへ応用する技術の研究テーマとしています。具体的には、量子ドット超格子を用いた超高効率の太陽電池、酸化物ワイドギャップ半導体の化学合成、コロイド型量子ドットの化学合成、量子ドットとメタマテリアルとを組み合わせた単一光子放出素子、などの研究に取り組んでいます。

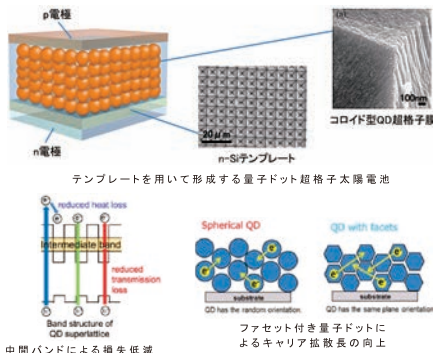
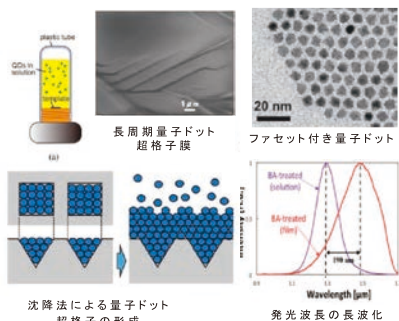
【アドバンテージ】

表面にファセット面を付与したコロイド型量子ドットを溶液中でSiテンプレート上に沈降させることで、構成する各量子ドットの面方位が揃い、かつ長周期構造を持つ超格子膜を実現した。中間バンドの形成を示唆する発光波長の長波化や、面方位の配向を示唆するX線回折極大図が得られた。

この他、ワイドギャップ半導体として有望な酸化ガリウムの繊維状ナノ結晶の化学合成とそのデバイス応用なども行なっている。

【事例紹介】

高均一な半導体量子ドットが3次元配列した構造である超格子を用いた太陽電池は、中間バンドの作用によって、60%以上の極めて高いエネルギー変換効率が見込めると予想されている。構成する各量子ドットの面方位が揃うことで、キャリアの移動度が向上し、太陽電池の更なる高性能化が期待される。



■ 相談に応じられるテーマ

半導体ナノ材料、量子ドット太陽電池、有機太陽電池、酸化物ワイドギャップ材料、光半導体デバイス

■ 主な所属学会

応用物理学会, 日本物理学会, 電子情報通信学会

■ 主な論文

- "Superlattice formation of faceted PbS quantum dots with three-dimensionally aligned crystal orientation", K. Mukai et al., Appl. Phys. Express 11 085601 (2018). <https://doi.org/10.7567/APEX.11.085601>.
- "Chemical synthesis and band gap control of Ga_2O_3 :Co nanocrystals", K. Mukai et al., Jpn. J. Appl. Phys. 58 SBB106 (2019). <https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab00ef>.
- "Formation of superlattice with aligned plane orientation of colloidal PbS quantum dots", K. Mukai et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57 04FS02 (2018). <https://doi.org/10.7567/JJAP.57.04FS02>

■ 主な特許

- 特許第4982838号「光制御素子、発光素子、光回路装置」
- 特許第6229228号「光制御素子及びこれを用いる量子デバイス」
- 特許第6160995号「発光素子及びこれを用いる量子デバイス」

■ 主な著書

- 「コロイド型量子ドットを用いた光子発生器」日本工業出版「光アライアンス」Vol.30, No.7, p.16-19, 2019.
- 「微小角入射X線解析法 (GIXD法) による円柱型InAs/GaAs量子ドット構造の評価」量子ドットエレクトロニクスの最前線, NTS社, 2011.
- 「Nano- and micromaterials」Springer-Verlag 2008.

■ 主な研究機器・設備

- 電子ビームリソグラフィ設備
- マイクロフトルミネッセンス測定系
- 時間相関光子計数系