

課題番号: GR054
助成額: 179百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成23年2月10日～平
成26年3月31日

光による半導体ナノ粒子の異方性形状制御とエネルギー変換材料への応用

鳥本 司 名古屋大学大学院工学研究科 教授
Tsukasa Torimoto



専門分野

光電気化学・
ナノ構造制御

キーワード

量子ドット／光デバイス／ナノ粒子／光触媒／太陽
電池／光エッチング／異方性形状

WEBページ

<http://www.apchem.nagoya-u.ac.jp/06-K-6/torimoto/index.html>

研究背景

化石エネルギー枯渇問題や地球温暖化問題を解決できる最も有力な方法の1つが、太陽光エネルギーの高効率利用である。しかし、最も一般的に使用されているシリコン電池では、最高でも太陽光エネルギーの約30%しか利用できないために、より高い効率の太陽電池が切望され、世界的な開発競争が行われている。

研究目的

本研究では、可視光域に吸収をもつ低毒性半導体ナノ粒子に着目し、これを光吸収材料とする新たな光エネルギー変換システムを開発する。申請者が独自に開発した液相化学合成法・光エッチング技術を利用して、ナノ粒子の精密形状制御を行い、光エネルギー変換をより高効率化するための粒径・形状を、迅速に探索する。

実績

代表論文: J. Phys. Chem. C, 116 (41), 21895–21902, (2012)
特許出願: 特願2012-287434 「半導体ナノ粒子、半導体ナノ粒子担持電極及び半導体ナノ粒子の製法」(出願日: 2012年12月28日)
受賞: 第30回永井科学技術財団 学術賞、永井科学技術財団 (2013年3月11日)
新聞: 中部経済新聞 「研究現場発、名古屋大学大学院工学研究科 鳥本 司氏: 高効率な光エネルギー変換に期待」(2012年7月3日)

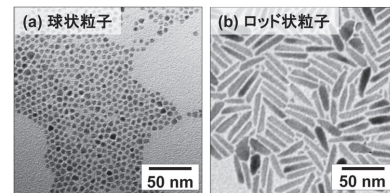
研究成果

新規低毒性ナノ粒子の合成とその形状制御

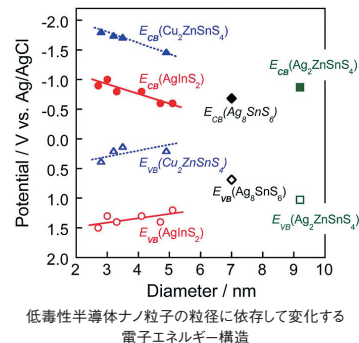
含硫黄有機化合物と金属イオンを加熱した有機溶媒中で反応させることによって、従来のCd系高毒性粒子とは全く異なる、低毒性金属カルコゲナイドナノ粒子 (ZnS-AgInS₂固溶体、Ag₂SnS₆など) を得た。反応条件の精密制御によって、粒径と形状異方性が制御できた。

低毒性ナノ粒子の電子エネルギー構造の解明と量子ドット太陽電池への応用

低毒性半導体ナノ粒子の伝導帯下端および価電子帯上端は、量子サイズ効果の発現によって粒径に依存して大きく変化することが分かった。ZnS-AgInS₂固溶体ナノ粒子を多孔質酸化物電極に担持した光電極を用いて量子ドット増感太陽電池を作製した。固溶体中のAgInS₂の割合が増加するほど、太陽光変換効率が向上した。このデバイスの変換効率は従来の高毒性ナノ粒子のものと同程度であり(数%程度)、低毒性粒子が光吸収層として有望であることを明らかにした。



(a) 球状および(b)ロッド状のZnS-AgInS₂固溶体ナノ粒子のTEM像。



2030年の 応用展開

得られた低毒性半導体ナノ粒子、特にAgInS₂ナノ粒子のようなバンドギャップの小さい粒子が光吸収材料として効果的であった。この成果は、量子ドット太陽電池開発を

飛躍的に進展させ、1光子吸収により複数の電子-正孔対が生じる多励起子生成を用いる超高効率太陽電池(効率>40%)を可能にすると期待される。