

光無線給電を目指したワイドギャップペロブスカイト太陽電池の開発

Development of wide bandgap perovskite solar cells for wireless power transmission

新潟大工¹, 東工大工² °石川 亮佑¹, 加藤 拓也¹, 西村 達矢², 坪井 望¹, 宮島 晋介²
 Niigata Univ.¹, Tokyo Tech.², °Ryousuke Ishikawa, Takuya Kato, Tatsuya Nishimura, Nozomu Tsuboi,
 Shinsuke Miyajima
 E-mail: ishikawa@eng.niigata-u.ac.jp

1. はじめに

様々な応用が期待されるワイヤレス給電のなかでも、高周波を用いるワイヤレス給電が苦手とする応用分野向けの技術として、光を用いた「光無線給電」が注目されつつある[1]。例えばレーザーと太陽電池を組み合わせることで実現可能であるが、光無線給電の観点に立った太陽電池の検討はほとんど行われていない。そこで我々は、電圧ロスが非常に小さく、大きな禁制帯幅を有する光吸収層の適用が可能、というペロブスカイト太陽電池の特徴を利用することにより、高効率な光無線給電用光電変換素子の開発に取り組んでいる。本研究では臭素系のペロブスカイト材料を用いてワイドギャップなペロブスカイト太陽電池を開発することを目指した。

2. 実験方法

FTO 被覆ガラス基板にオルトチタン酸テトラブチル溶液をスピコートして大気中焼成後、四塩化チタン処理をすることで compact-TiO₂ 層を堆積した。また、酸化チタンナノ粒子分散溶液をスピコートし、大気中焼成することで mesoporous-TiO₂ 層を堆積した。

ペロブスカイト層はアンチソルベント法により以下の手順で堆積した。DMF:DMSO=7:3 v/v の混合溶媒に 1.2M の(CH₃NH₃)PbBr₃ 溶液を調整し、室温で一晩攪拌する。この溶液を TiO₂ 上にスピコートし、40s 後にトルエンを滴下し、ペロブスカイト層を堆積した。さらに正孔輸送層として spiro-OMeTAD を積層し、最後に真空蒸着により 4 mm 角のマスキを用いて金電極を堆積した。

3. 結果と考察

TiO₂ 上に作製した薄膜がペロブスカイト構造をとることが XRD 測定より確認でき、透過率測定からバンドギャップに対応した吸収端が観測された。さらに He-Cd レーザー(325 nm)を励起光として室温において PL 測定した結果、図 1 のようなスペクトルが得られた。この発光から見積もられるバンドギャップは 2.27 eV であり、報告されている(CH₃NH₃)PbBr₃ のバンドギャップの値に良く対応している[2]。発表では光導電率測定などの結果も合わせて議論する。

さらにペロブスカイト層の堆積条件を最適化することで、図 2 の断面 SEM 像に示すような緻密で粒径の大きなペロブスカイト層を形成することに成功した。現状でのセル構造において、開放電圧：1.37 V、短絡電流密度：4.5 mA/cm²、曲線因子：0.72、変換効率：4.38%という太陽電池特性が得られている。しかし、まだ電圧ロスが大きく、さらなる高電圧化のためには、キャリア輸送層、特に電子輸送層である TiO₂ 層の見直しが効果的であると考えられる。今後はタンデム化などによりさらなる高電圧化を試み、ペロブスカイト太陽電池の光無線給電応用の可能性を見出していきたい。

謝辞

本研究の一部は科研費 基盤 B (17H03532F)の援助を受けた。

参考文献

- [1] IEEE SPECTRUM, Jan 29, 2016
- [2] X. J. Zheng, B. Chen, C. C. Wu, and S. Priya, Nano Energy 17, 269 (2015).

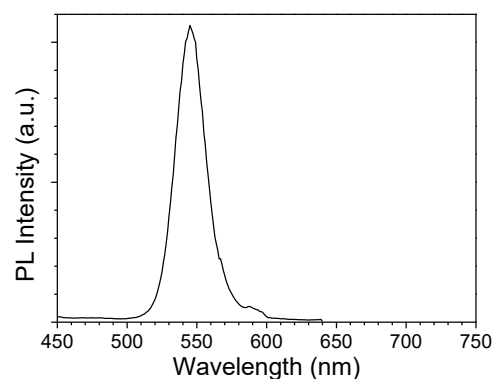


図 1. 得られた(CH₃NH₃)PbBr₃ 薄膜の PL スペクトル

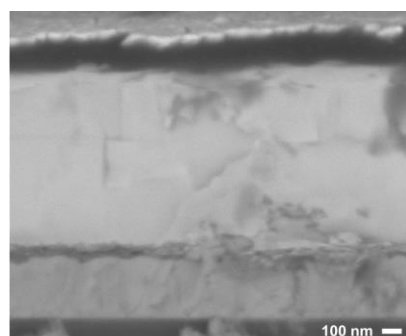


図 2. 作製した(CH₃NH₃)PbBr₃ 太陽電池の断面 SEM 像