

3ハライド型ワイドバンドギャップ ペロブスカイト太陽電池のモフォロジー改善

Morphological Improvement of 3-Halide Wide Bandgap Perovskite Solar Cells

青山学院大学, [○](M1) 杉本 英哉, 高橋 菜々花, 來福 至, 石河 泰明

Aoyama Gakuin Univ., [○]Hideya Sugimoto, Nanaka Takahashi, Itaru Raifuku, Yasuaki Ishikawa

Email: yishikawa@ee.aoyama.ac.jp

1. はじめに

屋内用途に向けた太陽電池では、光吸収層の適切なバンドギャップは屋外用途と異なる。ペロブスカイト化合物(PVK)は組成制御によりバンドギャップ制御が可能であるという特徴から、ペロブスカイト太陽電池は屋内用途においても有望である。一方、ペロブスカイト化合物のワイドバンドギャップ化では、Br 量増加によって相分離が発生する[1]。先行研究においてペロブスカイト構造 ABX_3 の A サイトの Cs 含有量を増やし、X サイトに Cl を用いて Br 含有量を低減させた $Cs_{0.6}FA_{0.3}MA_{0.1}Pb(I_{0.70}Br_{0.25}Cl_{0.05})_3$ の組成にすることでワイドバンドギャップ(1.79 eV)化しつつ、相分離抑制が可能であることを見出している[2]。本研究ではこの組成のペロブスカイト薄膜の成膜条件の検討、およびデバイス化し、その特性の評価を行った。

2. 実験方法

貧溶媒を用いたスピコート法により、 $Cs_{0.6}FA_{0.3}MA_{0.1}Pb(I_{0.70}Br_{0.25}Cl_{0.05})_3$ の組成を有するペロブスカイト薄膜を作製した。溶液濃度 1.6 M、DMF:DMSO=3:7、スピコート条件 1000 rpm/10 s → 2000 rpm/30 s を基準のプロセスとし、それぞれの条件を変化させた際のペロブスカイト薄膜のモフォロジー状態を走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて評価した。デバイス構造は glass/ITO/SnO₂/PVK/Spiro-OMeTAD/Au とした。太陽電池特性は 1 sun (AM1.5G, 100 mA/cm²) 条件下および LED 照明下(1000 lx, 0.3056 mW/cm²)において電流-電圧(*J-V*)測定を行うことにより評価した。

3. 実験結果及び考察

基準としたプロセスで成膜したところ、図 1(a)に示すような膜表面に凹凸のある模様が確認された。スピコート条件、溶液濃度、溶媒割合を変化させることで図 1(b)に示すよう

なモフォロジーが改善された膜が得られた。最適化した条件で成膜したペロブスカイト薄膜を光吸収層としたデバイスを作製した。作製したデバイスの *J-V* 曲線を図 2 に示す。低照度下では変換効率 25.8%を記録した。本研究で光吸収材料として用いた 3 ハライドペロブスカイトは相分離の影響を受けにくいいため、低照度向け太陽電池として優れた光吸収層であると示唆される。

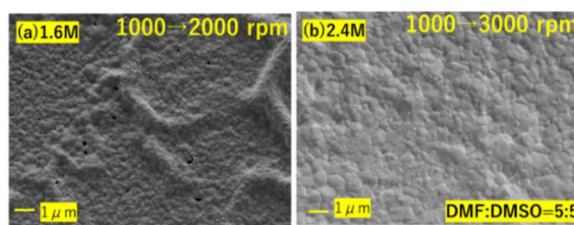


図 1 ペロブスカイト薄膜の表面 SEM 像

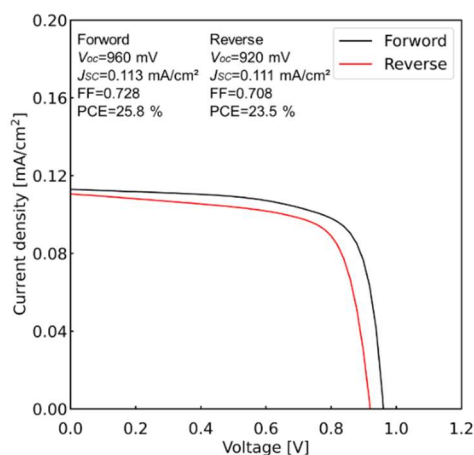


図 2 低照度下(1000 lx, 0.3056 mW/cm²)における 3 ハライドペロブスカイト太陽電池の *J-V* 曲線

[1] S. J. Yoon, *et al.*, *ACS Energy Lett.* 2016, **1**, 290–296.

[2]高橋ら, 第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会講演予稿集, p. 57 (2023).