

分光エリプソメトリーによる結晶 Si/ペロブスカイト系タンデム素子の評価

Ellipsometry study of crystalline-Si/perovskite tandem structure solar cells

¹ 埼玉大理工研,² (株) HORIBA² 川村晃希¹, 那須野勇樹, 和才容子², 石川良¹, 白井肇¹

¹Saitama Univ., ²HORIBA., K. Kawamura, Y. Nasuno, Y. Wasai, R. Ishikawa¹, H. Shirai¹

1. 序論：前回までにPEDOT:PSS/n-Si系太陽電池を下部素子、 $(\text{FA}_{0.8}\text{Cs}_{0.2})\text{Pb}(\text{I}_{1-x}\text{Br}_x)_3$ 系薄膜太陽電池を上部素子としたタンデム構造素子の作製を報告した。特にPEDOT:PSS上に SnCl_2 の加水分解により形成した SnO_2 がペロブスカイト系上部素子のカソード電極及び下部PEDOT:PSS/n-Si素子の再結合コンタクトとして機能することを報告した。しかし加水分解により形成した SnO_2 上の $(\text{FA}_{0.8}\text{Cs}_{0.2})\text{Pb}(\text{I}_{1-x}\text{Br}_x)_3$ 系上部素子の性能改善およびPEDOT:PSS/ SnO_2 界面のキャリア輸送の理解と制御が望まれる。今回はDMFとCHP混合溶媒により、tiosemicarbazide(TSC)添加量を変数としてペロブスカイト結晶粒径の拡大およびPEDOT:PSS/ SnO_2 /ペロブスカイト界面の評価を行った。

2. 実験： $(\text{FA}_{0.8}\text{Cs}_{0.2})\text{Pb}(\text{I}_{1-x}\text{Br}_x)_3$ 薄膜の作製は前駆体溶液にPbに対して0, 0.5, 7.5, 10%のTSCを添加した。今回は $x=0.15$ 一定でc-Siまたはガラス上に $(\text{FA}_{0.8}\text{Cs}_{0.2})\text{Pb}(\text{I}_{1-x}\text{Br}_x)_3$ 薄膜をスピンコート法で製膜後、 130°C , 10min熱処理した。ペロブスカイト薄膜および界面電流輸送機構の評価は、表面・断面SEM, AFM, 分光エリプソメトリー (SE), FTIRおよび電流-電圧特性により行った。SE評価では、TSC添加量に対する結晶粒径および各層形成後下地層への影響を考慮に入れて、New-Amorphousモデルを用いた3層モデルによる解析を行った。

3. 結果：図1は、n-Si/PEDOT:PSS/ SnO_2 / $(\text{FA}_{0.8}\text{Cs}_{0.2})\text{Pb}(\text{I}_{1-x}\text{Br}_x)_3$ 積層構造のSEにより決定した光学モデル及び断面SEM像を示す。各層の膜厚はSE解析より得られた膜厚と良い一致を示した。さらに断面SEMとSE解析の結果から、界面層を形成することなく積層構造が形成されていることがわかる。図2は異なる SnO_2 膜厚に対する SnO_2 /PEDOT:PSS接合のI-V特性を示す。 SnO_2 の膜厚の増加とともにPN接合のI-V特性を示した。 SnO_2 上のペロブスカイトのTSC添加量に対する結晶粒制御と積層構造の光学特性について議論する。

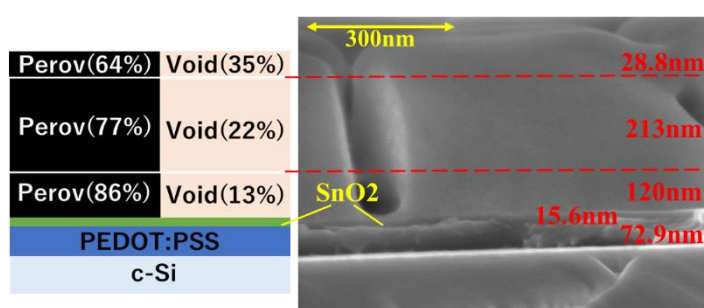


Fig.1 Best-fitted optical model determined by SE analysis and cross-sectional SEM image of the n-Si/PEDOT:PSS/ SnO_2 /perovskite structure.

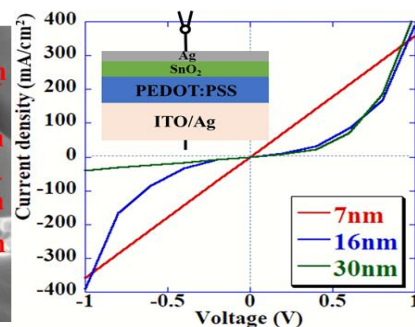


Fig 2: I-V characteristics of the Ag/PEDOT:PSS/ SnO_2 /ITO/Ag devices with different SnO_2 thicknesses.