

酸化チタン/酸化スズ二層構造を電子輸送層とするペロブスカイト太陽電池  
**Perovskite photovoltaic cells**  
**with bilayer electron-transporting layers of titanium oxide and tin oxide**

○石川 良<sup>1</sup>、上野 啓司<sup>1</sup>、白井 肇<sup>1</sup> (1. 埼玉大院理工)

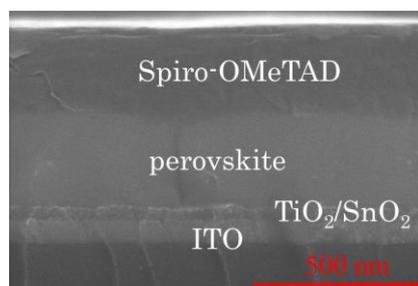
○Ryo Ishikawa<sup>1</sup>, Keiji Ueno<sup>1</sup>, Hajime Shirai<sup>1</sup> (1. Saitama Univ.)

E-mail: ryo@fms.saitama-u.ac.jp

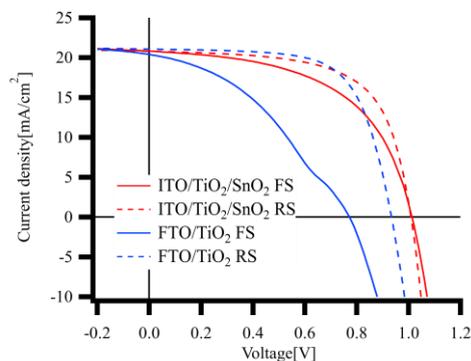
**【序論】** Pb-Perovskite を光吸収層に用いた有機-無機ハイブリッド太陽電池は変換効率 20 % 以上を示し注目を集めている。我々は高沸点の 1-シクロヘキシル-2-ピロリドン(CHP)とチオセミカルバジド(TSC) を併せて用いることにより簡便に一段階で数  $\mu\text{m}$  の大粒径・高結晶性  $\text{FA}_{0.8}\text{Cs}_{0.2}\text{PbI}_3$  薄膜の成膜を実現した [1]。このペロブスカイト薄膜を酸化チタンを電子輸送層とする薄膜型太陽電池へ応用したが、順方向時の光電変換効率  $\text{PCE}_{\text{FS}}$  と逆方向時の  $\text{PCE}_{\text{RS}}$  から算出するヒステリシスファクター ( $\text{HF})=(\text{PCE}_{\text{RS}}-\text{PCE}_{\text{FS}})/\text{PCE}_{\text{RS}}$  が 0.55 と大きく、また酸化チタン層成膜に  $500^\circ\text{C}$  の高温が必要である。今回、酸化チタンナノ粒子と酸化スズナノ粒子用いて  $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$  二層構造の電子輸送層を  $150^\circ\text{C}$  で低温成膜し、ペロブスカイト太陽電池を作製した。

**【実験】** ITO 付きガラスにゾルゲル法により作製した  $\text{TiO}_2$  ナノ粒子水溶液 [2]、酸化スズナノ粒子水溶液(Alfa Aesar)をスピコートし  $150^\circ\text{C}$  で加熱乾燥して電子輸送層を成膜した。 $\text{FA}_{0.8}\text{Cs}_{0.2}\text{PbI}_3$  ペロブスカイト層と Spiro-OMeTAD をスピコート法により成膜し、Ag 電極を真空蒸着して太陽電池を作製した。

**【結果】** Fig.1に作製した太陽電池の断面SEM像を示す。二層構造の電子輸送層の膜厚は約 40 nm であり X 線光電子分光法により  $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$  積層構造を確認した。Fig.2 にペロブスカイト太陽電池の  $J$ - $V$  曲線を示す。FTO 上の高温焼成  $\text{TiO}_2$  電子輸送層では  $\text{PCE}_{\text{FS}}=6.00\%$ 、 $\text{PCE}_{\text{RS}}=13.3\%$ 、 $\text{HF}=0.55$  であるのに対して、ITO 上の  $\text{TiO}_2/\text{SnO}_2$  二層構造電子輸送では  $\text{PCE}_{\text{FS}}=11.4\%$ 、 $\text{PCE}_{\text{RS}}=13.5\%$ 、 $\text{HF}=0.16$  とヒステリシスが大幅に減少した。



**Fig. 1** Cross-sectional SEM image of perovskite solar cell



**Fig. 2**  $J$ - $V$  curves of Perovskite solar cells under AM1.5 G,  $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$

[1] 石川他 2017年秋応物 8a-A501-4, [2] C. Yang et. al, Chem. Commun. 53 (2017) 10882