

SnO₂ 電子輸送層に着目したペロブスカイト太陽電池の特性評価

Characterization of SnO₂ electron transport layer in perovskite solar cells

京都工芸繊維大学 ○室田 絢音、藤原 健太郎、岡 憲吾、山下 兼一

Kyoto Inst. Technol. ○ A. Murota, K. Fujiwara, K. Oka, and K. Yamashita

E-mail:m0621047@edu.kit.ac.jp

【はじめに】高効率な有機無機ハイブリッドハロゲン化鉛ペロブスカイト太陽電池(PCS)においてはキャリア輸送層も重要な役割を果たしている。多くの電子輸送材料が報告されており、中でも酸化スズ(SnO₂)は、広いバンドギャップ^[1]、高い光透過率^[2]、高いキャリア移動度^[3]などから有望な電子輸送材料とされている。しかし、極薄(~50 nm)の SnO₂ 電子輸送層が凹凸の大きい透明電極(FTO など)上でどのように成膜され、それらがデバイス特性に影響を与えるかについては不明な点も多い。そこで我々は SnO₂ 電子輸送層に注目し、PSC におけるその役割やデバイス特性に与える影響について調査を行った。

【実験・結果】SiO₂/FTO/SnO₂/FA_xMA_{1-x}PbI_yBr_{3-y}/Spiro-OMeTAD/Au 構造を有するデバイスの作製を行った。はじめに、SiO₂/FTO 基板に SnO₂ コロイド分散液をスピンコートにより堆積した。その際、SnO₂ コロイド分散水溶液の濃度条件を変化させた(0 ~ 13 %)。その後、FA_xMA_{1-x}PbI_yBr_{3-y} および Spiro-OMeTAD も同様にスピンコートにより堆積し、最後に電極として金の真空蒸着を行った。Fig.1 にデバイスの断面 SEM 像を示す。SnO₂ 濃度の増加に伴い平均膜厚も増加し(10 ~ 100 nm)、FTO 上での被覆率が向上する傾向がみられた。この SnO₂ 上に堆積した FA_xMA_{1-x}PbI_yBr_{3-y} の時間分解 PL 測定の結果からは、濃度が増加することにより発光寿命の低下が確認でき、電荷の引き抜き能力が大きく上昇していることがわかる(Fig.2)。また、電流電圧測定では、変換効率(PCE)と曲率因子(FF)が膜厚の増加に対して極大の傾向を示しており(Fig.3)、この結果は、デバイス構造における Series 抵抗及び Shunt 抵抗成分の増減によるものと考えられる。以上の結果より、PCS の作製において SnO₂ 層は下層の透明電極基板を適切に被覆し表面ラフネスを緩和することが可能であるが、電荷輸送特性に与える影響も敏感であり、その膜厚の最適化は重要であるということが示された。

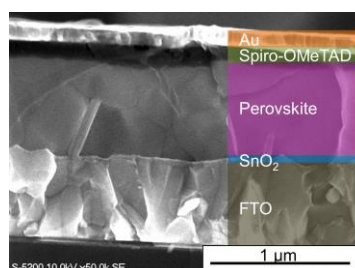


Fig.1: SEM image of the PSC.

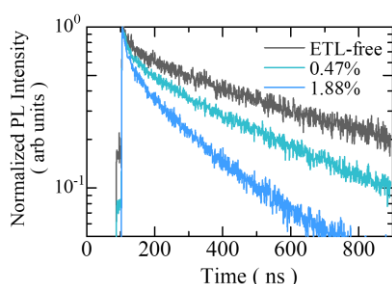


Fig.2: Time-resolved photoluminescence of the FTO/SnO₂/perovskite sample.

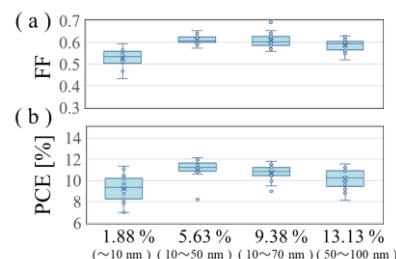


Fig.3: (a) FF and (b) PCE for PSC devices.

[1] W. J. Ke et al., J. Am. Chem. Soc. 2015, 137, 6730. [2] G. Yang et al., Adv. Mater. 2018, 30, 1706023.

[3] Xincun Dou et al., Chem. Mater. 2011, 23, 17, 3938–3945.