



逆構造ワイドギャップペロブスカイト太陽電池の V_{oc} 向上へ向けた電子輸送層の検討

Study on ETLs for V_{oc} improvement of inverted wide-bandgap perovskite solar cells

東大院工¹, 東大院総合², 東大教養³, 東大先端研⁴ ^{○(MIC)} 苅谷 航太¹, 張 叢叢²,

野々村 一輝³, 粟井 文康², 久保 貴哉⁴, 瀬川 浩司^{1,2,3,4}

UTokyo Eng.¹, UTokyo Arts & Sci.², UTokyo KOMEX.³, UTokyo RCAST⁴

^{○(MIC)} Kota Kariya¹, Congcong Zhang², Kazuteru Nonomura³, Fumiyasu Awai², Takaya Kubo⁴,

Hiroshi Segawa^{1,2,3,4}

E-mail : kota-kariya@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

【緒言】ペロブスカイト太陽電池は、組成を変化させることでバンドギャップを容易に調整できることから、他の太陽電池と組み合わせるタンデム太陽電池のサブセルとしても注目されている。しかし、トップセルに用いられるワイドバンドギャップペロブスカイト太陽電池が抱える課題の一つとして、詳細釣り合い原理より得られる理論値 (SQ limit) に対する開放電圧 (V_{oc}) の損失が大きいことが挙げられる。本研究は、逆構造ワイドバンドギャップペロブスカイト太陽電池の電子輸送層のエネルギーレベルを調整することによって、理論値により近い V_{oc} の獲得を目的とした。

【実験方法】本研究で作成したデバイスの構造を Fig. 1. に示した。正孔輸送層には[2-(3,6-ジメトキシ-9H-カルバゾール-9-イル)エチル]ホスホン酸 (MeO-2PACz) を用い、スピコート法により FTO (F:SnO₂) 表面を修飾した。さらに、ホルムアミジニウム(FA)、メチルアンモニウム (MA)、カリウム (K) の3種類のカチオンを含むトリプルカチオン型ペロブスカイト層 (FA_{0.81}MA_{0.14}K_{0.05}PbI_xBr_(3-x)) をアンチソルベント法により成膜した。電子輸送層 (ETL) である ICBA と PCBM はスピコート法により、C₆₀ は真空蒸着法により成膜した。バソクプロイン (BCP) と Ag 電極は真空蒸着法で積層させた。ETL の HOMO レベルは大気中光電子収量分光法により測定し、LUMO レベルは光学ギャップを加算することで見積もった (Fig. 2.)。

【実験結果】ペロブスカイトのバンドギャップを I と Br の比率を変えることで制御し、1.87 eV のワイドバンドギャップペロブスカイトと ICBA を組み合わせることで、1.39 V の V_{oc} が得られた。これはバンドギャップ 1.87 eV における SQ limit の約 90% に相当する。また、ETL の LUMO レベルを浅くすることで、系統的に V_{oc} が大きくなることも確認された (Fig. 3.)。

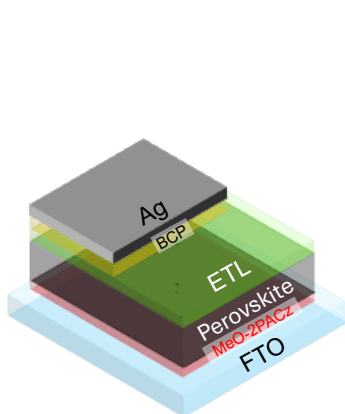


Fig. 1. Schematic illustration of devices

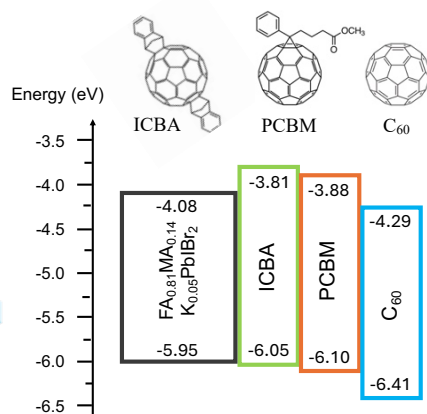


Fig. 2. Molecular structures and Energy levels of ICBA, PCBM, C₆₀, and Perovskite

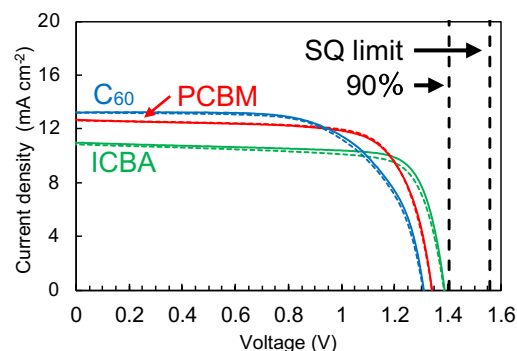


Fig. 3. J-V Curves of devices with ICBA, PCBM, and C₆₀