

近赤外光吸収材料を用いた半透明型有機薄膜太陽電池における電子輸送層の検討 Investigation of the electron transport layer in semitransparent organic photovoltaic cells using near-infrared light absorption materials

東理大¹, 産総研², 諏訪理大³

○桑野 航平^{1,2}, 岡島 大基^{1,2}, 渡邊 康之³, 近松 真之², 吉田 郵司², 西川 英一¹

Tokyo Univ. Sci.¹, AIST², Suwa Univ. Sci.³

○Kohei Kuwano^{1,2}, Taiki Okajima², Yasuyuki Watanabe³, Masayuki Chikamatsu², Yuji Yoshida², Eiichi Nishikawa¹

E-mail: 4318701@ed.tus.ac.jp

【はじめに】半透明型有機薄膜太陽電池(ST-OPV)は、金属電極の代わりに透明導電膜を使用することで光透過性を付与した太陽電池であり、農業ハウス、車窓やビル窓への応用が期待されている。ST-OPVでは、可視光領域の透過率を維持させつつ変換効率(PCE)を改善していくことが重要であり、最近では新たな評価指標として光利用効率(LUE)が使われている[1]。電子輸送層(ETL)は、発電層で生成された電子を電極に効率的に輸送させ、ST-OPVの性能を向上させる重要な役割を担っている。現在、OPVのETLではZnOが標準的に使われているが、ペロブスカイト太陽電池ではSnO₂がETL材料として注目を集めている。本研究では、ST-OPVの性能向上を目的として、まず近赤外光吸収材料Y6を発電層へ導入することを検討すると共に、そのETLとしてZnOとSnO₂とで比較検討を行った。

【実験方法】作製したST-OPVの素子構造はGlass/ITO/ETL/PM6:Y6/MoO₃/IZOである。ETLの作製は、ZnOはナノ粒子の原液を、SnO₂は原液を5倍希釈させた後にスピコート法で成膜した。作製した素子の評価は、AM1.5・1SUNの光照射条件下における電流密度-電圧(*J-V*)測定と透過率特性の評価を行った。

【結果及び考察】ZnOまたはSnO₂をETLに用いて作製したST-OPV素子の*J-V*曲線をFig.1(a)に示し、各種性能値をTable Iに示す。ZnOとSnO₂を用いた素子の短絡電流密度(*J_{sc}*)および開放電圧(*V_{oc}*)ではほぼ同じ値であったが、曲線因子(FF)は0.44、0.52と異なっており、その結果PCEの値に差が生じたものであると示唆される。FFの

違いは、直列抵抗(*R_s*)の値がZnOを用いたST-OPV素子では13.42 Ω cm²に対して、SnO₂を使用したST-OPV素子では10.49 Ω cm²であり、SnO₂を使用することで*R_s*の値が低減したためと考えられる。次に、ZnOまたはSnO₂をST-OPV cellsにさせた場合の透過スペクトルをFig. 1(b)に示す。平均透過率(AVT)を算出してみると、ZnOを用いた素子では16.93%、SnO₂を用いた素子では17.15%となり、AVTの値に差が見られなかった。しかしながら、LUE (=AVT × PCE)での評価を行ってみると、ZnOでは0.95であり、SnO₂では1.15の値となり、ST-OPVの性能指標の観点から、SnO₂をETLとして用いることで性能が改善されたことが示された。

[1] Y. Li, X. Guo, Z. Peng, B. Qu, H. Yan, H. Ade, M. Zhang, and S. R. Forrest, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A **117**, 21147 (2020).

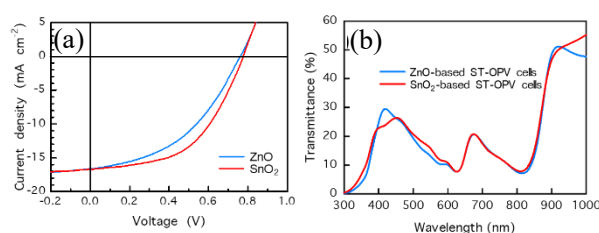


Fig.1 *J-V* curves (a) and transmittance (b) of ST-OPV.

Table I Device performance of ST-OPV

ETL	<i>J_{sc}</i> (mA cm ⁻²)	<i>V_{oc}</i> (V)	FF	PCE (%)	<i>R_s</i> (Ω·cm ²)
ZnO	16.60	0.76	0.44	5.60	13.42
SnO ₂	16.69	0.78	0.52	6.71	10.49