

ドナー/アクセプター界面の結晶性が有機薄膜太陽電池の開放電圧に与える影響 Effect of Crystallinity at Donor/Acceptor Interface on Open Circuit Voltage in Organic Photovoltaics

分子研¹, 総研大²

○伊澤 誠一郎^{1,2}, 菊地 満¹, 新宅 直人^{1,2}, 平本 昌宏^{1,2},

IMS¹, SOKENDAI²

○Seiichiro Izawa^{1,2}, Mitsuru Kikuchi¹, Naoto Shintaku^{1,2}, Masahiro Hiramoto^{1,2}

E-mail: izawa@ims.ac.jp

有機薄膜太陽電池は、無機系の太陽電池と比較して開放電圧値 (V_{oc}) が低く、デバイス性能を制限する最大の原因となっている。この V_{oc} ロスは、ドナー/アクセプター (D/A) 界面近傍での構造乱れによって生じる裾準位を介した電荷再結合、また二分子再結合速度が速いことなどが原因と報告されている[1]。

今回、結晶性が非常に高く、また高移動度材料であるベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体 (C_8 -BTBT)、および側鎖の長さの異なるペリレンジイミド誘導体 (C_n -PTCDI) (Fig.1a) を用いて太陽電池を作成することで、D/A 界面近傍の結晶性が開放電圧に与える影響を調べた。

まず側鎖の長さの異なるペリレンジイミド誘導体の X 線回折測定を行ったところ、側鎖が長くなると結晶性が向上することがわかった (Fig.1b)。電子ドナーとして C_8 -BTBT、電子アクセプターとして C_n -PTCDI を用い、それらを真空蒸着により積層し、二層型のモデルデバイスを作製した (Fig.1c)。それらデバイスの擬似太陽光照射下での電流電圧測定を行ったところ、ペリレンジイミド誘導体の側鎖が長くなるごとに V_{oc} が向上することがわかった (Fig.1d)。さらに EL 測定、温度可変電流電圧測定を行い、D/A 界面でのバンドギャップに相当する電荷移動状態エネルギーを測定したところ、 qV_{oc} とのエネルギー差が、側鎖が長くなるごとに減少していき、 C_8 -BTBT/ C_8 -PTCDI では、0.3 eV 弱まで抑えられることがわかった。光強度依存性測定から、側鎖の長さの違いによるエネルギーロスの変化は、結晶性の向上により裾準位に起因するトラップ再結合が抑制されたためであるとわかった。以上から D/A 界面近傍の結晶性を高めることで、電荷再結合を抑制でき、 V_{oc} ロスを大幅に低減できることがわかった[2]。

今回、ペリレンジイミド誘導体の側鎖が長くなるごとに V_{oc} が向上することがわかった (Fig.1d)。さらに EL 測定、温度可変電流電圧測定を行い、D/A 界面でのバンドギャップに相当する電荷移動状態エネルギーを測定したところ、 qV_{oc} とのエネルギー差が、側鎖が長くなるごとに減少していき、 C_8 -BTBT/ C_8 -PTCDI では、0.3 eV 弱まで抑えられることがわかった。光強度依存性測定から、側鎖の長さの違いによるエネルギーロスの変化は、結晶性の向上により裾準位に起因するトラップ再結合が抑制されたためであるとわかった。以上から D/A 界面近傍の結晶性を高めることで、電荷再結合を抑制でき、 V_{oc} ロスを大幅に低減できることがわかった[2]。

[1] T. Q. Nguyen et al., *Adv. Energy Mater.*, **2016**, 6, 1501721. [2] S. Izawa et al., *in preparation*.

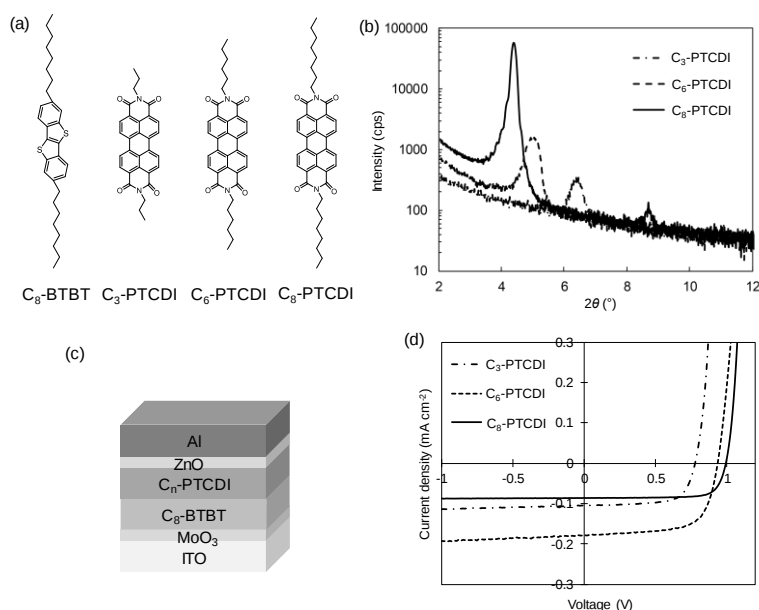


Fig.1 (a) Molecular structures, (b) Out-of-plane XRD patterns, (c) Schematic image of the device structure, (d) J - V curves.