有機薄膜太陽電池の作製条件が活性層の構造と変換効率に与える影響

Influence of fabrication conditions on the active layer structure and conversion efficiency of bulk hetero junction organic solar cells

信州大学繊維学部，　○(M2) 小松 和広，森 正悟

Shinshu Univ., °Kazuhiro Komatsu[1], Shogo Mori[1]　E-mail: shogmori@shinshu-u.ac.jp

１、目的

有機薄膜太陽電池の開放電圧(V_{oc})は p 型半導体のフェルミレベルと n 型半導体のフェルミレベルの差で決まり、フェルミレベルの差はそれぞれの半導体のエネルギー準位と再結合速度で決まる。過去に半導体材料のエネルギー準位の差と V_{oc} を関連付けた報告 [1)]があるが、一方で材料のエネルギー準位差だけでは決まらず、半導体の組成比でも開放電圧が変わる [2)]。しかし、その組成比の影響の理由はわかっていない。開放電圧を決める要因を詳細に理解することがデバイスの設計指針につながる。そこで私たちはデバイスの電荷寿命、エネルギー準位、活性層膜の比率分布を測定することで活性層内の構造と太陽電池性能の関係を説明することを今回の目的とする。

２、実験条件

有機薄膜太陽電池の構造は [ITO / PEDOT:PSS / P3HT,PCBM (~100 nm) / TiO_x / Al] である。活性層の組成比は P3HT：PCBM ＝3:1, 2:1,1:3 の三種類を作製した。熱処理は 30 分行った。

３、結果

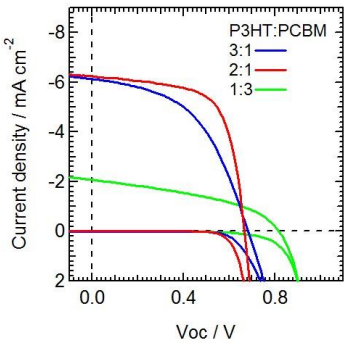

Fig. 1　I-V curve under 1 sun.

Fig.1 の電流電圧測定において開放電圧は 3:1 のセルは 2:1 に比べ、30mV 高かった。Fig.2 において同じ電子密度（約 5×10^{16} cm^{-3}）で比較すると 3:1 のセルは 2:1 のセルに比べ開放電圧が約 90mV 高い。これより p 型半導体の HOMO に対する n 型半導体の LUMO の位置が 90 mV 高いと考えられる。Fig.3 より 2:1 に対し 3:1 のセルの電子寿命はほぼ同じ値であり、同じ半導体材料を用いてもエ組成比が変わることでエネルギー準位差が変化していることが考えられる。

X 線反射率から半導体材料の体積密度の違いにより P3HT の垂直方向（深さ 0 nm Al 電極側　約 80 nm ITO 電極側）における組成比を求めた。3:1 のセルは P3HT が Al 電極側に多くなっており電荷分離が不利な構造をしていることが分かり電流値を制限している可能性がある。

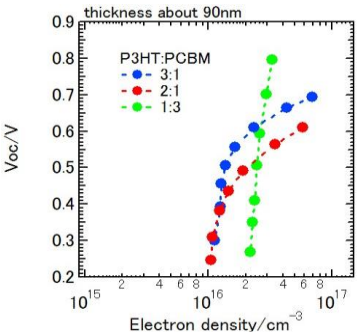

Fig. 2 Lifetime vs. Electron Density.

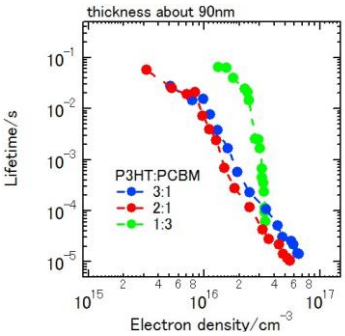

Fig. 3 V_{oc} vs. Electron Density.

1) C. L. Brabec et al., *Adv. Mater.*, **2006,** 18, 789. 2) James R. Durrant et al., *Adv. Mater.* **2010**, 22, 4987

© 2018年 応用物理学会