

ローバンドギャップポリマーを用いた有機薄膜太陽電池における 正孔移動度の膜厚依存性

Film thickness dependence of hole drift mobility in low-bandgap-polymer based organic solar cells

○成岡 達彦¹, 中塚 英美^{1,2}, 小林 隆史^{1,3}, 永瀬 隆^{1,3}, 内藤 裕義^{1,3,4}

(1. 大阪府大工, 2. 三菱化学, 3. 分子エレクトロニックデバイス研, 4. JST-CREST)

○T. Narioka¹, E. Nakatsuka², T. Kobayashi^{1,3}, T. Nagase^{1,3}, H. Naito^{1,3,4}

(1.Osaka Pref. Univ., 2.Mitsubishi Chemical Group Science and Technology Research Center, Inc., 3.RIMED, 4.JST-CREST)

E-mail: narioka@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに：キャリアのドリフト移動度は太陽電池の取り出し効率を左右する物理量であり、デバイス構造を最適化する上で重要な指標となる。ただし、有機半導体の移動度は作製条件により大きく変化するため、実際のデバイスを用いて評価することが理想的である。このような背景のもと我々は実デバイスへの適用が可能な光誘導吸収測定[1]やインピーダンス分光[2]を用いた移動度評価法を構築してきた。また、これまでに P3HT:PCBM 太陽電池における移動度の膜厚依存性を調べ、厚膜化することで移動度が増加することも報告してきた[3]。P3HT は結晶性ポリマーであるため、この移動度の増加は厚膜化により結晶性が向上したためと考えられる[3]。一方、より高い変換効率を示すローバンドギャップポリマーの多くはアモルファスポリマーであり、このような結晶化は本来期待出来ないが、フラーレンの結晶化が影響する可能性はある。この点を明らかにするため PTB7 を用いた太陽電池について移動度と膜厚の関係を調べた。

実験：測定には主に順構造の太陽電池を用い、その素子構造は ITO/PEDOT:PSS/PTB7:PC₇₁BM/Ca/Al である。補足的に逆構造の太陽電池も用いたが、その素子構造は ITO/TiO₂/PTB7:PC₇₁BM/MoO₃/Au とした。635nm のレーザーをポンプ光に用い、100 mW/cm² の条件で測定を行った。プローブ光は PTB7 の取り出しに寄与する正孔を観測するため 825 nm にセットした[4]。

結果及び考察：作製した太陽電池の変換効率の膜厚依存性を図 1 に示す。図 1 から最適な膜厚は 80 nm 付近であるとわかる。次に、これらの太陽電池を用いて光誘導吸収測定から移動度を求めた。その結果、P3HT と同様に厚膜化とともに移動度が増大する様子が見られた。ただし、厚膜の素子ではポンプ光が金属電極まで到達しないため、キャリアが輸送される距離を正確に算出することが難しく、大きな誤差が含まれる危険性がある。そこで逆構造太陽電池を作成し、金属電極側へ輸送される時間も利用して正確な移動度の評価を試みた。その結果、やはり厚膜化とともに移動度が増大していることが分かった。なお、見積もられた移動度は Table. 1 にまとめる。以上のようにアモルファスポリマーである PTB7 でも、厚膜化とともに移動度が増大することが分かった。この原因としてはフラーレンの凝集などが影響しているものと予想される。

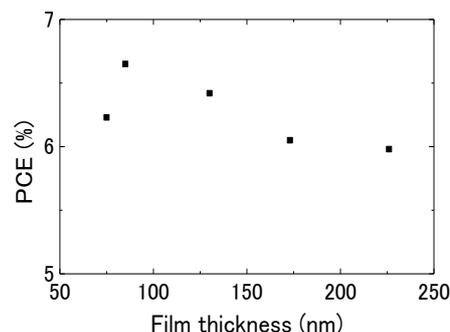


Fig. 1 Film thickness dependence of power conversion efficiency (PCE) in PTB7:PC₇₁BM OSCs.

Table. 1 Film thickness dependence of hole drift mobility in PTB7:PC₇₁BM OSCs.

Thickness (nm)	Mobility (cm ² V ⁻¹ s ⁻¹)
80 nm	5.5 × 10 ⁻⁵
210 nm	1.4 × 10 ⁻⁴

謝辞 本研究は、科学研究費補助金及び新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」の助成を受けた。

参考文献 [1] T. Kobayashi *et al.*, APEX **4**, 126602 (2011). [2] 大面 他:第 60 回春応物 29a-G18-6 (2013). [3] 成岡 他:第 75 回秋応物 17a-PA2-6 (2014). [4] 砂原 他:第 75 回秋応物 17a-PA2-15 (2014).