

有機薄膜太陽電池の電子・正孔の移動度、寿命評価

Determination of mobility and lifetime of electrons and holes in organic solar cells

大阪府立大¹, 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研², JST-CREST³○村田憲保¹, 永瀬 隆^{1,2}, 小林隆史^{1,2}, 内藤裕義^{1,2,3}Osaka pref. Univ.¹, RIMED², JST-CREST³○N. Murata¹, T. Nagase^{1,2}, T. Kobayashi^{1,2}, H. Naito^{1,2,3}E-mail: n-murata@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池(OSC)は、近年電力変換効率(PCE)の上昇が著しく、実用化可能なレベルに近づいている。しかしその動作機構は未解明な点が多く、キャリア移動度やキャリア寿命など電子輸送特性に関する知見を得ておく必要がある。本研究で用いたインピーダンス分光(IS)法は膜厚 100 nm 程度の素子においてもキャリア移動度の測定が可能であり、有機薄膜太陽電池の移動度評価に適した手法である。本研究では poly(3-hexyl thiophene) (P3HT) と Indene-C₆₀ bisadduct (ICBA)を用いた有機薄膜太陽電池を作製し、移動度評価を行った。また、正孔寿命は正孔ポーラロンの光誘導吸収(PIA)の周波数依存性[1]から、電子寿命は遺伝的アルゴリズムを用いた J-V カーブの表式

$J = J_s \{ \exp[q(V - JR_s)/nk_B T] - 1 \} + (V - JR_s)/R_{sh} - J_{light}^0 \eta_{cc}(V)$
の実験結果 (図 1) への最小二乗フィッティング[2] から算出した。

実験 ITO/PEDOT:PSS/P3HT:ICBA/Ca/Al 構造の素子を作製し、低温プローブ Desert Cryogenics TTP4 および Thermal Block SB-LN2PS を用いて 100 K から 300 K まで温度を変化させて測定を行った。IS 測定には Solartron 1260 型インピーダンスアナライザおよび 1296 型誘電率測定インターフェイスを用い、暗状態で測定を行った。また PIA 測定により正孔の寿命および移動度を測定した[1]。

結果 ΔB 法[3]を用いて移動度の算出を行った。図 2 に示すとおり 2 種類のキャリア移動度を測定することができた。これらのキャリア移動度は熱活性型の温度依存性を示し、PIA 測定により図 2 中の●が正孔移動度であることがわかった。以上より求めた電子、正孔のドリフト移動度、寿命を Table 1 に示す。開放電圧から内蔵電界を推定し、両キャリアの飛程を計算したところ、いずれも作製した OSC の膜厚を上回っていた。

参考文献

- [1] T. Kobayashi, *et al.*, Appl. Phys. Express. **4**, 126602 (2011).
[2] K. Nishida, *et al.*, IEEE Trans. EIS, **130**, 1 (2010).
[3] T. Okachi, T. Nagase, T. Kobayashi, and H. Naito, Jpn. J. Appl. Phys. **47**, 8965 (2008).

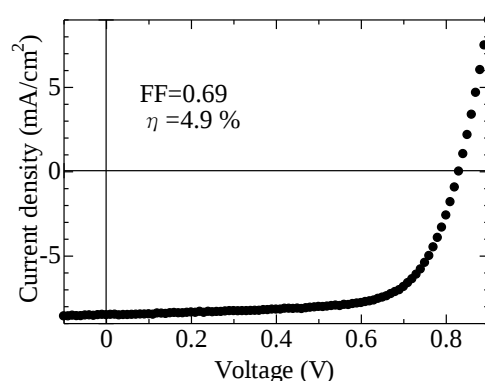


Fig. 1 J-V characteristics of P3HT:ICBA bulk heterojunction solar cells

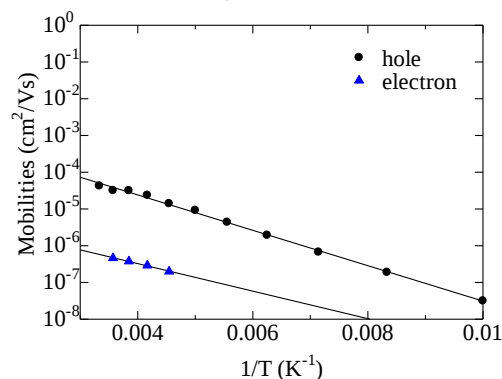


Fig. 2 Temperature dependence of charge mobilities of P3HT:ICBA bulk heterojunction solar cells

Table 1 Carrier mobilities and lifetimes of P3HT:ICBA bulk heterojunction solar cells

	hole	electron
μ (cm²/Vs)	5.1×10^{-5}	5.8×10^{-7}
τ (s)	1.0×10^{-5}	3.5×10^{-3}

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。