

変調光電流法による PTB7-th:ITIC 逆構造有機薄膜太陽電池 のキャリア移動度評価

Carrier drift mobility in PTB7-th:ITIC inverted organic photovoltaics determined with modulated photocurrent spectroscopy

○植野 直¹、久茂田 耀¹、森 聖仁¹、小林 隆史^{1,2}、永瀬 隆^{1,2}、内藤 裕義^{1,2}
(1. 大阪府大、2. 大阪府大分子エレクトロニックデバイス研)

○N. Ueno¹, Y. Kumoda¹, K. Mori¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, and H. Naito^{1,2}
(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)

E-mail: naoki.ueno.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 近年、有機薄膜太陽電池(OPV)のアクセプター材料として非フラーレン系材料を用いることで、電力変換効率が大幅に向上することが報告されている[1]。これは、可溶性フラーレンとは異なり、HOMO、LUMO 準位や吸収スペクトルなどの物性を自由に設計できることに起因する。代表的な非フラーレン系材料には ITIC があり、PTB7-th との組み合わせが数多く報告されている。しかし、PTB7-th:ITIC の OPV のキャリア輸送に関しては不明なところが多い。例えば、空間電荷制限電流 (SCLC) 法による移動度評価は報告されているものの最適混合比における電子移動度は $6.5 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ から $1.1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ までの値が報告されている[2,3]。我々は OPV の移動度決定法として変調光電流(MPC)法を報告した[4]。MPC 法では実際に発電している OPV に適用できることの他に、SCLC 法のように注入障壁の影響を受けない特徴がある。そこで、本研究では、PTB7-th:ITIC の逆構造 OPV を作製し、MPC 法によりキャリア移動度の評価を試みた。

実験 逆構造 OPV は、報告されている手順[5]に従って作製した。PTB7-th:ITIC の最適混合比も文献値に従った(1:1.3)。素子構造は ITO/ZnO/PTB7-th:ITIC (100 nm)/MoO₃/Al であり、変換効率は 6.4 % であった。MPC 法には正弦波変調した青色レーザー、信号の検出にはロックインアンプを用いた。

結果及び考察 Fig. 1 に MPC の虚数成分のスペクトルを示す。2つのピークが観測されたが、1 MHz 付近のピークは逆バイアス電圧を印加すると高周波数側にシフトすることから、キャリア走行を観測していることが分かる。ピーク周波数から走行時間 t_r を算出し、そのバイアス電圧依存性を表示した(Fig. 2)。同図の傾きから移動度を求めると、 $2.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であった。一方、Fig. 1 の 1 kHz 付近のピークは印加バイアス電圧に依存しないため、トラップに起因すると推測される。ドナー・アクセプター材料の混合比が最適値から外れた OPV では、電子、正孔走行時間に由来する 2つのピークが観測され、最適混合比では電子、正孔移動度がほぼ同じになるため 1つのピークが観測される[4]。PTB7-th:ITIC の逆構造 OPV は最適混合比のため、1つのピークのみ観測され、電子・正孔移動度の値を決定することができた。

謝辞 本研究は、科学研究費補助金(JP17H01265, JP18H03902)の助成を受けた。

参考文献 [1] Y. Cui *et al.*, Nat. Commun. **10**, 2515 (2019). [2] L. Zhang *et al.*, Nano Energy **41**, 612 (2017). [3] Y. Lin *et al.*, Adv. Mater. **27**, 1172 (2015). [4] H. Nojima *et al.*, Sci. Rep. **9**, 20346 (2019). [5] Y. Wang *et al.*, J. Phys. Chem. Lett. **8**, 5270 (2017).

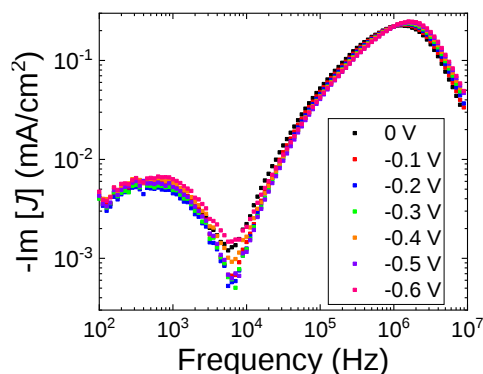


Fig. 1 Im[J] spectra of PTB7-th:ITIC OPV under different reverse biasing condition.

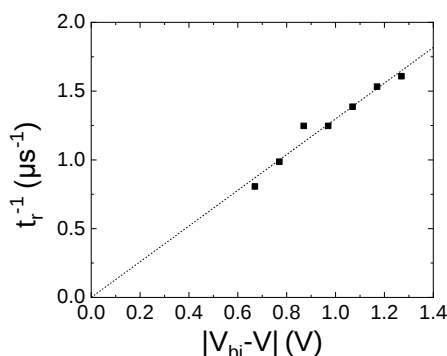


Fig. 2 Dependence of transit time on effective applied voltage in PTB7-th:ITIC OPV.