

変調光電流法による有機薄膜太陽電池の電子・正孔移動度同時評価 Simultaneous determination of electron and hole mobilities in organic photovoltaics using modulated photocurrent technique

°野島 大希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)

°H. Nojima¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, and H. Naito^{1,2}

(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)

E-mail: hiroki.nojima.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 有機薄膜太陽電池(OPV)の電力変換効率と電子・正孔の移動度バランスは密接な関係があるため[1]、OPV内の電荷輸送特性を調べることは重要である。これまで我々は、変調光電流(MPC)法[2]により、OPVの移動度や二分子再結合定数の評価を行ってきた[3]。本報告では、MPC法を用いることで、実際に動作しているOPVの電子・正孔移動度を簡便に同時評価できることを示す。

実験 P3HT:PCBMを用いたバルクヘテロ接合のOPVを作製し、測定試料とした。測定試料の構造はITO/ZnO/P3HT:PCBM(190 nm)/MoO₃/Alであり、電力変換効率は2.7%であった。MPC法には正弦波変調した488 nmのレーザーを用い、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法による光電流密度の虚数成分(入力信号に対して位相が90°遅れる成分)Im[J]の周波数特性における印加電圧依存性を示す。2つのピークが見られ、この2つのピークは電界依存性を示した。Im[J]のピーク周波数 f_{\max} から

$$\mu = \frac{L^2 f_{\max}}{V} \quad (1)$$

によりキャリア移動度 μ が求まる。ここで、 L は測定試料の膜厚、 V はP3HT:PCBM層にかかる電圧を示す。また、走行時間 t_t は $t_t = f_{\max}^{-1}$ より得られる。Fig. 2に t_t^{-1} の実効電圧依存性を示す。式(1)より t_t^{-1} は $|V_{bi} - V|$ に比例するため、その傾きから移動度を算出すると電子・正孔の移動度はそれぞれ $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、 $2 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ となった。ここで、正孔の移動度は光誘導吸収法[4]によって得られる移動度との比較により決定した。本報告では2つの明瞭なピークが得られたが、 t_t にある一定の差がなければ電子・正孔の移動度を分離することができない。その場合、 t_t の温度依存性を調べることで2つの移動度を決定することができる。

当日は局在準位分布を考慮した場合においてもMPC法による移動度評価が可能であることを数値計算によって示し、MPC法より得られる移動度の温度依存性についても報告する。

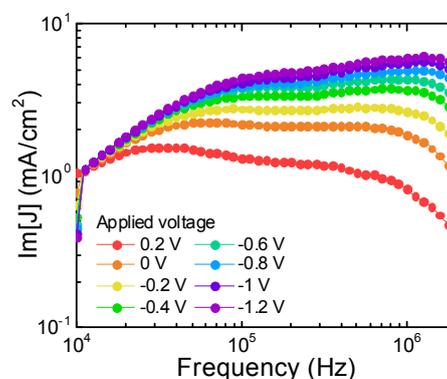


Fig. 1 Modulated frequency dependence of Im[J] at different applied voltages.

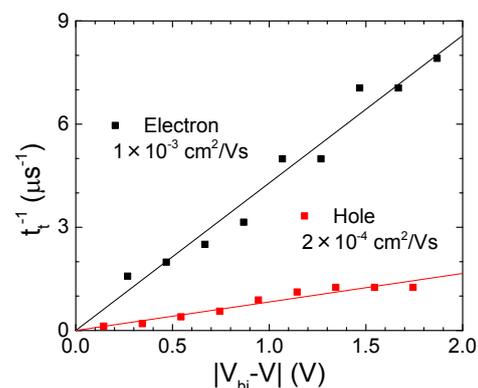


Fig. 2 Effective applied voltage dependence of the inverse of the transit times.

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金(15H03883, 17H01265)の助成を受けた。

参考文献 [1] J.D. Kotlarki and P.W.M. Blom, Appl. Phys. Lett. **100**, 013306 (2012). [2] 内藤他, 電子写真学会誌 Vol. **30**, 36 (1990). [3] 野島他: 第78回秋応物 5p-PA3-43(2017). [4] T. Kobayashi *et al.*, Appl. Phys. Express **4**, 126602 (2011).