変調分光法により決定した有機薄膜太陽電池の 二分子再結合定数と Langevin 再結合定数

Bimolecular recombination and Langevin recombination coefficients in organic photovoltaics by means of modulated spectroscopy ○森 聖仁¹、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) ^OK. Mori¹, H. Nojima¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, and H. Naito^{1,2}

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

E-mail: kiyohito.mori.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 有機半導体の二分子再結合(BR)として Langevin 再結合が知られている。Langevin 再結合定数 γ_L は電子・正孔の移動度により $\gamma_L = q(\mu_e + \mu_h)(\varepsilon_0 \varepsilon_r)^{-1}$ と表されるが、実際の OPV では BR 定数 γ は γ_L よりも数桁小さくなることが知られている[1]。これまで我々は変調光電流

(MPC)法を用いて有機薄膜太陽電池(OPV)の電子・正孔移動 度の同時評価[2]及び、MPC 法とほぼ同一の測定系を用いた 変調光起電力(MPV)法によるBR定数評価[3]に関する報告し てきた。

本研究では光源として変調光に加えて定常白色光を照射し た MPV 法を用いて、太陽電池の駆動状態でのγを決定した。 また、バルクヘテロ接合(BHJ)層の混合比を変化させた OPV を作製し、MPV 法により決定したγと MPC 法により決定し た移動度から算出したγιとの比較を行った。

実験 BHJ 層に poly(3-hexylthiophese2,5-diyl) (P3HT): ([6,6]-phenyl-C61butyric acid methyl ester) (PC₆₁BM)を用い たOPVを作製し、測定試料とした。素子構造は ITO/ZnO/BHJ (200 nm) /MoO₃/Al であり、P3HT:PCBM の 混合比を変化させ OPV を作製した。MPV 法では正弦波変調 した 488nm の青色レーザーと定常光としてソーラーシミュ レータより AM1.5G、10~100 mW/cm² の疑似太陽光を照射 し、開放起電力をロックインアンプにより測定した。

結果及び考察 60 wt% P3HT:PCBM OPV における疑似太陽 光照射下の変調光起電力の虚数成分 Im[V]のスペクトルを Fig.1 に示す。Im[V]スペクトルには一つのピークが観測され、 その周波数は疑似太陽光強度に依存するため、ピーク周波数 から BR 寿命 τ_{BR} を評価することができる。決定された τ_{BR} は 電荷生成量を Gとすると $\tau_{RR}^{-1} = 2\sqrt{G\gamma}$ となるため、 γ を決定 することができる。Fig. 2 には MPC 法により決定した電子・ 正孔移動度と電力変換効率(PCE)の混合比依存性を示す[2]。 これら移動度を用いて算出したYLと MPV 法により決定した γ の混合比依存性を Fig. 3 に示す。実測した γ は γ_L と比較し、 一桁ほど小さく、それぞれ BHJ 層の混合比に依存している。 γ と γ , は変換効率の最も高い P3HT の重量比が 60 wt%の OPV で最も小さくなること分かる。

参考文献 [1] L. J. A. Koster, et al., Appl. Phys. Lett. 88, 052104 (2006). [2] H. Nojima et al., Sci. Rep. 9, 20346 (2019). [3] 森他: 第80回秋応物 20a-PB2-49 (2019).

謝辞 本研究は、科学研究費補助金(JP17H01265, JP18H03902, JP20H02716)の助成を受けた。

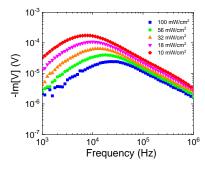


Fig. 1 MPV spectra of 60 wt% P3HT:PCBM OPV measured with different white CW excitation

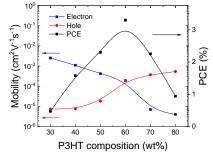


Fig. 2 Excitation intensity dependence of bimolecular recombination (BR) lifetime

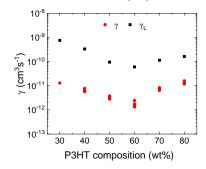


Fig. 3 Compositional dependence of BR coefficients