

変調光起電力法により決定した定常光照射下における 有機薄膜太陽電池の二分子再結合定数

Bimolecular recombination coefficients of organic photovoltaics determined by modulated photovoltage spectroscopy under CW irradiation

○森 聖仁¹、久茂田 耀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)

○K. Mori¹, Y. Kumoda¹, 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 これまで我々は変調光電流(MPC)法により有機薄膜太陽電池(OPV)における電子・正孔移動度の同時評価が可能であること、また、移動度がドナー・アクセプターの混合比に大きく依存することなどを報告してきた[1]。OPV の電荷輸送過程において二分子再結合(BR)過程が重要で、その過程を特徴付ける物理量は BR 定数 γ である。変調光起電力(MPV)法は MPC 法とほぼ同一の測定系を用い、変調光起電力の周波数特性より γ を決定することができる[2,3]。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、太陽電池の駆動状態での BR 定数評価を試みた。また、この MPV 法を用いてドナー・アクセプター混合比を変化させた OPV の γ を決定した。

実験 MPV 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。測定には、ITO/ZnO/P3HT(poly(3-hexylthiophene2,5-diyl)):PCBM([6,6]-phenyl-C61butyric acid methyl ester) (200 nm) /MoO₃/Al なる素子構造を有する OPV を用いた。また、様々な P3HT : PCBM 混合比を有する OPV を作製した。

結果及び考察 一例として、P3HT の重量比 30 wt% の OPV で得られた変調光起電力の虚数成分を Fig.1 に示す。励起光強度に依存するピークが観測され、ピーク周波数 f_{peak} から BR 寿命 τ_{BR} を評価することができる。Fig. 2 には τ_{BR} の逆数の励起光強度依存性を両対数表示しており、BR 過程に特徴的な 0.5 の傾きを示すことが分かる。最適混合比(P3HT の重量比 60 wt%)からずれた OPV では、変調レーザーのみで MPV 測定を行うと傾きが 0.5 から外れ、 γ を評価できなかった[3]。ところが、AM1.5G 照射下の 30wt.% P3HT:PCBM の OPV は前述のごとく Fig. 2 の傾きが 0.5 であるため、 $\tau_{BR}^{-1} = \sqrt{gI\gamma}$ より γ を $5.2 \times 10^{-11} \text{ cm}^3\text{s}^{-1}$ と決定できた。ここで、 g はキャリア生成速度、 I は励起光強度である。 γ の混合比依存性を Fig. 3 に示す。Fig. 3 より P3HT の重量比 60 wt.% の OPV において γ は最も小さい値となることが分かった。発表当日は MPC 法により決定した移動度から算出した Langevin 再結合定数 γ_L との比較も行う。

参考文献 [1] H. Nojima *et al.*, Sci. Rep. **9**, 20346 (2019). [2] Y. T. Set *et al.*, Phys. Rev. Applied **5**, 54002 (2016). [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)の助成を受けた。

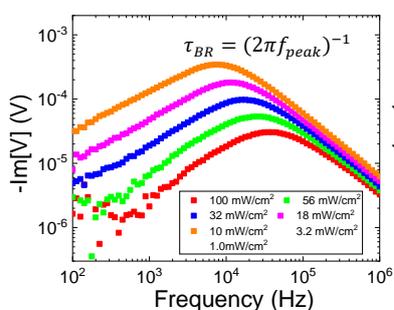


Fig.1 MPV spectra of 30 wt% P3HT:PCBM OPV measured with different white CW excitation intensities

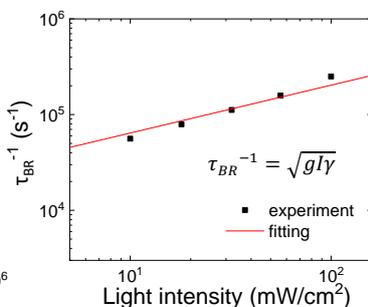


Fig.2 Excitation intensity dependence of bimolecular recombination (BR) lifetime

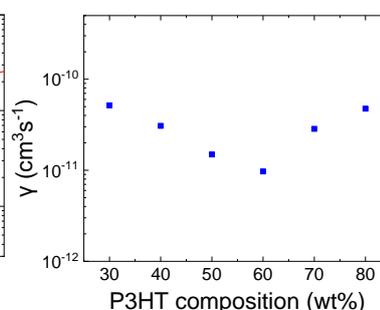


Fig.3 Compositional dependence of BR coefficients γ