## 変調光電流法を用いた PTB7:PC71BM 逆構造有機薄膜太陽電池の電子物性評価

A study of electronic properties of PTB7:PC71BM inverted organic photovoltaics by means of modulated photocurrent spectroscopy <sup>O</sup>久茂田 耀 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)

## <sup>O</sup>Y. Kumoda<sup>1</sup>, H. Nojima<sup>1</sup>, T. Kobayashi<sup>1,2</sup>, T. Nagase<sup>1,2</sup>, and H. Naito<sup>1,2</sup> (1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)

E-mail: <u>yo.kumoda.oe@pe.osakafu-u.ac.jp</u>

**はじめに**比較的高い電力変換効率を示す PTB7 は有機薄膜太陽電池 (OPV)の典型的高分子で、 PTB7:PC71BM の電子物性に関する研究も多く行われている。しかしながら、室温における PTB7:PC71BM の電荷移動度は、空間電荷制限電流 (SCLC) 法で、電子移動度 1.6×10<sup>-3</sup> cm<sup>2</sup>/Vs、 正孔移動度 5.7×10<sup>-5</sup> cm<sup>2</sup>/Vs [1]、time of flight (TOF) 法で、電子移動度 1.0×10<sup>-3</sup> cm<sup>2</sup>/Vs、正孔 移動度 1.0×10<sup>-3</sup> cm<sup>2</sup>/Vs [2]、インピーダンス分光法で、電子移動度 7.0×10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/Vs、正孔移動度 3.5×10<sup>-5</sup> cm<sup>2</sup>/Vs [3]と報告されており、測定法に依存する結果となっている。我々は、OPV の光 電過程に着目し、変調光で励起した OPV の電流を検出することによる電荷移動度測定 (MPC) 法を提案し、P3HT:PCBM OPV の電子、正孔移動度の同時評価が可能であることを示してきた [4]。

本研究では、MPC 法により実際に動作している PTB7:PC71BM OPV において、電荷移動度 を評価することを目的とする。あわせて、光誘導吸収 (PIA)分光法[5]、インピーダンス分光法 (IS) [6]による電荷種の同定、および、電荷移動度測定も行う。これらの分光法の特長は、SCLC 法、TOF 法と異なり、実際に動作している PTB7:PC71BM OPV において、電荷移動度評価が可 能なところにある。

実験 逆構造 OPV として作製した素子の構造は ITO/ZnO/PTB7:PC71BM(200 nm)/MoO3/Al である。測定に 使用した OPV の太陽電池特性は Jsc=15.3 mA/cm<sup>2</sup>、 Voc=0.73 V、FF=0.48、PCE=5.4% である。MPC 法には 正弦波変調した赤色 LED を用い、信号の検出にはロック インアンプ (Zurich Instruments, MFLI 5M-H) を用いた。 **結果及び考察** 組成が PTB7:PC71BM=4:6(重量比)である OPV の変調光電流の虚数成分 Im[J]の周波数特性を Fig. 1 に示す。室温において1Hzから1MHzまで周波数走引を 行ったところ、Im[J]スペクトルには1つのピークが観測 された。ピーク周波数  $f_{max}$  と走行時間  $\tau$ には  $f_{max}=1/2 \tau$  の 関係がある。 τの印加電圧依存性を Fig. 2 に示す。 τは、  $1/\tau = 2 \mu V/L^2$  であるため、  $\tau$ の逆数が印加電圧の増大と 間であることを意味している。Fig.2の傾きから求めたµ は1.9×10<sup>-4</sup> cm<sup>2</sup>/Vs であった。なお、Fig. 2 における内蔵電 位は光起電力法 [7]により評価した。当日はµの温度依存 性の測定、PIA 法、IS 法により評価した移動度との比較検 討を行う。

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



Fig. 1 Im[*J*] spectra at different applied bias voltages of PTB7:PC<sub>71</sub>BM OPV.



Fig. 2 A plot of transit time vs effective applied voltage in PTB7:PC<sub>71</sub>BM OPV.

参考文献 [1] H. Wang *et al.* Organic Electronics **28** 11 (2016). [2] B. Ebenhoch *et al.* Organic Electronics **22** 62 (2015). [3] 大面 他:第59回春応物 29a-G18-6 (2013). [4] 野島 他:第64回春応物 18a-G202-11 (2018). [5] T. Kobayashi et al., Appl. Phys. Express **4**, 126602 (2011). [6] K. Takagi, S. Abe, T. Nagase, T. Kobayashi, and H. Naito, J. Mater. Sci. Mater. Electron. **26**, 4463 (2015). [7] G. G. Malliaras *et al.*, J. Appl. Phys. **84**, 1583 (1998).