

光誘起劣化させた PTB7:PC₇₁BM 逆構造有機薄膜太陽電池 の電荷輸送特性

Photoinduced changes in electronic transport properties of PTB7:PC₇₁BM inverted organic photovoltaics

○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)

○Y. Kumoda¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, and H. Naito^{1,2}

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

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

はじめに 有機薄膜太陽電池(OPV)の実用化に向け、駆動に伴う耐久性の向上が重要課題となっている。Poly({4,8-bis[(2-ethylhexyl)oxy]benzo[1,2-b:4,5-b']dithiophene-2,6-diyl}{3-fluoro-2-[(2-ethylhexyl)carbonyl]thieno[3,4-b]thiophenediyl}) (PTB7):[6,6]-Phenyl-C₇₁-butyric acid methyl ester (PC₇₁BM)をバルクヘテロ接合層に用いた OPV では、光照射により、曲率因子 FF が小さくなり、結果的に変換効率が低下することが報告されている[1]。しかし、光照射による OPV の電荷輸送特性の変化についてはほとんど報告がない。

本研究では、実際に動作している OPV に適応できる測定手法であるインピーダンス分光(IS)法[2]や変調光電流(MPC)法[3]を PTB7:PC₇₁BM 逆構造 OPV に適用し、電荷輸送過程を特徴付ける物理量(二分子再結合定数 γ 、ドリフト移動度 μ 等)が光照射によりどのように変化したかを調べたので、その結果について報告する。

実験 作製した OPV の構造は ITO/ZnO/PTB7:PC₇₁BM (混合比 1:1.5、膜厚 100 nm) /MoO₃/Al とし、不活性ガス中で作製および封止を行った。その後、大気中に取り出し、室温で以下の実験を行った。作製した OPV の初期特性は $J_{SC}=12.3 \text{ mA/cm}^2$ 、 $V_{OC}=0.70 \text{ V}$ 、 $FF=0.64$ 、 $\eta=5.6 \%$ であった。これらの OPV に対し、開放及び短絡条件において AM 1.5G の疑似太陽光を 100 mW/cm^2 の強度で照射し、0.5、1、2、3 h 経過後に J - V 特性を測定した。また、作製直後と 3 h 経過後では MPC、IS 法により電子及び正孔移動度 μ_e と μ_h 、 γ の評価を行った。光生成レート G は J - V 特性より算出した[4]。

結果及び考察 開放及び短絡条件での 3 h の光照射により、 η はどちらの条件でも半減した。ここでは開放条件での劣化について述べる。まず、太陽電池特性の光照射にともなう変化を Fig. 1 に示す。3 h の光照射により初期特性から J_{SC} 及び FF が約 20 %低減し、その結果として η が半減したことが分かる。次に、劣化前と 3 h 光照射後に測定した各種物理量の変化を Table 1 に示す。移動度は若干低下するものの移動度バランスは崩れないが、二分子再結合定数が増大することで FF が低下することが分かった[5]。

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] D. Barreiro-Argüelles *et al.*, Solar Energy 163, 510 (2018). [2] M. Takada *et al.*, arXiv:1811.03281. [3] 久茂田 他 第 79 回秋応物 20p-PB4-55 (2018). [4] P. W. M. Blom *et al.*, Adv. Mater., 19, 1551 (2007). [5] D. Bartsaghi *et al.*, Nat. Commun. vol 6, 7083 (2015).

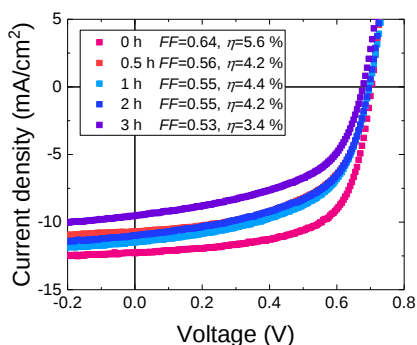


Fig. 1 Degradation of solar cell characteristics

Table 1 Determined physical constants

	As prepared	After irradiation (3 h)
FF	0.64	0.53
$\gamma [\text{cm}^3\text{s}^{-1}]$	6.8×10^{-13}	1.3×10^{-12}
$G [\text{cm}^{-3}\text{s}^{-1}]$	8.2×10^{21}	6.9×10^{21}
$\mu_e [\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}]$	1.4×10^{-4}	1.1×10^{-4}
$\mu_h [\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}]$	1.4×10^{-4}	1.1×10^{-4}