

変調分光による有機薄膜太陽電池の光劣化過程の観察

Observation of photoinduced degradation of the electronic transport properties of organic photovoltaics using modulation spectroscopies

○杉田 椋哉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)

○R. Sugita¹, T. Kobayashi^{1,2}, T. Nagase^{1,2}, and H. Naito^{1,2}

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

E-mail: ryoya.sugita.oe@pe.oskafu-u.ac.jp

はじめに 有機薄膜太陽電池(OPV)の実用化実現に向けて、太陽光照射下における耐久性の向上は極めて重要であり高安定な材料の開発や劣化のメカニズムの解明などが精力的に取り組まれている。例えば代表的な Low-band gap ポリマーである PTB7 と PC₇₁BM から成る OPV では、太陽光照射により変換効率(PCE)が大きく低下することが知られ、その原因は主に PTB7 の劣化[1]や相分離構造の変化[2]であることが分かっている。これまでに我々はこれらの光劣化が PTB7:PC₇₁BM OPV の移動度バランスに大きく影響しないことを報告してきた[3]が、最大効率を示す組成での評価であったため、電子・正孔移動度を分離して評価できていなかった。そこで本研究では、電子・正孔移動度(μ_e 、 μ_h)を分離して評価できる組成で、キャリア生成レート G および二分子再結合定数 γ の評価も行い、変調分光により電荷輸送特性の光照射による変化を明らかにする。

実験 作製した OPV の素子構造は ITO/ZnO/PTB7:PC₇₁BM/MoO₃/Al とした。半導体層の最適混合比は PTB7:PC₇₁BM = 4:6 であるが、3:7 の OPV も作製した。作製した OPV に対して、開放および短絡条件において AM1.5G 100 mW/cm² の疑似太陽光を照射することで、光劣化させた。G は J-V 特性から、 μ_e および μ_h は変調光電流(MPC)法[4]により、 γ は変調光起電力(MPV)法により評価した。

結果及び考察 Fig. 1 に、混合比 3:7 で作製した OPV に対して開放状態で光照射した際の太陽電池特性変化を示す。光照射とともに短絡電流密度(J_{sc})および曲線因子(FF)が徐々に低下していき、それに伴い PCE も低下していくことが分かる。作製直後および 5 h の光照射後に評価した各種物理量を Fig. 2 に示す。混合比 3:7 の OPV では MPC スペクトルに電子および正孔に由来する信号が観測され、 μ_e 、 μ_h が正確に決定できている。その結果、光劣化の前後で移動度バランスはほとんど変化していないことが分かった。また、G は減少しているが、より顕著に変化しているのは γ であり、この値が増加したことで J_{sc} 、FF が減少したと考えられる。光劣化による γ の増大は最適混合比で作製した OPV でも同様に見られる。短絡条件で劣化させた OPV の結果は当日議論する。

参考文献 [1] M. B. Upma *et al.*, Adv. Mater., **19**, 1551 (2007). [2] J. Jeong *et al.*, Adv. Sci., **3**, 1500269 (2016). [3] E. Nakatsuka *et al.*, Materials., **13**, 2660 (2020). [4] H. Nojima *et al.*, Sci. Rep., **9**, 20346 (2019).

謝辞 本研究は科学研究費補助金(JP18H03902, JP19H02599, JP20H02716, JP20K21007, JP21H04564)の支援を受けた。

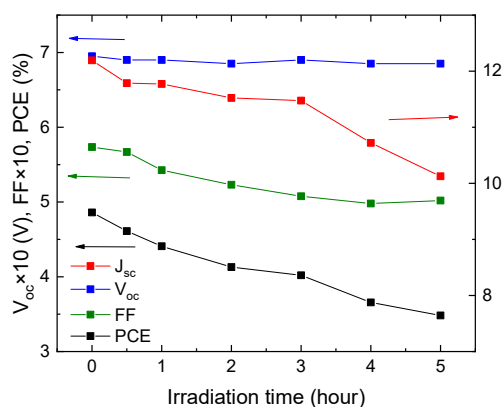


Fig.1 Degradation of solar cell characteristics

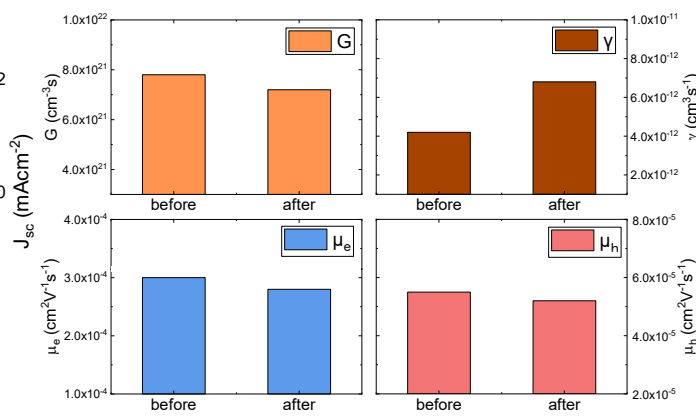


Fig. 2 Physical constants determined before and after photodegradation