

インピーダンス分光とデバイスシミュレーションによる PTB7:PC₇₁BM 有機薄膜太陽電池の劣化解析

Degradation analysis in PTB7:PC₇₁BM bulk heterojunction solar cells
by impedance spectroscopy and device simulation

大面 隆範¹, ○村田憲保¹, 杉山拓也¹, 中塚 英美^{1,2}, 小林 隆史^{1,3}, 永瀬 隆^{1,3}, 内藤 裕義^{1,3,4}

(1.大阪府立大、2.三菱化学科学技術研究センター、

3.大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研、4. JST-CREST)

T. Otsura¹, ○N. Murata¹, T. Sugiyama¹, E. Nakatsuka^{1,2},

T. Kobayashi^{1,3}, T. Nagase^{1,3}, and H. Naito^{1,3,4}

(1.Osaka pref. Univ., 2.Mitsubishi Chemical Group Science and Technology Research Center, Inc.

3.RIMED, 4.JST-CREST)

E-mail: otsura@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに：有機薄膜太陽電池(OSC)の光電変換効率(PCE)の向上が著しく[1]、実用レベルに近づいてきた。従って、今後は、駆動に伴う OSC 特性の劣化を阻止することが最重要課題となる。本研究では、thieno[3,4-b]thiophene and benzodi-thiophene(PTB7) と [6,6]-phenyl-C₇₁-butyric acid methyl ester(PC₇₁BM)を活性層に有する(OSC)において、インピーダンス分光法等を用いて電氣的解析を行い、劣化メカニズムを解明することを目的とした。

実験:ITO/PEDOT:PSS/PTB7:PC₇₁BM/Ca/Al 構造の素子を作製

した。作製した素子に 100 mW/cm²、AM1.5 下の疑似太陽光を照射し、作製直後、光照射 0.5、1、3 h 経過後においてそれぞれ、PCE、IPCE スペクトル、インピーダンス分光測定を行った。PCE の測定は 100mW/cm²、AM1.5 の疑似太陽光で行い、IS 測定は暗状態で低温プローブを用いて真空中で 280 K から 100 K まで温度を変化させながら行った。

結果:*J-V*特性および IPCE の光照射時間の関数として Fig. 1、Fig. 2 に示す。光照射時間の増加に伴い、PCE および IPCE が減少することがわかった。IS 法ではコンダクタンスの周波数特性で現れる走行時間効果からキャリア移動度を算出することができる。差分コンダクタンス $\omega\Delta G = \omega[G - G_1(\omega \rightarrow \infty)]$ の周波数特性における最も低周波側のピーク周波数 $f_{\max}$ と走行時間 t_t の間には $f_{\max} \approx 0.48t_t^{-1}$ の関係があり、この関係から移動度が決定できる[2]。Fig. 3 に決定した電子と正孔移動度の温度依存性を示す。熱活性型の挙動から 300 K における電子正孔移動度を見積った。作製直後の電子、正孔移動度はそれぞれ 7.0×10^{-6} cm²/Vs、 3.5×10^{-5} cm²/Vs であったが、AM1.5、100 mW/cm²、3 h 光照射後には 4.2×10^{-7} cm²/Vs、 2.8×10^{-6} cm²/Vs と変化した。以上より光照射後に、電子、正孔移動度が減少することが分かった。当日には、デバイスシミュレーションを用いて電子、正孔移動度の減少と太陽電池特性の定量的な相関についても議論する予定である。

参考文献:

[1] Z. He, *et al.*, Nat. Photonics. **6**, 591(2012).

[2] T. Okachi, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **47**, 8965 (2008).

謝辞：本研究は科学研究費補助金及び新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」の助成を受けた。

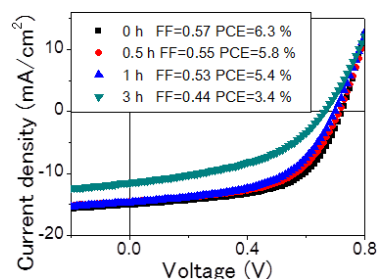


Fig. 1 Current-voltage characteristics of a PTB7:PC₇₁BM OSC at different AM1.5 irradiation times.

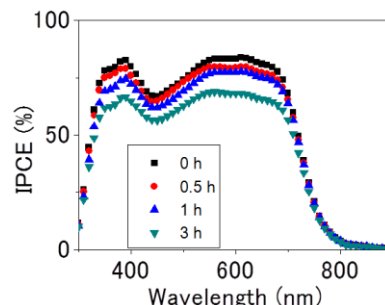


Fig. 2 IPCE spectra at different AM1.5 irradiation times in a PTB7:PC₇₁BM OSC.

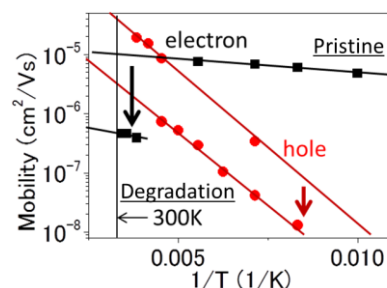


Fig. 3 Temperature dependence of hole and electron mobilities of PTB7:PC₇₁BM OSC before and after degradation.