強度変調光電流分光法及び光誘導吸収法による有機薄膜太陽電池の解析

A study of organic photovoltaics using intensity modulated photocurrent spectroscopy and photoinduced absorption spectroscopy

○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. 分子エレクトロニックデバイス研)
○H. Nojima[1], T. Kobayashi[1,2], T. Nagase[1,2], and H. Naito[1,2]
(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)
E-mail: hiroki.nojima.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに 強度変調光電流分光法(IMPS)は変調された光を照射したときに生じる電流の変化分を検出する測定法であり、これを用いると有機薄膜太陽電池(OPV)における光キャリアの輸送特性を調べることができる。過去には OPV の IMPS 応答を複素数平面プロットすると、第四象限及び第一象限に半円が現れることが報告されている[1]。本研究では OPV のキャリア輸送過程に関する知見を深めるために、IMPS 応答の第一象限に現れる半円の起源について調べた。OPV の正孔密度のみを直接測定できる光誘導吸収(PIA)[2]測定も合わせて行った。

実験 本実験で用いた OPV の素子構造は ITO/PEDOT:PSS/PCBM:P3HT/Ca/Al であり、PCBM:P3HT 層は窒素雰囲気下で塗布製膜した。IMPS 測定では定常成分に加えて正弦波で変調した 488 nm のレーザーを用いた。PIA 測定は短絡条件及び開放条件で行い、ポンプ光として IMPS 測定で使用したレーザーを、プローブ光には 680 nm のレーザーを用いた。

結果及び考察 図 1 に電力変換効率が異なる 2 つの OPV に対する IMPS 測定の結果を示す。この結果、第一象限の半円は電力変換効率の低い OPV でのみ観測され、電力変換効率の高い OPV では観測されなかった。図 2 に変換効率が低い OPV に対する PIA 測定の結果を示す。通常短絡時では半導体層外部に取り出されて正孔密度が減少するため、PIA の信号強度も開放時と比べて短絡時の方が小さくなる。しかし、図 2 に示す結果は開放時と短絡時で PIA の信号強度がほぼ同程度になった。これは正孔の収集効率が低く、素子内部での再結合が支配的になっているためと考えられる。文献[3]ではデバイスシミュレーションによりトラップによる再結合を考慮することで第一象限の半円が説明できると報告されており、この結果とも対応するものと考えられる。なお、ITO/ZnO/PCBM:P3HT/MoO_3/Al 逆構造の OPV では変換効率が低くても第一象限の半円は見られなかった。当日はこれらについても報告する。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金および新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」(24102011)の助成を受けた

参考文献 [1] J. C. Byers *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces.* **3**, 392 (2011). [2] T. Kobayashi *et al.*, *Appl. Phys. Express* **4**, 126602 (2011). [3] Y.T. Set *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **117**, 7993 (2013).

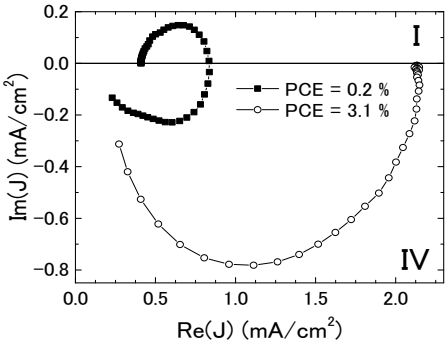

Fig. 1 IMPS complex plane plots of OPVs with different power conversion efficiencies (PCE).

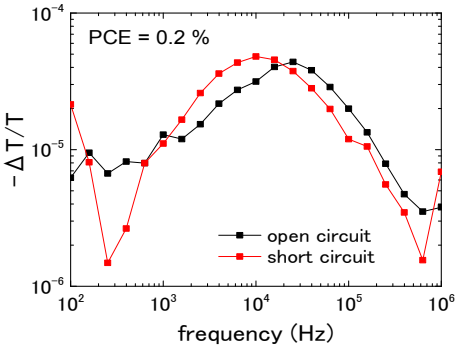

Fig. 2 Modulation frequency dependence of PIA signals of OPV with low PCE.

© 2017年 応用物理学会