

polyethyleneimine 中間層による Al doped ZnO を陰極に用いた 逆構造有機太陽電池の高効率化

Improvement of solar-cell performance of inverted organic photovoltaics with Al doped ZnO cathode using polyethyleneimine interlayer

○奥野 友基¹, 森 聖仁¹, 永瀬 隆^{1, 2}, 小林 隆史^{1, 2}, 内藤 裕義^{1, 2}

(1. 大阪府立大, 2. 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研)

○Y. Okuno¹, K. Mori¹, T. Nagase^{1, 2}, T. Kobayashi^{1, 2}, H. Naito^{1, 2}

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

E-mail : yuuki.okuno.oe @pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに 逆構造有機太陽電池 (OPV)は陰極に金属酸化物を用いるため順構造 OPV と比べ大気安定性が高く、長寿命でガスバリア性が劣るフレキシブル基板にも製膜できる特徴ある。現在、逆構造 OPV には金属酸化物透明電極として ITO が用いられているが、In は希少金属であり、毒性がある。このため、我々は、透明電極としてユビキタス元素で構成される Al doped ZnO (AZO) を、AZO 上の中間層として polyethyleneimine (PEI) [1]を用いた逆構造 OPV を報告した[2]。AZO 電極は仕事関数が大きく、良好な特性の逆構造 OPV は得られないが、PEI を積層することで AZO の仕事関数が低下し、太陽電池特性が向上する。本研究では、典型的な 3 種類のバルクヘテロ接合 (BHJ)を有する逆構造 OPV において、PEI 中間層による電力変換効率 (*PCE*)の向上を示した。

2. 実験 OPV の BHJ 層には P3HT:PCBM、PTB7:PC₇₁BM、非フラーレンアクセプタ材料である ITIC を用いた PTB7-Th:ITIC を用いた。素子構造は AZO/PEI/BHJ/MoO₃/Al とし、比較のため AZO/BHJ/MoO₃/Al の逆構造 OPV も作製した。ソーラーシミュレータ (Wacom, WXS-155S-10)を用いて光強度 100 mWcm⁻² (AM1.5G)の光照射下で、作製した OPV の電流密度-電圧 (*J-V*)特性、および、暗状態下の *J-V* 特性を測定した。

3. 結果 Fig. 1 に PTB7-Th:ITIC を用いた逆構造 OPV の *J-V* 特性を示す。PEI 中間層を AZO 上に製膜することで、開放起電圧、短絡電流密度、曲線因子が改善し、*PCE* が向上した。Fig. 2 に PTB7-Th:ITIC 逆構造 OPV における光電流の電圧依存性を示す。PEI を中間層として用いることで逆構造 OPV の内蔵電位が増加したことがわかる。これは、PEI 中間層により AZO 陰極の仕事関数が低下したことに起因し[3]、このため、短絡電流、開放起電圧が増大し、その結果、*PCE* が向上した。以上の結果は他の 2 種類の逆構造 OPV でも同様に観測された。Fig. 3 に示す様に 3 種類の BHJ において PEI 中間層の挿入により AZO 陰極を有する逆構造 OPV の *PCE* が向上し、一般的な ITO/ZnO 陰極逆構造 OPV と同程度の効率を実現できたことがわかる。PEI 中間層の挿入により AZO の表面エネルギーが変化するため BHJ 層の相分離の様子が変化する[2]。このため、変調分光法により PEI 中間層が BHJ の電荷輸送特性に与える影響についても議論する。

4. 謝辞 本研究は、科学研究費補助金 (JP19H02599, JP20H02716, JP20K21007)の助成を受けた。

5. 参考文献 [1] Y. Zhou *et al.*, Science., **336**, 327 (2012). [2] 中嶋他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 18p-P4-4 (2018) [3] G. G. Malliaras *et al.*, J. Appl. Phys. **84**, 1583 (1998)

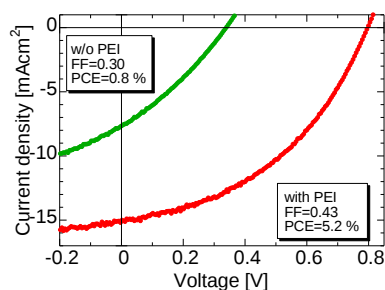


Fig. 1 Current-voltage characteristics of PTB7-Th:ITIC OPVs under AM-1.5G irradiation.

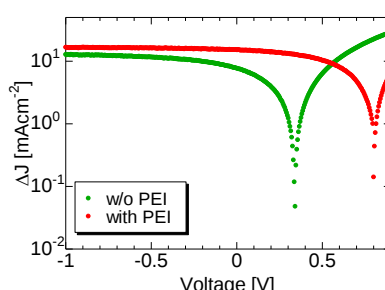


Fig. 2 Applied voltage dependence of net photocurrent density in PTB7-Th:ITIC OPVs.

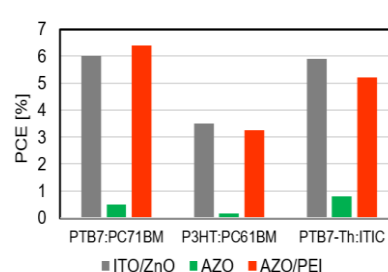


Fig. 3 PCEs of three different inverted OPVs.