

PTzBT:ITIC:PCBM 高分子太陽電池の長寿命電荷状態の 光誘起 ESR 分光観測と素子性能劣化機構の解明

Light-induced ESR spectroscopy observation of long-lived charge states in PTzBT:ITIC: PCBM polymer solar cells and elucidation of device performance deterioration mechanism

筑波大数物¹, 広島大院工², 筑波大エネ物質科学セ³

○薛 冬¹, 斎藤 慎彦², 尾坂 格², 丸本 一弘^{1,3}

Univ. Tsukuba¹, Hiroshima Univ. ², TREMS, Univ. Tsukuba ³

○Dong Xue¹, Masahiko Saito², Itaru Osaka², Kazuhiro Marumoto^{1,3}

E-mail: s1930088@s.tsukuba.ac.jp, marumoto@ims.tsukuba.ac.jp

【序論】高分子太陽電池は低製造コスト、大面積化可能、フレキシブル等の特徴を持つため盛んに研究されている。近年、光エネルギー変換効率は著しく向上しているが、内因的な劣化機構は未だに未解明である。高分子 PTzBT (Fig. 1a) を用いた逆構造高分子太陽電池は ITIC を活性層に添加することで高変換効率と高熱耐久性になることから注目されている。電子スピン共鳴 (ESR) 分光はミクロな観点から有機デバイス内部の電荷状態や分子配向などを観察し、素子の劣化機構を解明できる手法である^[1-3]。本研究では、オペランド光誘起 ESR 分光法を PTzBT:ITIC:PCBM を用いた高分子太陽電池に適用し、素子中の電荷蓄積状態を直接的に観測し、素子の劣化機構や ITIC の効果を微視的な観点から研究したので報告する。

【実験】Fig. 1b に太陽電池の構造(ITO/ZnO/PTzBT:ITIC:PCBM/MoO_x/Ag)を示す。窒素雰囲気下で作製した素子を配線後、ESR 試料管に封止した。暗状態や疑似太陽光照射下で ESR 信号と素子特性の同時測定を室温で行った。

【結果】Fig. 2 に PTzBT:ITIC:PC₆₁BM 太陽電池の ESR 信号を示す。光照射下では信号 A,B,C は初めに増加し、後に信号 B,C が減少した。積層試料の ESR 測定とフィッティング解析した結果、PTzBT:ITIC:PC₆₁BM 素子の信号 A は PTzBT 正孔の信号、ESR パラメーターは g 因子 $g = 2.0024$ 、ピーク間 ESR 線幅 $\Delta H_{pp} = 0.18$ mT である。信号 B は PC₆₁BM の電子の信号、 $g = 2.0004$, $\Delta H_{pp} = 0.35$ mT、信号 C は ZnO の Core 信号、 $g = 1.9655$ と評価された。光照射とともに、PTzBT:ITIC:PC₆₁BM 素子の開放電圧は増加しているに対して、PTzBT:PC₆₁BM 素子の開放電圧は減少していることが分かった(Fig. 3)。素子短絡状態の測定結果と合わせて報告する予定である。

[1] T. Nagamori and K. Marumoto, *Adv. Mater.* **2013**, 25, 236.

[2] T. Kubodera *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2018**, 10, 26434.

[3] V. A. S. A. Rachmat *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2019**, 11, 31129.

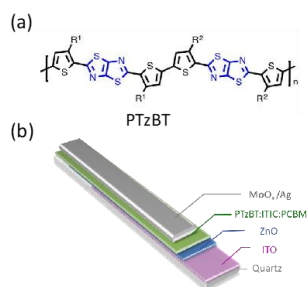


Fig. 1. (a) Chemical structure of PTzBT. (b) Schematic of a solar cell used for ESR study.

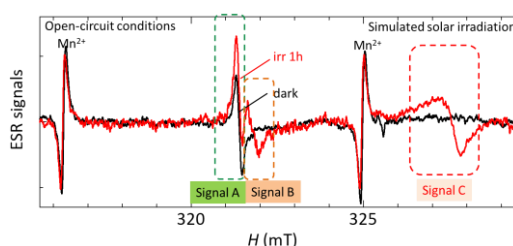


Fig. 2. ESR spectra of the PTzBT:ITIC:PC₆₁BM cell after 1 h irradiation under open-circuit conditions.

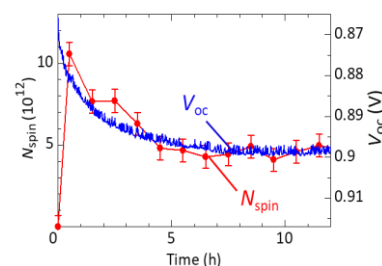


Fig. 3. Correlation between the N_{spin} and the open-circuit current density V_{oc} of the cell under simulated solar irradiation.