

有機電気化学トランジスタ構造を用いた高分子太陽電池材料の 電荷蓄積状態の ESR 研究

ESR study of charge-accumulation states in polymer solar-cell materials
using organic electrochemical transistor structures

筑波大数物¹, 広島大院工², 筑波大エネ物質科学セ³

○王 佳曦¹, 山口 世力¹, 薛 冬¹, 稲井 聡志¹, 斎藤 慎彦², 尾坂 格², 丸本 一弘^{1,3}

Division of Materials Science, Univ. of Tsukuba¹, Graduate School of Engineering,

Hiroshima Univ.², TREMS, Univ. of Tsukuba³

○Jiaxi Wang¹, Seira Yamaguchi¹, Dong Xue¹, Satoshi Inai¹, Masahiko Saito², Itaru Osaka², Kazuhiro Marumoto^{1,3}

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

【序論】近年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。3 元系太陽電池は高い光エネルギー変換効率を持つため盛んに研究されている。高分子 PTzBT (Fig. 1) 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耐久性を示すことから注目されている。しかし、PTzBT における電荷蓄積状態の詳細は未解明である。本研究では、オペランド光誘起電子スピン共鳴 (ESR) 分光法を、PTzBT を活性層に用いた有機電気化学トランジスタ構造に適用し、素子中の電荷蓄積状態を微視的な視点から研究したので報告する。

【実験】作製した有機電気化学トランジスタの構造を Fig. 2 に示す。絶縁層に用いたイオンゲルはイオン液体 ([EMIM][TFSI]) と共重合体高分子 (PS-PMMA-PS) で形成され、ドロップキャスト法により成膜した。ゲート、ソースおよびドレイン電極として Ni/Au (3 nm/57 nm) を真空蒸着法により、活性層として PTzBT をスピンコート法により成膜した。その後、窒素雰囲気下で配線を行い、ESR 試料管中に封止して ESR 測定を室温で行った。

【結果と考察】Fig. 3 に PTzBT のトランジスタ素子の ESR 信号を示す。外部磁場方向は基板面に平行である。負のゲート電圧 (V_g) の絶対値を増加させると、 $V_g = -0.8$ V 以上で ESR 信号が観測され、その後、ESR 信号強度は単調に増加した。観測された信号の g 因子から、信号の起源が PTzBT に誘起された正孔であることが同定された。外部磁場方向を変化させると ESR 信号の g 因子が変化し、異方性が観測された。これは電荷蓄積されている PTzBT に分子配向性が有ることを示している。現在、密度汎関数理論を用いた解析も進めており、当日報告する予定である。

[1] D. Xue *et al.*, *ACS Appl. Energy Mater.* **3** (2020) 2028.

[2] D. Xue *et al.*, *J. Photopolym. Sci. Technol.* **33** (2020) 97.

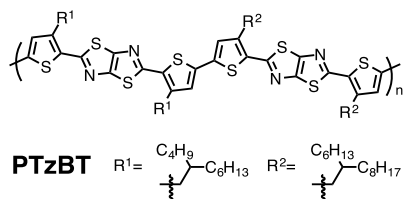


Fig. 1 Chemical structure of PTzBT.



Fig. 2 Schematic of a transistor used for the ESR study.

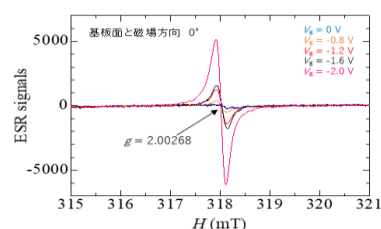


Fig. 3 V_g dependence of ESR spectra of the PTzBT transistor.