

PNTz4T 高分子太陽電池における電荷蓄積状態の光誘起 ESR 分光

Light-Induced ESR Spectroscopy of Charge-Accumulation States

in PNTz4T Polymer Solar Cells

筑波大数物¹, 広島大院工², 筑波大エネ物質科学セ³

○神谷 晨平¹, 渡邊 孝弘¹, 斎藤 慎彦², 尾坂 格², 丸本 一弘^{1,3}

Tsukuba Univ.¹, Hiroshima Univ.², TREMS, Univ. of Tsukuba³,

○Shinpei Kamiya¹, Takahiro Watanabe¹, Masahiko Saito², Itaru Osaka², Kazuhiro Marumoto^{1,3}

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

はじめに：有機薄膜太陽電池は低環境負荷であり、常温・常圧での製造が可能であるため、低コストで軽量かつ柔軟性に富んだ次世代の太陽電池として注目されている。有機太陽電池の光吸収層に用いられる有機半導体ポリマーの1つとして PNTz4T が注目されており、この材料を用いた素子は光エネルギー変換効率が最大で 10.1% に達することが報告されている^[1]。我々はこれまで電子スピン共鳴 (ESR) 分光を用いて有機太陽電池の内部の電荷状態と素子性能の同時測定を行い、微視的な観点から素子の劣化機構について報告してきた^[2]。本研究では PNTz4T:PC₆₁BM を光吸収層に用いた高分子太陽電池を作製し、光誘起 ESR と素子性能を同時測定することで素子性能の劣化機構の解明を調査したので報告する。

実験：作製した素子の構造は ITO/ZnO/PNTz4T:PC₆₁BM/MoO_x/Ag である。作製した素子を窒素雰囲気下で配線後 ESR 試料管に封入した。暗状態や疑似太陽光照射下で ESR と素子特性の同時測定を室温で行った。

結果：Fig. 1 に光照射 20 時間後の光誘起 ESR 信号を示す。この信号をフィッティング解析した結果を実線で示す。信号は主に 2 成分で記述された。積層試料 (ITO/ZnO, ZnO/PNTz4T:PC₆₁BM) の光誘起 ESR 分光の結果から、ESR 線幅の狭い成分は ZnO に蓄積した電子、ESR 線幅の広い成分は ZnO に蓄積した正孔に由来すると同定した。ESR 信号より得られた蓄積電荷数 (スピン数 N_{spin}) と短絡電流密度の相対変化 ($J_{\text{sc}}(t)/J_{\text{sc}}(0)$) の相関を Fig. 2 に示す。短絡電流密度の減少と線幅の広い成分のスピン数の増加に相関がみられた。従って、素子性能の劣化には ZnO における正孔の蓄積が寄与していると考察される。

[1] V. Vohra *et al.*, *Nat. Photon.* **2015**, *9*, 575.

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

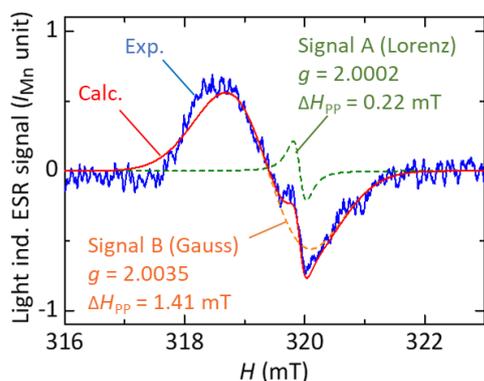


Fig. 1. Fitting analysis of the light-induced ESR spectrum of the device after 20 h irradiation under short-circuit conditions.

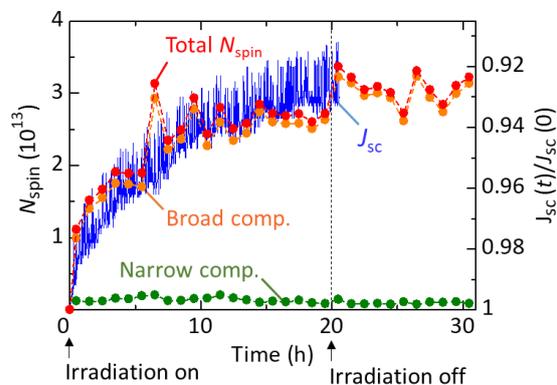


Fig. 2. Correlation between the number of spins (N_{spin}) and the relative short-circuit current density ($J_{\text{sc}}(t)/J_{\text{sc}}(0)$) of the cell under simulated solar irradiation.