結晶性共役高分子太陽電池における長寿命電荷キャリア

Long-lived charge carriers in crystalline polymer solar cells

京大院工 [1]，広大院工 [2] ○(M2)徳田 進之介 [1]，玉井 康成 [1]，尾坂 格 [2]，大北 英生 [1]

Kyoto Univ. [1], Hiroshima Univ.[2],

○ Shinnosuke Tokuda[1], Yasunari Tamai[1], Itaru Osaka[2], Hideo Ohkita[1]

E-mail: tokuda17s@photo.polym.kyoto-u.ac.jp

［緒言］高分子太陽電池の素子特性向上には、生成した電荷を電極で回収する電荷回収効率を増加させることが重要な戦略の一つであると考えられている。電荷回収効率を増加させるためには、電荷キャリアを長寿命化させることが必要である。本研究では、結晶性共役高分子とフラーレン誘導体からなる二種類のブレンド膜 PNOz4T/$PC_{71}BM$, PNOz4T/C_{60} を対象として、過渡吸収測定、過渡光起電力・過渡光電流測定を行い、電荷生成ダイナミクスならびに電荷キャリア寿命の評価を行った。

［実験］図 1 に示す電子ドナーである PNOz4T、電子アクセプターである C_{60} フラーレンおよびフラーレン誘導体 $PC_{71}BM$ を用いて、PNOz4T/$PC_{71}BM$ および PNOz4T/C_{60} ブレンド薄膜ならびに太陽電池素子をスピンコート法により作製した。ブレンド薄膜に対して過渡吸収測定を、太陽電池素子に対して過渡光起電力および過渡光電流の測定を行った。

［結果と考察］まず、電荷キャリアの寿命を評価するため、マイクロ秒域での過渡吸収測定を行った。図 2 に PNOz4T/$PC_{71}BM$ および PNOz4T/C_{60} の観測波長 820 nm における過渡吸収信号の時間減衰を示す。この吸収帯は電荷キャリアに帰属されており [1]、減衰ダイナミクスは、$\Delta OD\,(t) = a_0\,(1+at)^{-\alpha}$ で表されるべき乗則にしたがうことが分かった。この結果より、PNOz4T/C_{60} における τ は、PNOz4T/$PC_{71}BM$ よりも電荷の寿命が短くなっていることが示唆された。

次に、電荷生成ダイナミクスを明らかにするため、フェムト秒域での過渡吸収測定を行った。その結果、PNOz4T/$PC_{71}BM$ では一重項励起子から電荷が生成するのに対して、PNOz4T/C_{60} では電荷生成の後に再結合失活にともなって三重項励起子が生成していることが分かった。

これらの結果から、PNOz4T/C_{60} では、電荷解離に競合して速い再結合による三重項励起子への失活過程が存在することが、電荷寿命が短い一因であると考えられる。最近の速度論的モンテカルロシミュレーションモデルにおいても、電荷再結合による三重項励起子への失活過程が存在すると、電荷寿命が短くなることが報告されている [2]。したがって、長寿命電荷を実現するには、電荷再結合による三重項励起子生成を抑制する必要があると考えられる。

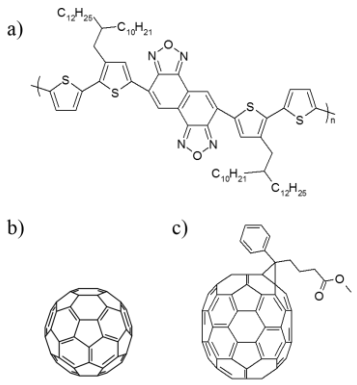

Figure 1. Chemical structures of materials used in this study: a) PNOz4T, b) C_{60}, and c) $PC_{71}BM$.

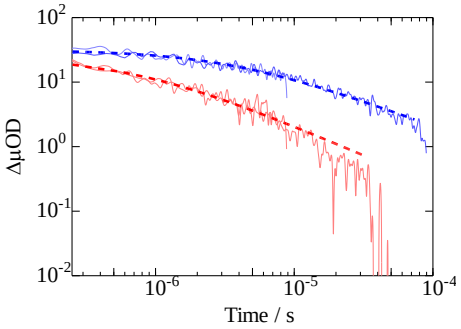

Figure 2. Transient absorption decays of polymer polarons in PNOz4T/$PC_{71}BM$ (blue) and PNOz4T/C_{60} (red) films.

［参考文献］

[1] K. Kawashima *et al.*, *Nat. Commun.* **2015**, *6*, 10085.
[2] A. Armin *et al.*, *J. Phys. Chem. C.* **2017**, *121*, 13969−13976.

© 2018年 応用物理学会