

有機薄膜太陽電池における光劣化挙動の分光学的考察

Photodegradation Mechanism in Organic Solar Cells



京大院工¹, 産総研², CEREBA³ ○(PC) 玉井 康成¹, 大北 英生¹, 辨天 宏明¹,

伊藤 紳三郎¹, 宮前孝行², 山成敏広³

Kyoto Univ.¹, AIST², CEREBA³ ○(PC) Yasunari Tamai¹, Hideo Ohkita¹, Hiroaki Bente¹,

Shinzaburo Ito¹, Takayuki Miyamae², Toshihiro Yamanari³

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

【緒言】 有機薄膜太陽電池の実用化には変換効率向上に加えて、素子の耐久性向上が必要不可欠である。本研究では有機薄膜太陽電池の実用上最も重要と思われる光耐久性の向上に向けて、種々の分光学的手法を用いて素子の光劣化メカニズムについて検討した。その結果、素子に光を照射することで膜内に電荷トラップが生成し、それにともない曲線因子が低下することが主たる劣化要因であることがわかった。

【実験】 電子ドナー(D)にはベンチマーク材料として P3HT、電子アクセプター(A)にはフルーレン誘導体である ICBA を用いた(図 1)。予め PEDOT:PSS を製膜した ITO 基板の上に D,A 材料を重量比 1:0.7 でスピコートすることで膜厚 100 nm 程度の活性層を製膜した。その後真空蒸着により Al 電極を積層することでデバイスを作製した。最後に窒素雰囲気下においてデバイスを封止し、これを以後「未劣化素子」と呼ぶ。次に素子に擬似太陽光を 45 時間連続照射することで素子性能を劣化させた「光劣化素子」を作製した。光劣化前後の素子に対して光電変換特性の評価を行った。また過渡吸収分光法により光電変換の各素過程の効率を評価した。

【結果と考察】 P3HT/ICBA ブレンド膜(未劣化)の過渡吸収スペクトルを図 2a に示す。1300 nm 付近に見られる P3HT の一重項励起子は、ICBA への電荷移動により時定数約 20 ps で消光し、代わりに 1000 nm 付近に P3HT の正孔ポーラロンが生成した。図 2b に示すように励起後 3 ns までに起こる電荷の生成ダイナミクスは光劣化前後で違いが見られなかったことから、電荷生成までの初期過程は変化しないことがわかった。次にマイクロ秒領域における電荷の二分子再結合ダイナミクスを比較したところ、光劣化素子では電荷の再結合が遅くなった。これは素子内において電荷トラップが増加していることを示唆しており、したがって光劣化の主要因は光照射による電荷トラップの生成、およびそれにともなう曲線因子の低下であると結論した。

【謝辞】 この成果は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

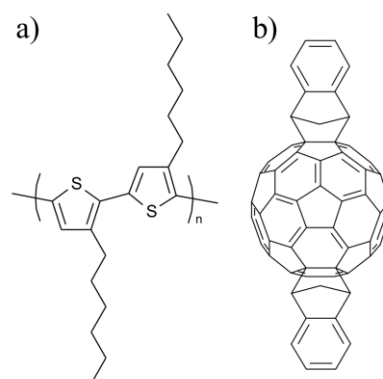


Figure 1. Chemical structures of (a) P3HT and (b) ICBA.

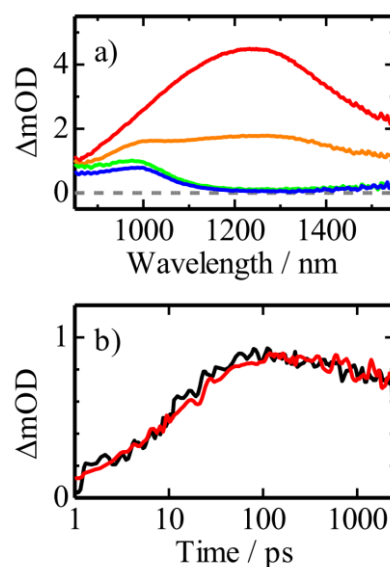


Figure 2. (a) Transient absorption spectra of a P3HT/ICBA blend film before photodegradation measured at 0, 10, 100 and 3000 ps after the photoexcitation from top to bottom. (b) Generation dynamics of P3HT polarons before (black) and after (red) photodegradation.