

低分子有機太陽電池のトラップと発電特性

Charge trapping and photovoltaic performance of small-molecule organic solar cells

産総研¹, ミシガン大², ○布村 正太^{1,2}, X. Che², S. R. Forrest²

AIST¹, Univ. Michigan² ○S. Nunomura^{1,2}, X. Che² and S. R. Forrest²

E-mail: s.nunomura@aist.go.jp

有機太陽電池の発電効率の向上には、活性層のトラップを低減し電荷（キャリア）の輸送特性を向上させることが重要である。活性層にトラップが形成されると、トラップを介した電荷の再結合やトラップでの電荷蓄積により発電特性は低下すると考えられる。しかしながら、これまでに有機太陽電池のトラップと発電特性の関係を明らかにする研究は十分に進んでいない。そこで、今回、太陽電池のトラップを定量評価し、発電特性との相関を見出したので報告する[1]。

図1に、有機半導体薄膜のトラップ電荷の検出法を示す[2]。ポンプ光およびプローブ光を評価対象の薄膜に照射し、これらの光に応答する電流を測定した。ポンプ光には、HOMO-LUMOギャップ以上のエネルギーを有する可視光を選び、トラップに捕捉させる電荷を生成する用途に用いた。一方、プローブ光は、HOMO-LUMOギャップ以下のエネルギーを有する近赤外光を選び、トラップに捕捉された電荷を輸送レベルに引き上げる用途に用いた。測定では、ロックイン法を用いポンプ光およびプローブ光に応答する各電流を同時に求めた。

図2は、太陽電池の発電効率と活性層内のトラップ電荷との関係を示す。電池の構造は、glass / ITO(100 nm) / MoO₃(10 nm) / DTDCTB: C₆₀(40 nm) / C₆₀(10 nm) / Bphen(8 nm) / Ag(100 nm)である。活性層はドナー分子(D)とアクセプター分子(A)が混ざり合ったバルクヘテロ接合から構成され、ドナー分子の割合 (n_D) を変えたサンプルを準備した。図より、トラップ電荷は発電効率と相反の関係にあり、トラップ電荷が最小となるドナー分子の割合 ($n_D=50%$) で発電効率が最大となることが分かる。また、ドナー分子もしくはアクセプター分子が過剰な場合 ($n_D < 10%$, $n_D > 80%$)、キャリアの輸送が妨げられトラップ電荷が増加することが示される。講演では、制限視野電子線回折像等のナノ構造解析の実験結果を合わせて紹介し、トラップ電荷の起源について考察する。

本研究は科研費（課題番号 24540546）の助成を受け実施されました。また、ミシガン大 Forrest 研との共同で進められました。関係各位に感謝します。

[1] S. Nunomura, X. Che and S. R. Forrest, Adv. Mater. 26, 7555 (2014).

[2] S. Nunomura et. al., AIP Advances 4, 097110 (2014).

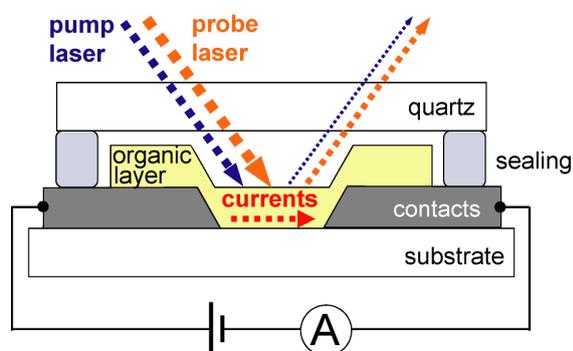


図1 ポンプ・プローブ法を用いた有機半導体薄膜のトラップ電荷の評価。ポンプ光はキャリアの生成用途に、プローブ光はトラップ電荷の検出用途に用いた[1]。

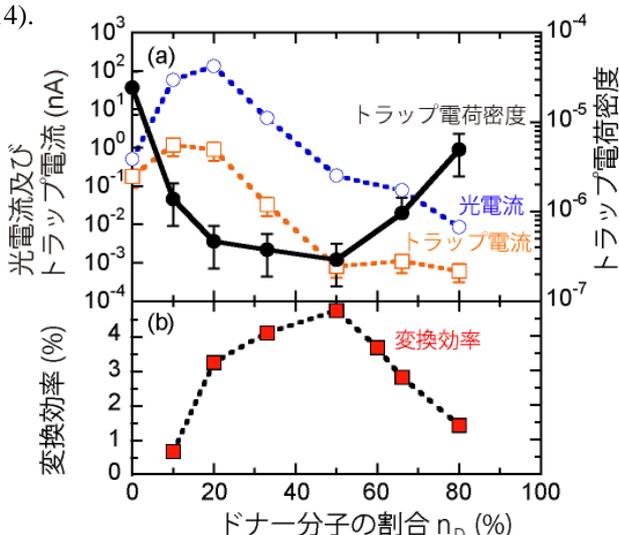


図2 太陽電池の発電効率と活性層内のトラップ電荷の関係。トラップ電荷密度は活性層の分子密度で規格化した値を示す[1]。