

インピーダンス分光法による有機薄膜太陽電池の FF 制限要因の解明

Limiting Factor of Fill Factor in Organic Solar Cells
Studied by Impedance Spectroscopy

奈良先端大物質¹ ○小柳津 直樹¹, 森田 麻美¹, 鄭 敏喆¹, 小島 広孝¹, 辨天 宏明¹, 中村 雅一¹
NAIST¹ ○N. Oyaizu¹, M. Morita¹, M.-C. Jung¹, H. Kojima¹, H. Benten¹, M. Nakamura¹
E-mail: oyaizu.naoki.ob4@ms.naist.jp

有機薄膜太陽電池においての最適膜厚の多くは 100 nm 程度であるが、活性層をさらに厚膜化することができれば光吸収量の向上により短絡電流密度(J_{sc})を増加させることができる。しかし、一般に、厚膜化によって曲線因子(FF)が低下するため PCE の向上に繋がらない[1]。ここでは、FF の制限要因としてドナー/アクセプター(D/A)界面における電荷再結合に着目し、インピーダンス分光法を用いて電荷再結合寿命(τ_{avg})の評価を行い、厚膜化が可能な D/A 界面構造を τ_{avg} の観点から議論した。

D 材料として PTB7-Th、A 材料として P(NDI2OD-T2)を用いた(Fig. 1)。D/A ブレンド型素子をスピンコート法、D/A 積層型素子を float-off lamination 法により作製した。光照射下で印加電圧を変化させながらインピーダンス測定を行った。Fig. 2 の等価回路モデルを用いて解析を行い、得られる CPE (Constant Phase Element)から算出される静電容量 Q と抵抗 R_{rec} を用いて、Fig. 2 の挿入式に従い τ_{avg} を算出した[2]。また、電流密度-電圧特性の評価から素子の FF を求めた。さらに、両素子について FF の膜厚依存性を評価した。

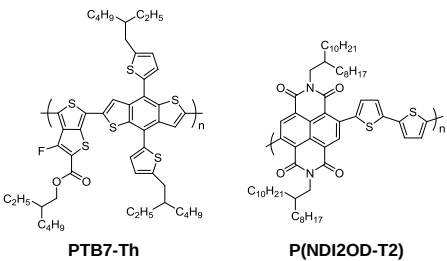


Figure 1. Molecular structure.

印加電圧に対し τ_{avg} をプロットした結果を Fig. 3 に示す。積層型素子の τ_{avg} の値は、最大出力点 ($V_{P_{max}}$)においては、ブレンド型素子の 10 倍以上となっており、短絡状態(0 V)においては 100 倍以上となった。また、FF は積層型素子では 0.74、ブレンド型素子では 0.46 となり、高い FF を示す素子では、 τ_{avg} が大きいことが示された。各素子における FF の膜厚依存性を Fig. 4 に示す。ブレンド型素子では厚膜化により FF が低下した。一方で、積層型素子では高い値を維持できている。以上の結果から、FF を低下させることなく厚膜化を行うには、 τ_{avg} が長く、D/A 界面において電荷再結合が起こりにくい構造を活性層に導入する必要があることが示唆された。

[1] L. Gao et al., *Adv. Mater.* **28**, 1884 (2016). [2] B. J. Leever et al., *Adv. Energy Mater.* **2**, 120 (2012).

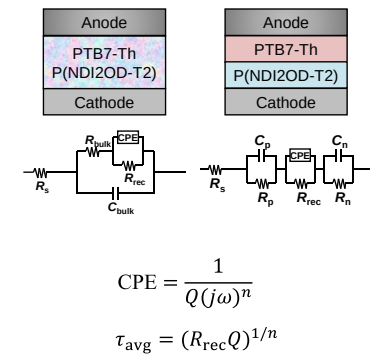


Figure 2. Device structure and equivalent circuit.

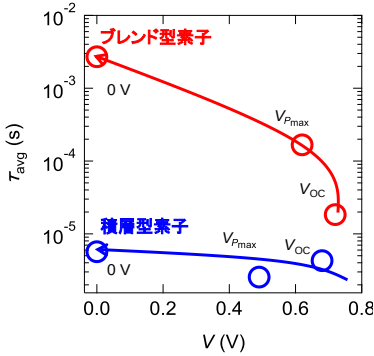


Figure 3. Dependence of τ_{avg} on the applied voltage.

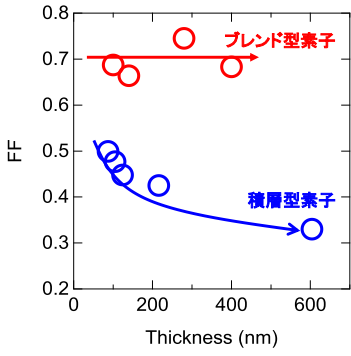


Figure 4. Dependence of FF on the film thickness.