Donor/Acceptor 共役高分子ブレンド薄膜太陽電池における電荷再結合と曲線因子

Charge Recombination and Fill Factor in Polymer Donor/Polymer Acceptor Blend Solar Cells

奈良先端大 °萩尾 蓮，Yunju Na，辨天 宏明，Manish Pandey，中村 雅一

NAIST, °Ren Hagio, Yunju Na, Hiroaki Benten, Manish Pandey, Masakazu Nakamura

E-mail: hagio.ren.ho6@ms.naist.jp

［緒言］電子ドナー（D）性と電子アクセプター（A）性共役高分子のブレンド薄膜を発電層に用いる D/A 共役高分子ブレンド薄膜太陽電池では、0.6 を超える曲線因子（FF）を達成できる例は少なく、また膜厚増加に伴う FF の大幅な低下が高性能化のボトルネックとなっている。一方、FF の具体的な支配要因は未だ明らかになっておらず、FF 向上に向けた明確な指針が求められている。本研究では、高い FF を示す高分子/PCBM ブレンド素子をリファレンスに用い、高分子/高分子ブレンド素子における FF の支配要因について電荷再結合の観点から議論した。

［実験］D 材料として P3HT, PBDB-T (D1), PTB7-Th (D2)、A 材料として PCBM, N2200 (A1), F-N2200 (A2)を用いた（図 1）。スピンコート法により、P3HT/PCBM, D1/A1, D2/A1, D2/A2 ブレンド膜を ITO/ZnO カソード電極上に製膜し、最後に MoO_x/Ag アノード電極を蒸着して太陽電池を作製した。疑似太陽光照射下で各素子の電流-電圧特性を評価した。また、開放回路条件下でインピーダンス分光測定を行い、平均電荷寿命 τ を算出した。さらに、空間電荷制限電流法によりブレンド膜の電荷移動度 μ を算出した。

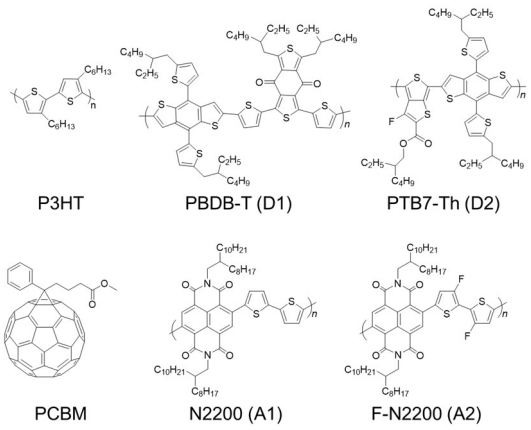

Figure 1. Chemical structures of D and A materials.

［結果・考察］電荷回収効率 η を式(1)から評価した。ここで F は最大出力点での内蔵電場、L は発電層の膜厚である。

$$\eta = \frac{\mu \tau F}{L} \qquad (1)$$

各素子の η を求め FF に対してプロットした結果を図 2 に示す。最適化膜厚で FF = 0.7 を示した P3HT/PCBM 素子では $\eta > 1$ を有している。ここで、P3HT/PCBM 素子と同様に $\eta > 1$ を有する D1/A1 素子では FF = 0.7 であった。一方、$\eta < 1$ の素子 (D2/A1, D2/A2) は FF < 0.6 であった。このように、η と FF には明確な正の相関があり、高分子/高分子ブレンド素子において 0.6 を超える FF を達成するためには、$\eta > 1$ となる素子の設計が必要であることがわかった。

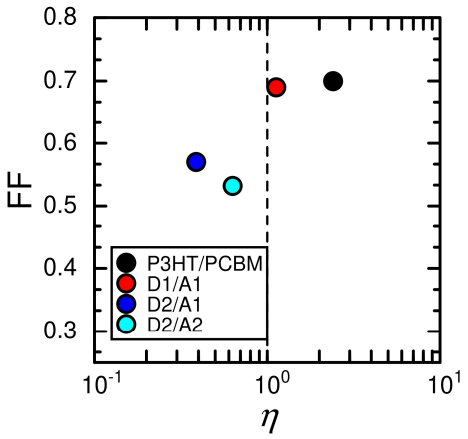

Figure 2. Dependence of FF on charge collection efficiency.

© 2021年 応用物理学会