

積層型有機太陽電池の開放電圧に対する色素ドーピングの効果

Effect of dye-doping on open-circuit voltage in bilayer organic solar cell

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科 ○渡邊 友樹, 井上 雅也, 山下 兼一

Department of Electronics, Kyoto Institute of Technology,

○Tomoki Watanabe, Masaya Inoue, Kenichi Yamashita

E-mail: m2621042@edu.kit.ac.jp

【はじめに】ドナー・アクセプタ材料のブレンド構造であるバルクヘテロ接合構造を持つ有機薄膜太陽電池にある条件を満たす有機分子をドーピングすると、吸収波長帯の拡大[1]や励起子拡散長の実効的な増加[2] [3]などが誘起され、光電流が向上することが示されている。これらの研究で示されているように、ドーピングは変換効率を向上するためのシンプルな手法として期待できる。我々は以前、P3HT/PCBM バルクヘテロ接合構造に Coumarin503 分子を希薄ドーピングすることにより開放電圧が向上することを報告した[4]。本研究では、ドーピング色素が P3HT、PCBM それぞれに与える影響を明らかにするため、アクセプタ/ドナー積層構造を作製し、各層に色素ドーピングした場合の特性変化について調べた。

【作製方法】ITO コートガラス基板上に PEDOT:PSS 層を、さらに、P3HT 層(溶媒:クロロベンゼン)をスピンコート法で製膜した。その上に PCBM 層(溶媒:ジクロロメタン)をインクジェット法により積層し、二層構造の活性層を作製し、各層に発光色素 Coumarin503 をドーピングした(ドーピング濃度は 3.7wt%)。ここで、PCBM 層を作製する前後で熱アニール処理(140℃)を行い、アニール時間は 10~15 分とした。最後に Al 電極を真空蒸着してアクセプタ/ドナー積層型の有機薄膜太陽電池デバイスとした。

【評価結果】擬似太陽光(AM1.5G, 100mW/cm²)を照射し、電圧電流密度特性を測定した。Fig.1 は色素ドーピングした層と開放電圧の関係を示している。Fig.1 から P3HT 層、PCBM 層どちらに Coumarin503 をドーピングした場合も開放電圧が上昇する傾向があった。この結果からバルクヘテロ接合構造の時と同様にクマリン色素のドーピングで開放電圧が向上することが確かめられた。ノンドーピングの場合と比較するとそれぞれ 70mV、90mV 程度上昇しており、PCBM 層にドーピングする方が多少高くなる傾向が見られた。アニールの影響で界面での相互拡散が進行していると考えられるが、Coumarin503 ドーピングの効果は PCBM に対して大きいと思われる。この結果は、Coumarin503 の浅い LUMO 準位が PCBM 層内での電子受容特性に影響を及ぼしていることを示唆しており、PCBM 層にドーピングしたサンプルでは短絡電流が低下する傾向が確認できていることから同じことが言える。

また、Coumarin503 と同様に P3HT の HOMO と PCBM の LUMO を挟み込む準位を持つ Alq3 を P3HT/PCBM バルクヘテロ接合構造にドーピングした場合にも、開放電圧の向上を確認できた。

[1] J. Peet et al., APL **93**, 163306 (2008).

[2] S. Honda et al., Appl. Mater. Interface **1**, 804 (2009).

[3] W. A. Luhman et al., APL **94**, 153304 (2009).

[4] K. Yamashita et al., JJAP **51**, 080207 (2012).

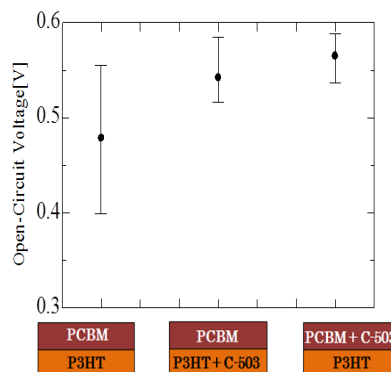


Fig.1 Voc varied with doping of Coumarin 503