

光照射型電流計測 AFM で明らかにする全高分子ブレンド薄膜太陽電池における溶媒添加剤の役割

The Role of Solvent Additives in the Development of Polymer/Polymer Blend Solar Cells Studied by Photoconductive AFM

奈良先端大 [○] 辨天 宏明, 山形 侑嗣, 中村 雅一

NAIST, [○]Hiroaki Bente, Yuji Yamagata, Masakazu Nakamura

E-mail: benten@ms.naist.jp

【緒言】 溶媒添加剤は高分子/PCBM ブレンド薄膜太陽電池の性能向上に広く用いられている。近年、電子ドナー (D) と電子アクセプター (A) の両材料に高分子を用いる全高分子ブレンド薄膜太陽電池においても溶媒添加剤を用いて高性能化が図られているが、添加剤が果たす役割は未だ十分に理解できていない。本研究では全高分子ブレンド薄膜太陽電池において添加剤が素子性能の向上を引き起こす機構を明らかにするため、光照射型電流計測原子間力顕微鏡 (pc-AFM) を用いて発電層が有する光電流特性をナノスケールで可視化した。

【実験方法】 D 性高分子に P3HT、A 性高分子に N2200 を用いた (図 1a)。添加剤には両高分子に対する貧溶媒である 1,8-diiodooctane (DIO) と良溶媒である 1-chloronaphthalene (CN) を用いた。Chloroform (CF)、および添加剤を 0.5 vol% 加えた CF に、P3HT と N2200 を 1:1 のブレンド比で溶かした溶液を調整し、ITO/ZnO/PEI 電極上にスピンコートして発電層を製膜した (膜厚約 80 nm)。最後に MoO_x/Au 電極を蒸着して素子 (CF, CF+DIO, CF+CN 素子) を作製した。pc-AFM 測定は Au コートした AFM 探針を用いて 2 V の逆バイアス電圧を印加しながら、MoO_x/Au 電極未蒸着部分に対して行った (図 1b)。

【実験結果】 pc-AFM 測定により得られた表面形態像と光電流像を図 2 に示す。特徴的な変化が確認できない表面形態像とは対照的に、光電流像からは CF+DIO と CF+CN の両素子において添加剤による光電流の増加を明確に捉えることができる。図 3 には光電流像のヒストグラムを示す。添加剤を加えた素子の電流ヒストグラムはふた山型の形状を有しており、光電流が検出されない領域と CF 素子以上の高い光電流 (> 40 pA) が検出される領域が成長したことがわかる。このような高光電流領域の形成は膜内の 50~60% で起こっており、素子性能の向上を担っていることがわかった。さらに、高光電流領域を流れる平均光電流量は、CF+CN 素子では CF+DIO 素子に比べ約 1.4 倍大きく、この違いが両素子のマクロスケールでの性能の違いに反映されていると考えられる。

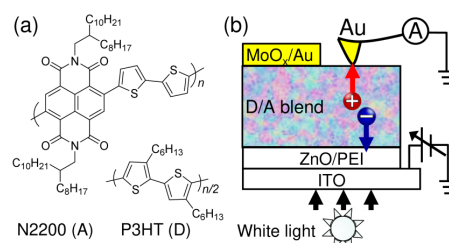


Fig. 1. (a) Chemical structures of P3HT and N2200. (b) Schematic illustration of pc-AFM measurement.

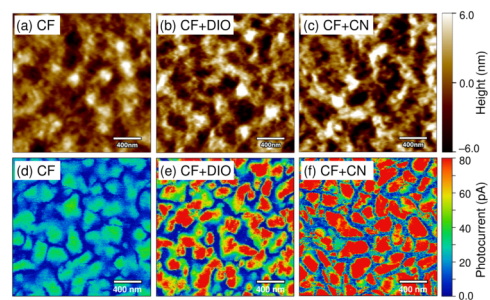


Fig. 2. Height and photocurrent images for the devices prepared by spin-coating from (a, d) CF, (b, e) CF+DIO, and (c, f) CF+CN solution.

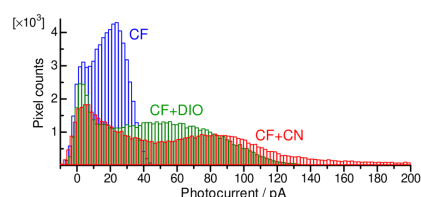


Fig. 3. Histograms of the photocurrent images of the CF (blue), CF+DIO (green), and CF+CN (red) device.