

有機半導体ナノ結晶を用いた逆型有機太陽電池の作製と評価

Fabrication of Organic Semiconductor Nanocrystals for Inverted Organic Photovoltaic cells.

松川拓¹⁾ 宮下徳治²⁾ 松井淳²⁾ 増原陽人^{3), 4), 5)}¹⁾山形大工, ²⁾東北大多元研, ³⁾山形大学院理工,⁴⁾有機エレクトロニクス研究センター, ⁵⁾東北創生研Faculty of Engineering, Yamagata Univ.¹⁾, IMRAM, Tohoku Univ.²⁾Graduate school of Science and engineering, Yamagata Univ.³⁾Research Center for Organic Electronics⁴⁾, Research institute for Tohoku revitalization.⁵⁾

E-mail: tfx98060@st.yamagata-u.ac.jp

【緒言】有機薄膜太陽電池は、製造コストが安価で軽量というメリットがある一方で、光電変換効率が低いというデメリットが知られている。光電変換効率向上の試みとして新たな有機半導体材料や素子構造の開発、内部構造制御が挙げられる。内部構造制御法として代表的であるのは、熱によるアニーリングであるが、この手法では、内部構造を完全に制御することは困難である。そこで当研究グループでは、再沈法を用いて予め作製したサイズ・形状が既知である有機半導体ナノ結晶をナノドメインとして捉え、これらを太陽電池に組み込む事で、内部構造制御が可能と考え、電池の作製を試みている。

【実験】再沈法²⁾により作製した C₆₀ ナノ結晶分散液³⁾を液-液界面集積法⁴⁾によりナノ結晶薄膜の作製を行った。ナノ結晶を界面部分に集積させ、続けて浸漬法により、パターニング ITO 基板上にナノ結晶を転写することでナノ結晶薄膜の作製を行った。その後、P3HT: Poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl)をスピコートし、有機薄膜太陽電池におけるアクティブ層とした。最終的に、MoO₃ 及び Au を蒸着し、p-n 構造を持つ逆型有機薄膜太陽電池の作製を行った。(Fig.1)。

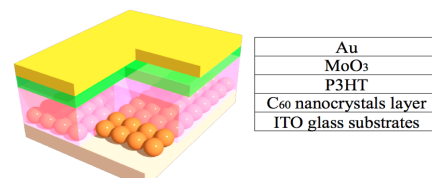
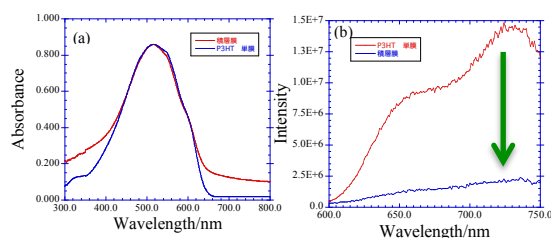
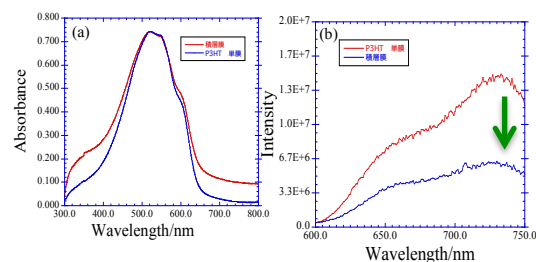


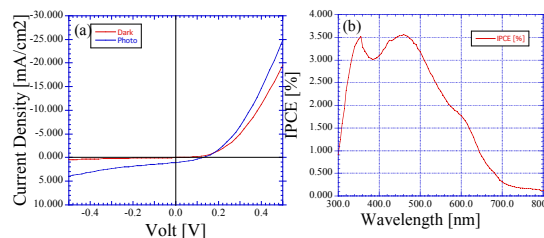
Fig. 1 逆型有機薄膜太陽電池素子構造

Fig. 2 積層膜(C₆₀ ナノ結晶-P3HT/chloroform)の (a) UV-vis 吸収スペクトル及び (b) 蛍光スペクトルFig. 3 積層膜(C₆₀ ナノ結晶-P3HT/THF)の (a) UV-vis 吸収スペクトル及び (b) 蛍光スペクトル

【結果と考察】Figure 2, 3 に P3HT の各溶媒における単膜と C₆₀ との積層膜の UV-vis 吸収スペクトル及び蛍光スペクトルのデータを示した。両方のデータから分かるように、界面部分において励起子の生成を確認した。溶媒によって蛍光スペクトルの値が異なるのは結晶化度が原因だと考えられる。Fig. 4 に作製した素子の J-V 特性、IPCE 特性を示した。有機薄膜太陽電池の変換効率としては未だ低い値であったが、C₆₀ ナノ結晶を内部構造に組み込んだ素子作製に成功しており、素子作製がウェットプロセスで可能な事を示した。今後は C₆₀ ナノ結晶の平均粒子径を励起子拡散長に近づける事、素子全体の膜厚を考慮した有機膜の膜厚調整することにより、光電変換効率向上への最適条件が見出せると考えている。

【参考文献】

1. C. J. Brabec et al., *Adv. Mater.*, **22**, 3839-3856 (2010).
2. H. Masuhara, H. Nakanishi and K. Sasaki, *Single Organic Nanoparticles*. Springer, Berlin (2003).
3. A. Masuhara, *FULLERENE NANOWHISKERS*, K. Miyazawa Ed., 89-101 (2011).
4. R. Kudo et al., *Molecular Crystals & Liquid Crystals*, **539**, 68-72 (2011).

Fig. 4 積層膜(C₆₀ ナノ結晶-P3HT/THF)から成る作製した素子の (a) J-V 曲線、(b) IPCE スペクトル