

低分子有機薄膜太陽電池の素子構造最適化の検討

Device Architecture Optimization of Small-Molecule Organic Thin-Film Solar Cells

島根大総合理工, °(B) 甚上 知美, 水野 斎, 廣光 一郎

Shimane Univ., °Tomomi Jinjyo, Hitoshi Mizuno, Ichiro Hiromitsu

E-mail: mi-hitoshi@riko.shimane-u.ac.jp

フタロシアニンを用いた有機薄膜太陽電池のほとんどは、これまで真空蒸着法により作製されてきた [1-3]。一方で、フタロシアニン塗布膜を用いた太陽電池は、蒸着型に比べて結晶性が劣るため、研究例が少ない。低分子を用いた塗布型太陽電池の変換効率を向上させることは、太陽電池の低コスト化に繋がる。そこで本研究では、可溶性亜鉛フタロシアニンを用いて高耐久性と高い変換効率を併せ持つ太陽電池素子を実現するため、逆構造型バルクヘテロ接合型太陽電池素子を作製し、素子構造の最適化の検討を行った。

フタロシアニン [1-3]は、長い励起子拡散長、高い光吸収係数や電荷分離効率を持つため、有機薄膜太陽電池のドナー材料として広く用いられている。今回は、塗布型低分子有機薄膜太陽電池の光電変換特性を調べるため、可溶性亜鉛フタロシアニン (ZnPc-TB) [5]をドナー材料、可溶性フラーレン ([6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester (PCBM)) [5]をアクセプター材料に用いた。

太陽電池の素子構造を図 1(a)に示す。太陽電池の素子構造は、ITO/3,4,9,10-perylenetetracarboxylic bis-benzimidazole (PTCBI) (10 nm)/ZnPc-TB:PCBM/CuI (x nm)/Au (30 nm)である。PTCBI (電子輸送層)、CuI (ホール輸送層)と Au は真空蒸着法、ZnPc-TB:PCBM 混合膜はスピンコート法により成膜した。

CuI が 3 nm の場合における太陽電池の電流密度-電圧 (J-V)曲線の結果を図 1(b)に示す。ZnPc-TB:PCBM を重量比で 1:1, 1:2, 1:3 で混合した膜を活性層とする素子のエネルギー変換効率はそれぞれ、 $3.0 \times 10^{-3}\%$ 、 $7.5 \times 10^{-2}\%$ 、 $2.5 \times 10^{-2}\%$ であった。また、CuI の膜厚 x を $x = 20, 10, 5, 3, 2$ nm と変化させたところ、3 nm の場合において最も高い変換効率を示した。以上の結果より、図 1(a)に示す素子構造において、最も高い変換効率を与える ZnPc-TB:PCBM の混合比は 1:2 であり、CuI の膜厚は 3 nm であることがわかった。

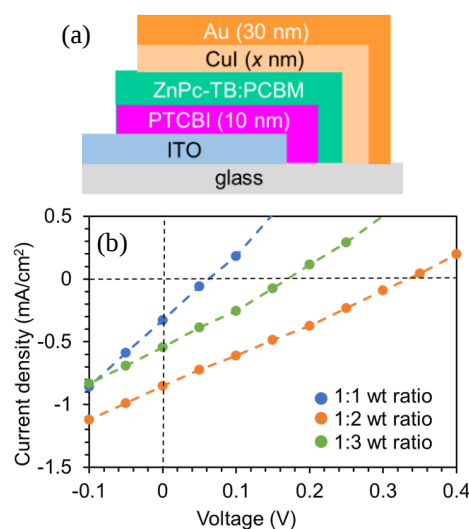


図 1. (a) 太陽電池の素子構造の模式図. (b) 太陽電池の電流密度-電圧 (J-V)曲線. 青色、橙色及び緑色丸印はそれぞれ、ZnPc-TB と PCBM を重量比で 1:1, 1:2 及び 1:3 で混合した膜を活性層とした太陽電池の J-V プロットである。

- [1] C. W. Tang, *Appl. Phys. Lett.*, **48** (1986) 183.
- [2] C. G. Claessens, U. Hahn, and T. Torres, *The Chemical Record*, **8** (2008) 75.
- [3] Z. Wang, T. Miyadera, T. Yamanari, Yuji Yoshida, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **6**, (2014) 6369.
- [4] W. Tress, K. Leo, M. Riede, *Sol. Energ. Mater. Sol. Cell.*, **95**, (2011) 2981.
- [5] L. Bekalé, S. Barazzouk, N. Sakai, T. Murakami, K. Miyoshi, T. Miyasaka, and S. Hotchandani, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55** (2016) 032301.