

オニオンライクカーボンをホール収集層に用いた 低分子有機薄膜太陽電池の特性評価

Characterization of Small-Molecule Photovoltaic Cells with Onion-Like Carbon as a Hole Collection Layer

○水野 斎¹, 湯浅 泰之¹, 富田 知志², 柳 久雄², 廣光 一郎¹

(島根大総理工¹, 奈良先端大物質²)

○H. Mizuno, Y. Yuasa, S. Tomita, H. Yanagi, I. Hiromitsu

(Dept. of Material Science, Shimane Univ.¹, NAIST²)

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

低分子系塗布型有機薄膜太陽電池は、ポリマー太陽電池 [1, 2] に比べて安価に作製できるうえ、分子配向制御によって活性層の構造を制御することができるため、キャリア輸送特性の向上が期待できる。最近では、有機薄膜太陽電池に用いる有用な材料が決定されつつあり、低分子系であれば、フタロシアニン、フラーレン (C₆₀)、[6,6]-phenyl C₆₁ butyric acid methyl ester (PCBM) などの可溶性フラーレンがその代表的な材料である [3, 4]。なかでも亜鉛フタロシアニン (ZnPc) と C₆₀ を用いたバルクヘテロ接合型太陽電池は広く研究されており、低分子系ブレンド膜からなるベンチマーク素子の一つである。今回我々は、この ZnPc:C₆₀ バルクヘテロ接合型太陽電池の中間層にオニオンライクカーボン (OLC) [5, 6] と呼ばれる、フラーレンに類似した分子構造を持つ炭素材料を用い、太陽電池の光起電力特性に与える影響を調べることを目的とした。OLC とは、グラファイトシェルが同心円状に多層に重なってできた炭素微粒子である。OLC は、固体潤滑剤として優れたトライボロジー特性を持つことが明らかになっているが、電子材料としての有用性やその光物性などは未解明である。本研究では、有機薄膜太陽電池に対する OLC の有用性を評価するため、PEDOT:PSS と MoO₃ をホール収集層に用いた素子を作製し、比較を行った。

OLC は、神港精機株式会社よりご提供いただいた。出発材料であるダイヤモンド微粒子を 1400℃ で加熱処理することにより OLC を得た。OLC を高周波の超音波を用いてアセトンに分散させ (2 mg/mL), それを ITO 基板上にスピコートすることにより OLC 薄膜を作製した。その上に ZnPc:C₆₀ (80 nm) を共蒸着し、さらにその上に C₆₀ (10 nm) とアルミニウム (60 nm) を真空蒸着により成膜した。

透過型電子顕微鏡観察により、OLC が約 5 nm のサイズを持つオニオンライクな構造であることがわかった。OLC をホール収集層に用いた場合では、OLC がいない場合と比べ、太陽電池のエネルギー変換効率が約 3.9 倍向上 (0.13%) した。また、その変換効率は、PEDOT:PSS をホール収集層に用いた場合と比べて約 1.9 倍高い値であった。OLC 層を有する素子では、MoO₃ を用いた素子と比べて約 2.4 倍高い変換効率が得られた。OLC 層を有する太陽電池の外部量子効率 (EQE) を測定した結果、ZnPc の Q 帯において約 10% の値が得られた。

本研究より、OLC をホール収集層に用いた太陽電池を初めて作製し、太陽電池材料としての有用性を示すことができた。

[1] G. Zhao, Y. He, Y. Li, Adv. Mater. **22**, 4355 (2010).

[2] C.-C. Chen, W.-H. Chang, K. Yoshimura, K. Ohya, J. You, J. Gao, Z. Hong, Y. Yang, Adv. Mater. **26**, 5670 (2014).

[3] P. Peumans, S. Uchida, S. R. Forrest, Nature **425**, 158 (2003).

[4] Z. Wang, T. Miyadera, T. Yamanari, Yuji Yoshida, ACS Appl. Mater. Interfaces **6**, 6369 (2014).

[5] D. Ugarte, Nature **359**, 707 (1992).

[6] N. Matsumoto, L. Joly-Pottuz, H. Kinoshita, N. Ohmae, Diam. Relat. Mat. **16**, 1227 (2007).