

七員環を有するフラーレン誘導体の合成と有機太陽電池への応用 Synthesis of Seven-Membered Ring Fullerene Derivatives for Organic Photovoltaics

○中川 貴文¹、小汲 佳祐²、Ying Zhang¹、岡田 洋史¹、松尾 豊¹

(1. 東大院理、2. 都産技研)

○Takafumi Nakagawa¹, Keisuke Ogumi², Ying Zhang¹, Hiroshi Okada¹, Yutaka Matsuo¹

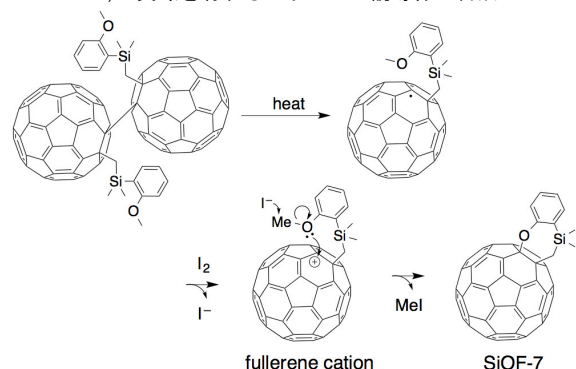
(1. The Univ. Tokyo, 2. Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute)

E-mail: matsuo@chem.s.u-tokyo.ac.jp

【緒言】有機薄膜太陽電池は軽量でデザイン性に富んでおり、使用場所を選ばないことから次世代の太陽電池として注目をあびている。より高効率の太陽電池を目指してこれまで様々なドナー分子が開発されているのに対して、アクセプターであるフラーレン誘導体の研究は限られている。本発表では新規に合成した七員環を有するフラーレン誘導体 (SiOF-7) を用い有機薄膜太陽電池へと応用したので報告する。

【結果と考察】これまで七員環を有するフラーレン誘導体の合成は、低収率であることや原料の調製が困難であることから極めて限られていた。そこで、フラーレンダイマーを出発原料としフラーレンカチオンを経由することで、SiOF-7 を 84% という高収率で合成できた (Scheme 1)。

Scheme 1, 7 員環を有するフラーレン誘導体の合成



合成した七員環を有するフラーレン誘導体は各種溶媒に可溶であったので、有機薄膜太陽電池への応用を検討した。ドナーには最もよく用いられる P3HT を用いバルクヘテロ接合型のデバイスを作製した。ドナー：アクセプター比、およびアニール温度を最適化することで変換効率は 1.74% となった (Fig. 1 実線, D:A 比 = 5:4, 溶媒: ODCB, 濃度: 10 mg/mL vs ドナー, プレアニール 80 °C 10 分; $V_{OC} = 0.71$ V, $J_{SC} = 4.78$ mA/cm², FF = 0.51)。

特筆すべきことに、開放電圧は PC₆₁BM を用いたものと比べ、およそ 0.1 V 高い 0.71 V であった。これは SiOF-7 が高い LUMO 準位を有していることに由来する。また、SCLC

法を用いてバルクヘテロ接合型デバイスの移動度を測定したところ、電子移動度が 1.7×10^{-7} cm²/V·s であり、PC₆₁BM を用いたデバイスと比べ移動度が低いことが判明した。

アニール温度を 120 °C 以上にすると J_{SC} が低下し、効率は著しく低下した。そこで、膜のモルフォロジー観察を行うため AFM 測定を行ったところ、室温及び 80 °C でアニールしたものには大きな違いは現れなかったが、120 °C でアニールした際凝集体が観測され、150 °C ではより大きな凝集体が観測された (Fig. 2)。これらの凝集体が電荷分離効率を低下させると考えられる。

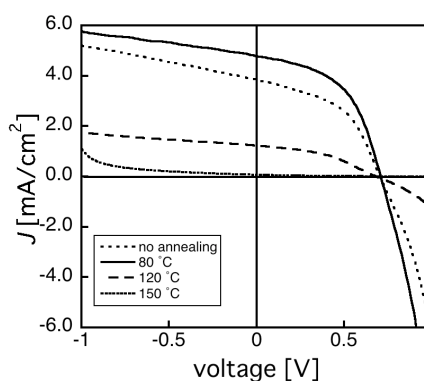


Fig. 1, アニール温度毎の電流電圧曲線

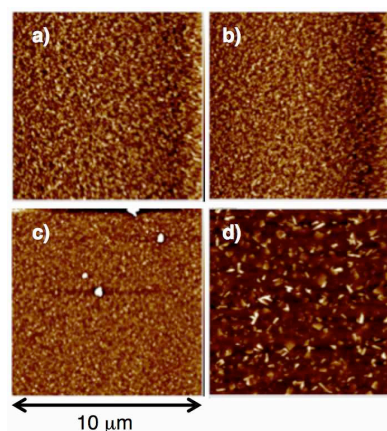


Fig. 2, アニール温度と表面画像. (a) アニール無, R_q (root-mean-square roughness) = 6.66 nm, (b) 80 °C, R_q = 5.35 nm, (c) 120 °C, R_q = 4.18 nm, (d) 150 °C, R_q = 39.2 nm