高い開放電圧を示すフェナセン型半導体ポリマーの開発と太陽電池特性

Development of Phenacene-Type Semiconducting Polymers with High Open-Circuit Voltage and Their Solar Cell Performances

岡山大院自然[1]，岡山大基礎研[2]　○高橋 竜輔[1]，森 裕樹[2]，西原 康師[2]

Grad. Sch. of Nat. Sci. and Tech., Okayama Univ.[1], RIIS, Okayama Univ.[2],

○Ryosuke Takahashi[1], Hiroki Mori[2], Yasushi Nishihara[2]

E-mail: ppey8lul@s.okayama-u.ac.jp

ポリマー太陽電池 (PSC) において高性能材料を開発するためには，側鎖やポリマー主鎖構造を最適化することで薄膜構造を制御するほか，導入する主鎖骨格を適切に選択することで，エネルギーレベルを制御することが重要である。最近われわれは，フェナントロジチオフェン (PDT) とベンゾチアジアゾール (BT) 誘導体からなる新規ポリマーを開発してきた。適切な可溶性側鎖を導入した **P-BT** は，太陽電池に適切な face-on 配向を形成したことで，最大 6.4% の変換効率を達成した (Fig. 1)。本研究では，BT とほぼ同様の構造を有し，より電子親和力の高いベンゾオキサジアゾール (BO) と組み合わせた新規ポリマー **P-BO** を合成することで，**P-BT** の優れた特長を維持したまま開放電圧 (V_{oc}) を向上させ，より高い変換効率を達成する材料の開発を目指した。

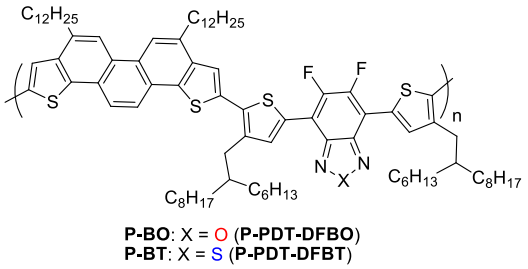

Fig. 1. Structures of polymers **P-BO** and **P-BT**.

それぞれ対応する PDT および BO 誘導体を用い，右田－小杉－Stille カップリングにより **P-BO** を新たに合成した。また，算出した **P-BO** の分子量は 33.7 kDa であり，高分子量体を得ることに成功した。まず，**P-BO** の紫外－可視吸収スペクトルを測定したところ，**P-BT** とほぼ同様のスペクトルとエネルギーギャップ (約 1.7 eV) が得られた。これに対し，電気化学的手法により算出した **P-BO** の HOMO レベルは，**P-BT** よりも 0.1 eV 程度深い −5.55 eV であった。このことから，**P-BO** を用いた素子は，より高い V_{oc} を示すことが期待できる。

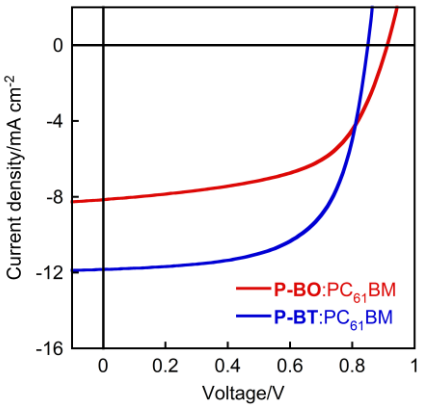

Fig. 2. *J*-*V* curves of **P-BO** and **P-BT**-based cells.

続いて，ITO/ZnO/(polymer:$PC_{61}BM$)/MoO_3/Ag からなる逆型太陽電池素子を作製し，その特性を評価した (Fig. 2)。**P-BO** を用いた素子の特性を評価したところ，0.9 V を超える高い開放電圧 (V_{oc} = 0.91 V) を示したものの，短絡電流密度およびフィルファクター (J_{sc} = 8.15 mA cm^{-2}, FF = 0.57) が大きく低下したため，変換効率は 4.2% まで低下した (**P-BT**: J_{sc} = 11.84 mA cm^{-2}, V_{oc} = 0.85 V, FF = 0.63, PCE = 6.4%)。この要因を微小角入射広角 X 線散乱測定により調査したところ，**P-BO** は **P-BT** と同様に太陽電池に有利な face-on 配向を形成したものの，結晶性の大幅な低下が，効果的なキャリア輸送を制限し，J_{sc} と FF が低下した要因だと考えている。

[謝辞] 本研究は，JST，ACT-C の支援を受けたものである。

© 2017年 応用物理学会