

# OPV の高効率化に向けたフッ素化ナフトビスチアジアゾールを有する半導体ポリマーの開発

Semiconducting Polymers Based on Fluorinated Naphthobisthiadiazole and Their Organic Photovoltaics

○齋藤慎彦<sup>1</sup>、鈴木康仁<sup>1</sup>、安蘇芳雄<sup>2</sup>、家裕隆<sup>2</sup>、尾坂格<sup>1</sup> (1. 広大院工、2. 阪大産研)

○Masahiko Saito<sup>1</sup>, Yasuhito Suzuki<sup>1</sup>, Yutaka Ie<sup>2</sup>, Yoshio Aso<sup>2</sup>, Itaru Osaka<sup>1</sup>,

(1. Hiroshima Univ. 2. Osaka Univ.)

E-mail: iosaka@hiroshima-u.ac.jp

【緒言】有機薄膜太陽電池 (OPV) の高効率化を目指した材料開発が活発に行われており、近年では 10% を超える効率を示す材料も珍しくはなくなっている。我々は、これまでにナフトビスチアジアゾール (NTz) を主鎖骨格にもつ種々の p 型半導体ポリマーを開発しており、PNTz4T (Figure 1a) [1,2] において 10% の変換効率を達成した。さらに、ポリマーの置換基としてフッ素を導入することは、結晶性の向上や HOMO レベルの低下などが期待でき、OPV 特性向上に有効であることから、我々は最近、PNTz4T のチオフェン環にフッ素を導入した PNTz4TF2<sup>[3]</sup> (Figure 1a) を開発した。PNTz4TF2 は HOMO レベルの低下により  $V_{OC}$  が向上し、PNTz4T を超える変換効率を示した。そこで本研究では、さらなる効率向上を期待し、フッ素化 NTz (NTzF2: Figure 1b) を用いたポリマー、PNF4T および PNF4TF2 (Figure 1a) を合成し、電子物性や薄膜構造、OPV 特性を調査した。

【結果と考察】PNF4T および PNF4TF2 の数平均分子量は、それぞれ 70 kDa および 66 kDa であった。薄膜における UV-vis 吸収スペクトルを測定したところ、PNF4T および PNF4TF2 の吸収端は 845 nm および 810 nm であり、それぞれ PNTz4T および PNTz4TF2 よりも 40–50nm 程度、長波長シフトした。すなわち、NTz 部位へのフッ素導入によりバンドギャップが低下した。サイクリックボルタメトリーにより評価した HOMO レベルは、PNF4T が  $-5.30$  eV、PNF4TF2 が  $-5.50$  eV であり、それぞれ PNTz4T および PNTz4TF2 よりも 0.1 eV 程度深い値を示した。これらのポリマーと PC<sub>71</sub>BM との OPV 素子を作製し、評価したところ、PNF4T は 9.3% ( $J_{SC} = 18.6$  mA cm<sup>-2</sup>,  $V_{OC} = 0.73$  V, FF = 0.68)、PNF4TF2 は 10.7% ( $J_{SC} = 17.6$  mA cm<sup>-2</sup>,  $V_{OC} = 0.84$  V, FF = 0.72) の変換効率を示した (Figure 2)。特に、PNF4TF2 素子の効率、NTz を有するポリマーとしては最高の値であった。このように NTzF2 は、深い HOMO レベルと広い吸収領域を併せ持つポリマー開発を行う上で、非常に有効なビルディングユニットであると考えられる。

[1] *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 3498. [2] *Nat. Photon.* **2015**, *9*, 403.

[3] *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138*, 10265.

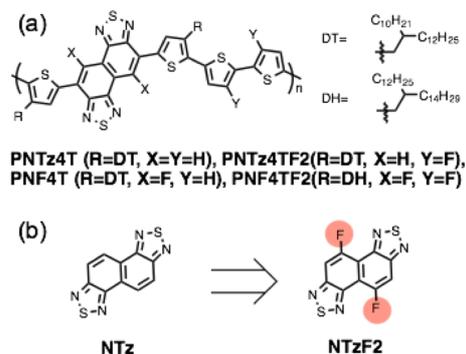


Figure 1. Chemical structure of PNTz4T, PNTz4TF2, PNF4T, and PNF4TF2 (a) and NTz and NTzF2 (b).

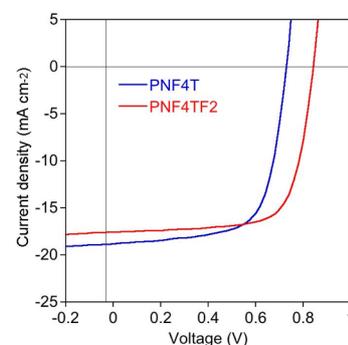


Figure 2.  $J$ - $V$  characteristics of PNF4T and PNF4TF2 cells.