

新奇分子設計技術による高移動度有機半導体材料の開発

Development of High-Mobility Organic Semiconducting Materials

Driven by Conceptually New Molecular Design Technology

東大院新領域¹, JST さきがけ² ○岡本 敏宏^{1,2}

Graduate School of Frontier Sciences, Univ. of Tokyo¹, PRESTO, JST.² °Toshihiro Okamoto^{1,2}

E-mail: tokamoto@edu.k.u-tokyo.ac.jp

有機半導体材料は、機械的に柔軟であり、簡便な印刷プロセスによって低コストで生産できる特長がある。この有機半導体の柔軟性や印刷プロセス性は、分子同士が弱い分子間力で結びついていることに由来する。しかしながら、この弱い分子間力のため室温で分子は熱振動してしまう。この分子の熱振動はキャリアの伝導を阻害し、キャリア移動度（以下、移動度と略す）を低下させるだけではなく、デバイスの熱不安定性の原因にもなる。

我々は、 $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 級の高移動度を有する実

用的有機半導体の開発戦略として、「分子間振動の抑制」を基軸として、有機半導体の分子設計に「屈曲」という新概念を導入した屈曲型分子群[1-7] (Fig. 1) に着目した。ペンタセンに代表されるいわゆる棒状パイ電子系コアは、長軸回りの回転運動をはじめ熱振動が起こりやすい。それに対して、屈曲型分子は屈曲形状による分子振動の抑制によって、分子集合体における構造安定化が期待できる新奇なパイ共役分子群である。さらに、屈曲部位の大きな軌道係数を有した嵩高い典型元素間の軌道の重なりは高移動度化に寄与する。塗布性および成膜性のために各種屈曲型パイコアに長鎖アルキル基を導入したところ、塗布結晶化法[8,9]によって単結晶薄膜トランジスタが得られ、得られた化合物の大部分において $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 級の高移動度を実現していることがわかり、印刷できる論理回路への応用の道が拓かれた。特に、 $\text{C}_8\text{-DNBDT-NW}$ の2分子層単結晶 OFET において $13 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の高い移動度と有機半導体としては最小の $47 \Omega\cdot\text{cm}$ の接触抵抗を実現した[10]。さらには、期待通り高温下での構造安定性にも優れており、屈曲型分子群は実デバイス製作の際のプロセス許容度と製品の熱耐久性が飛躍的に向上した実用に耐えうる新奇な有機半導体材料群であることを明らかとした。

[1] *Adv. Mater.*, **25**, 6392 (2013). [2] *Adv. Mater.*, **26**, 4546 (2014). [3] *Chem. Commun.*, **50**, 5342 (2014). [4] *RSC Adv.*, **6**, 28966 (2016). [5] *Poly. J.*, **49**, 215 (2017). [6] *J. Mater. Chem. C*, **5**, 1903 (2017). [7] *Adv. Sci.*, **5**, 1700317 (2018). [8] *Appl. Phys. Express*, **2**, 111501 (2009). [9] *Appl. Phys. Express*, **6**, 076503 (2013). [10] *Sci. Adv.*, **4**, eaao5758 (2018).

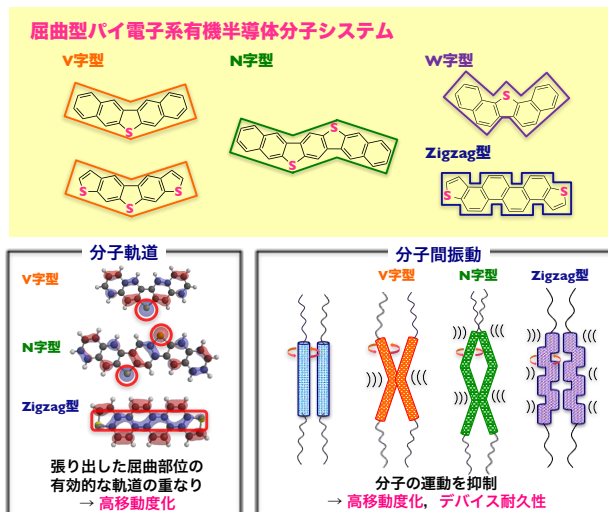


Fig.1 Molecular design strategy.