

新奇 n 型有機半導体骨格の開発と薄膜トランジスタへの応用

Development of a novel n-type organic semiconducting π -electron core and its application to thin-film transistor

東大院新領域¹, JST さきがけ², 富士フイルム³, 筑波大数物⁴, リガク⁵

○岡本敏宏^{1,2}, 熊谷翔平¹, 福崎英治³, 石井宏幸⁴, 谷 征夫³, 杉浦寛記³, 渡邊哲也³,
宇佐美由久³, 佐藤寛泰⁵, 山野昭人⁵, 竹谷純一¹

The Univ. of Tokyo¹, JST-PRESTO², Fujifilm Corp.³, Univ. of Tsukuba⁴, Rigaku Corp.⁵

○Toshihiro Okamoto^{1,2}, Shohei Kumagai¹, Eiji Fukuzaki³, Hiroyuki Ishii⁴, Yukio Tani³, Hiroki Sugiura³, Tetsuya Watanabe³, Yoshihisa Usami³, Hiroyasu Sato⁵, Akihito Yamano⁵, Jun Takeya¹

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

有機薄膜トランジスタは昨今推進される IoT 社会の実現において必要不可欠であり、プロセス性・高トランジスタ特性・環境耐性に優れた有機半導体材料の開発が求められている。近年、p 型半導体ではチェノアセン類縁体を代表格として溶液プロセス可能かつ大気下でキャリア移動度 $10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を超える高性能材料が報告されている^[1-4]が、n 型半導体ではそれに匹敵する材料は未だに存在しない。この事実から、電子輸送に適した電子軌道や分子集合体構造を発現するのが難しいこと、また、LUMO 準位が浅いことによる大気安定性の欠落と大気安定な電極からのキャリア注入障壁が示唆される。したがって、これらの課題を一挙に解決するための分子設計モデルの確立が急務である。

我々は今回新たな n 型半導体分子として、広い π 共役系を持つ新奇パイ電子系骨格に着目した。DFT 計算から、深い LUMO 準位 (-4.17 eV) による大気安定性が期待された。また、この新奇パイ電子系骨格では、二次元的な伝導パスを有する集合体構造が期待された。

本研究では、目的化合物 **1** の合成、基礎物性、集合体構造解析および、塗布結晶化法を用いた単結晶トランジスタ特性について検討した。塗布成膜された **1** の単結晶薄膜 (Fig. 1a) は大気中で最高 $3.0 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ の高い電子移動度を示した (Fig. 1b)。また、**1** の単結晶 X 線構造解析により、当初の期待通り、分子間水素結合を介した二次元的なブリックワーク構造を構築していることが明らかとなった。この結果を基にバンド計算をおこなったところ、二次元層内に等方的な約 $1.6m_0$ の有効質量を有することがわかった。これらのことから、本研究成果は、電子軌道と分子集合構造との同時制御により高電子移動度を実現するための分子設計モデルとして有用であるといえる。
[1] H. Minemawari *et al.*, *Nature* **475** (2011) 364. [2] K. Nakayama *et al.*, *Adv. Mater.* **23** (2011) 1626. [3] C. Mitsui *et al.*, *Adv. Mater.* **26** (2014) 4546. [4] H. Iino *et al.*, *Nat. Commun.* **6** (2015) 6828.

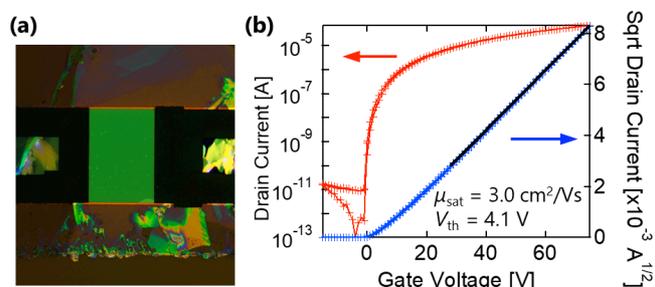


Fig. 1. (a) A cross-polarized optical microscope image of thin film of **1**. (b) Transfer characteristics of (a).