

ハロゲン置換テトラフェニルペンタセンを用いたアンバイポーラ型トランジスタ

Ambipolar Transistors Based on Halogen-substituted Tetraphenyl Pentacenes

°佐藤 諒之介¹、江田 昌平²、羽村 季之³、森 健彦¹

(1. 東工大物質理工学院、2. 理研、3. 関学大院理工)

°Ryonosuke Sato¹, Shohei Eda², Toshiyuki Hamura³, Takehiko Mori¹

(1. Tokyo Tech., 2. RIKEN, 3. Kwansei Gakuin Univ.)

E-mail: sato.r.ah@m.titech.ac.jp

【はじめに】 ルブレンはユニフォームスタック構造を有しており[1]、薄膜トランジスタの作製は比較的困難である。一方、ペンタセンは真空蒸着により容易に薄膜化でき、そのトランジスタ特性は長い間研究されてきた。ソース・ドレイン電極に金を用いたペンタセン薄膜は正孔

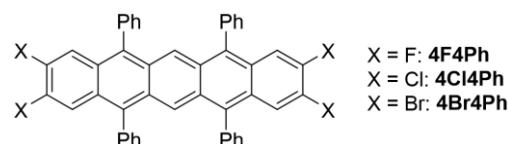


Figure 1 Molecular structures of 4X4Ph.

輸送のみを示すが、カルシウムなどの金属を用いることにより電子輸送も観察される[2]。また、ペンタセン誘導体の研究も盛んに行われている。ジブロモペンタセンはホール輸送を示し正孔移動度は $0.1 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 程度であるが[3]、パーフルオロペンタセンは電子輸送を示し電子移動度 $0.11 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ である[4]。また、ルブレンを π 拡張したテトラフェニルペンタセンの正孔移動度は $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ と報告されている[5]。本研究では、テトラフェニルペンタセンをハロゲン置換した 4X4Ph ($X = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}$, Fig. 1) のトランジスタ特性と、結晶構造がキャリア輸送に及ぼす影響について報告する。

【実験と結果】 3つの分子の結晶構造は同型で晶系は $P-1$ であり、ルブレンとは異なりダイマースタック構造となっている。テトラテトラコンタンを蒸着した Si/SiO₂ 基板上に 4X4Ph を真空蒸着し、ソース・ドレイン電極には金蒸着膜を用いた薄膜トランジスタを作製した。トランジスタ特性は室温真空下で測定した。4Cl4Ph のみがアンバイポーラ特性を示し (Fig. 2a)、正孔移動度 $0.013 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、電子移動度 $3.3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。4F4Ph と 4Br4Ph は p 型特性のみを示し、移動度はそれぞれ $4.4 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と $2.3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。4F4Ph と 4Br4Ph が電子伝導を示さなかったのは、LUMO のトランスファー積分の値が 4Cl4Ph に比べて小さくなっていることが原因だと考えられる。ペンタセンの分子軌道にはベンゼン環ごとに節が存在する (Fig. 2b, c) [6]。そのために分子長軸方向のスタックのずれが軌道の重なりに敏感に効いてしまい、キャリアの極性にも影響を及ぼしたと考えられる。

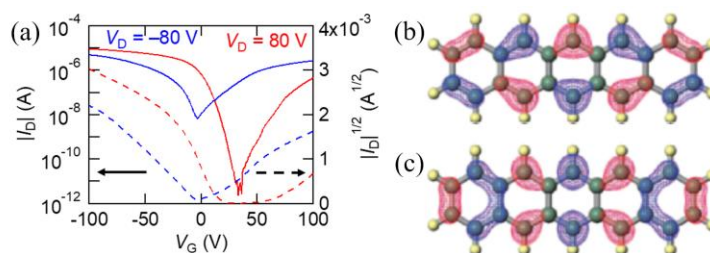


Figure 2 (a) Transfer characteristics of thin-film transistor based on 4Cl4Ph. (b) and (c) HOMO and LUMO of pentacene[6].

- [1] O. D. Jurchescu *et al.*, *Acta Crystallogr. Sect. B Struct. Sci.* **2006**, 62, 330. [2] T. Yasuda *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **2004**, 85, 2098. [3] T. Okamoto *et al.*, *Adv. Mater.* **2007**, 19, 3381. [4] Y. Sakamoto *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2004**, 126, 8138. [5] Q. Miao *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **2006**, 128, 1340. [6] H. Kojima and T. Mori, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2011**, 84, 1049.