

有機半導体単結晶における 2 次元ホールガス形成とキャリア輸送特性

Two-dimensional hole gas in organic single-crystal semiconductors and its transport properties

東大院新領域¹, OPERAND-OIL², 物材機構³, JST さきがけ⁴

○(D) 糟谷 直孝^{1,2}, 鶴見 淳人^{2,3}, 岡本 敏宏^{1,2,4}, 渡邊峻一郎^{1,2}, 竹谷純一^{1,2,3}

Univ. of Tokyo¹, OPERAND-OIL², NIMS³, JST PRESTO⁴

○Naotaka Kasuya¹, Junto Tsurumi^{2,3}, Toshihiro Okamoto^{1,2,4}, Shun Watanabe^{1,2}, Jun Takeya^{1,2,3}

E-mail: 2673180304@edu.k.u-tokyo.ac.jp

近年, 有機半導体単結晶におけるキャリア輸送の研究が進み, 分子性固体でありながらバンド理論が適用できることが明らかとなっている[1]。従って高キャリア密度の実現に成功すれば, 有機半導体の電子相転移が観測される可能性がある。

本研究では, 有機半導体 C8-DNBDT (図 1(a)) の単結晶を伝導チャネルとする電気二重層トランジスタ (図 1(b)) を作製し, C8-DNBDT へ静電的な高密度キャリア誘起を試みた[2]。ゲート電圧 $|V_G|$ の増加に伴い, 誘起キャリア密度は単調に増加し, 本実験では最大 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 程度 (1 分子当たり 0.25 電荷) まで到達した。図 2 は各ゲート電圧において, キャリアを誘起した状態でシート抵抗 R_{sheet} の温度変化を測定した結果である。キャリア密度が $4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ (1 分子当たり 0.1 電荷) より小さい状態では $dR_{\text{sheet}}/dT < 0$ の絶縁体的温度依存性のままであるが, $4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ 以上のキャリア密度では $dR_{\text{sheet}}/dT > 0$ の金属的温度依存性となった。この温度依存性の変化が $R_{\text{sheet}} \sim h/e^2$ (h : プランク定数, e : 電気素量) を境に生じていることから, C8-DNBDT の単結晶において静電的に高密度キャリアを誘起することで 2 次元金属絶縁体転移が生じることが明らかとなった。

本講演では, キャリア密度を変化させた際の磁気輸送特性の温度依存性も交えて議論する。

References:

- [1] S. Fratini, M. Nikolka, A. Salleo, G. Schweicher and H. Sirringhaus *Nature Materials* **19**, 491-502(2020).
- [2] N. Kasuya, J. Tsurumi, T. Okamoto, S. Watanabe, J. Takeya, *Nature Materials* accepted (2021). (arXiv:2010.15883)

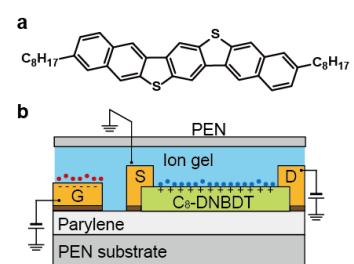


Figure 1. (a) The chemical structure of C8-DNBDT. (b) The schematic image of electric double-layer transistor using bi-layer C8-DNBDT single crystal.

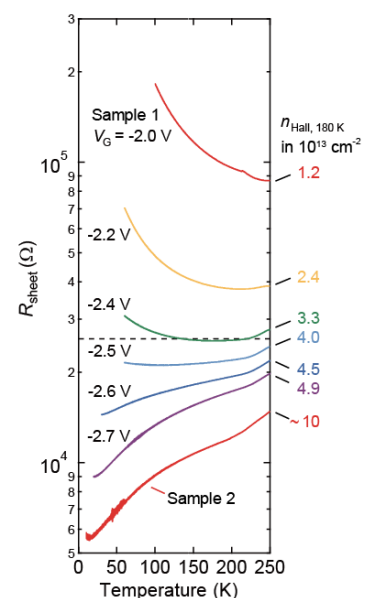


Figure 2. The temperature dependence of sheet resistance R_{sheet} at various gate bias V_G . The dashed line represents resistance quantum h/e^2 .