

単結晶有機半導体における一軸圧縮歪み下の 100 cm²/Vs を超える Hall 移動度とキャリア輸送特性

Hall mobility exceeding 100 cm²/Vs and transport properties
in single crystal organic semiconductor under uniaxial compression

東大院新領域¹, 東工大物質理工学院², JST CREST³, 物材機構⁴

○古川 友貴¹, 糟谷 直孝¹, 岡本 敏宏^{2,3}, 高柳 英明¹, 渡邊 峻一郎¹, 竹谷 純一^{1,3,4}

Univ. of Tokyo¹, School of Mater. and Chem. Tech.², JST CREST³, NIMS⁴

○Tomoki Furukawa¹, Naotaka Kasuya¹, Toshihiro Okamoto^{2,3}, Hideaki Takayanagi¹,

Shun Watanabe¹, Jun Takeya^{1,3,4}

E-mail: 8453064863@edu.k.u-tokyo.ac.jp

有機半導体は π 共役分子が van der Waals 力により弱く凝集した分子性固体である。高度な分子設計による機能性有機半導体材料の開発や単結晶薄膜の成膜技術の向上により、低分子単結晶有機半導体のキャリア移動度は 10 cm²V⁻¹s⁻¹ を越え、これは無機半導体と同様に非局在化したキャリアによるバンド伝導に起因していることが明らかとなっている。近年、単結晶有機半導体に対して電気二重層トランジスタ (Electric double-layer transistor, EDLT) 構造で高密度キャリアドーピング ($\sim 1 \times 10^{14}$ cm⁻², 1 分子当たり 1/4 ホールに相当) を行うことによる強相関的な二次元正孔ガス形成および絶縁体金属転移が観測され、有機半導体の新奇電子相を探究出来る段階になった[2]。これに加え、機械的柔軟性を有する単結晶有機半導体は支持基板を曲げることによって一軸性の圧縮歪みを導入することが出来、3%の格子歪みの導入によって 70%もキャリア移動度が向上する巨大なピエゾ抵抗効果を示すことが明らかになっている[2]。これは、歪みの導入に伴い分子振動 (フォノン散乱) が抑制されることに由来する。

本研究では、単結晶有機半導体 C₈-DNBDT (Fig. 1(a)) に約 3%の一軸性の格子歪み導入した上で高密度キャリアドーピング (Fig. 1(b), (c)) を行い、室温から極低温までのキャリア輸送特性を評価した。Fig. 1 (d)および(e)にそれぞれ Hall キャリア密度 $n_{\text{Hall}} = 11 \times 10^{13}$ cm⁻² におけるシート抵抗率 R_{sheet} および Hall 移動度 μ_{Hall} の温度依存性を示す。 R_{sheet} は金属的挙動 ($dR_{\text{sheet}}/dT > 0$) を示し、極低温下においては R_{sheet} が温度に依存しない残留抵抗のような振る舞いを観測した。このとき R_{sheet} は最低で 550 Ω を示し、 μ_{Hall} は 117 cm²V⁻¹s⁻¹ (2 K) に達した。これまでの有機半導体の Hall 移動度の実測値として最大の値の観測に成功した。当日の発表では、これらキャリア輸送特性のキャリア密度依存性・温度依存性の結果も交えて発表する。

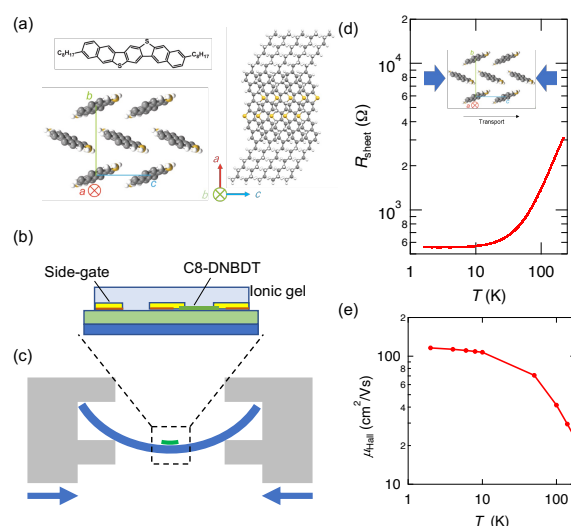


Fig. 1 (a) C₈-DNBDT の構造式, (b) EDLT デバイスの模式図, (c) EDLT デバイスへの歪み導入の模式図, (d) C₈-DNBDT の結晶構造, (e) シート抵抗率 R_{sheet} 温度依存性, (e) Hall 移動度 μ_{Hall} の温度依存性

[1] N. Kasuya, J. Takeya *et al.*, *Nat. Mater.*, **20**, 1401 (2021). [2] T. Kubo, J. Takeya *et al.*, *Nat. Commun.*, **7**, 11156 (2016).