

2分子膜構造を持つ有機トランジスタにおけるバンド伝導

東大院工¹, 産総研 FLEC², 日本化薬³

浜井 貴将¹, 荒井 俊人¹, 井上 悟^{2,3}, 長谷川 達生^{1,2}

Band-like transport in thin-film transistors of organic semiconductor with bilayer-unit

U. Tokyo¹, AIST-FLEC², Nippon Kayaku³

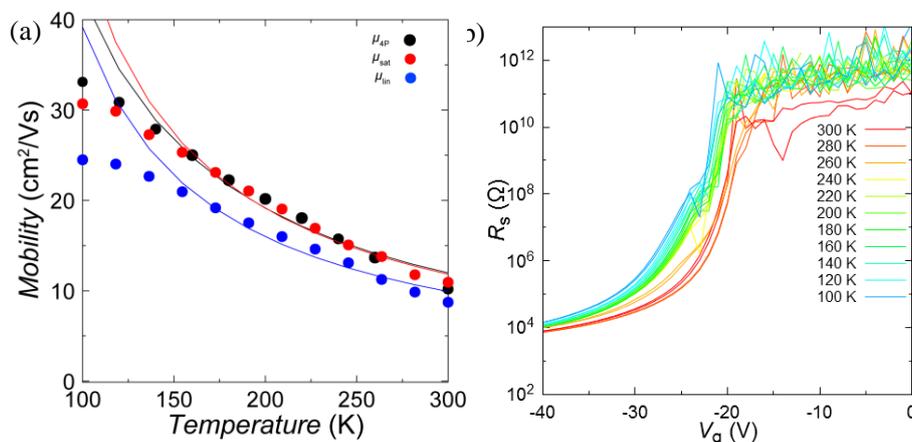
T. Hamai¹, S. Arai¹, S. Inoue^{2,3}, T. Hasegawa^{1,2}

塗布型有機薄膜トランジスタ (TFT) 向け半導体として、アルキル鎖置換によって溶解度や製膜性を制御・改良した有機半導体材料が広く研究されている。特に、 π 電子骨格の片側のみをアルキル鎖で置換した非対称分子は、2分子膜を単位とする特徴的な積層構造を形成し、これにもとづく非常に高い層状結晶性と高いキャリア移動度が得られる[1, 2]。2分子膜構造を持つ代表的な分子である Ph-BTBT-C10 において、我々は層数を制御した単結晶薄膜の TFT 特性を系統的に比較することで、結晶内に形成されたアルキル鎖絶縁層がトンネル障壁となり、電極からのキャリア注入を阻害することを明らかにしてきた[3, 4]。今回、これらの高品質単結晶 TFT の低温輸送特性を詳細に測定し、低温までキャリア移動度がバンド的に上昇することを確認したので報告する。

図(a)に2分子膜2層からなる単結晶 TFT の移動度の温度依存性を示す。100–300K の広い範囲で移動度は温度低下とともに上昇し、100K では $30 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を上回った。温度依存性がべき乗則($\propto T^{-1}$ 、図(a)実線)に従うことから、このデバイスでは、界面に蓄積されたキャリアがバンド的に伝導することで高い移動度を実現していると言える。またデバイス構築に用いた SiO_2 ゲート絶縁層の表面処理を行っていないにもかかわらず、有機 TFT としては低い温度域でも高い移動度が維持されており、2分子膜構造に由来した高い層状結晶性によりトラップ状態の影響が抑制されていることが示唆される。一方でアクセス抵抗(図(b))はバイアスストレスによる横軸方向へのシフトを除いて大きく変化せず、アルキル絶縁層中の伝導は温度に依存しないトンネル伝導であるとのこれまでの主張が支持される。講演では、層内・層間それぞれの伝導機構について詳細に議論する。

[1] H. Minemawari *et al.*, *Chem. Mater.* **29**, 1245 (2017). [2] H. Iino *et al.*, *Nat. Commun.*, **6**, 6828 (2015).

[3] T. Hamai *et al.*, *Phys. Rev. Applied*, **8**, 054011 [4] 浜井等、第 64 回応用物理学会 春季学術講演会 16a-302-6.



図(a)移動度、(b)ソース電極における寄生抵抗の温度依存性。