

有機薄膜トランジスタ特性におけるトンネル効果型アクセス抵抗の影響

Effect of Tunneling-Based Access Resistance on Device Characteristics

in Organic Thin-Film Transistors

東大院工¹, 産総研 FLEC², 日本化薬³

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

U. Tokyo¹, AIST-FLEC², Nippon Kayaku³

○T. Hamai¹, S. Arai¹, H. Minemawari², S. Inoue^{2,3}, T. Hasegawa^{1,2}

E-mail: hamai@hsgw.t.u-tokyo.ac.jp

薄膜トランジスタ用有機半導体の材料設計において、プロセス性や半導体特性の向上のため、パイ電子骨格を長いアルキル鎖で置換する手法が幅広く利用されている。前回までに我々は、Ph-BTBT-C10 の高い層状結晶性がパイ電子骨格層とアルキル鎖層が交互に積層した2分子膜構造の形成に由来すること[1]、及び単結晶薄膜中で密なアルキル鎖層が電極からチャンネルへのアクセス抵抗の原因となるトンネル絶縁層として作用し、デバイス特性に大きな影響を及ぼすことを実験的に明らかにしてきた[2]。これらは電流-電圧特性の非線形な挙動として、特に薄膜の層数(n)に依存して顕著に現れる。今回これらの効果を包括的に理解するため、薄膜トランジスタにトンネル伝導の効果を取り入れたデバイスモデル(Fig.1(a))による数値計算を行い、非線形なアクセス抵抗と層数に依存したデバイス特性が、どのような局面で顕著に現れるのかを明らかにしたので報告する。

Fig.1(b)にさまざまな層数における I_d - V_d 特性の計算結果を示した。実験結果と同様に、層数の増加に伴い、トンネル障壁による電圧降下を反映してキャリア注入の非線形性が強くなる傾向が見られた。またチャンネル内の抵抗値によって非線形の度合いが大きく変化するという挙動も見られた。Fig.2 はチャンネル内の移動度を $20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ としたときの(a) $n=2$ 、(b) $n=15$ における $\partial I_d / \partial V_g$ の V_d 依存性をプロットしたものである。絶縁層数が少ない時にはチャンネル本来の特性が現れている一方で、絶縁層数が多い時には印加する電圧によって特性が大きく変化した。講演では絶縁層の増加に伴うデバイス特性の変化について、実デバイスによる実験結果と比較して議論する。

[1] S. Inoue *et al.*, *Chem. Mater.* **27**, 3809 (2015). [2] T. Hamai *et al.*, *under review*.

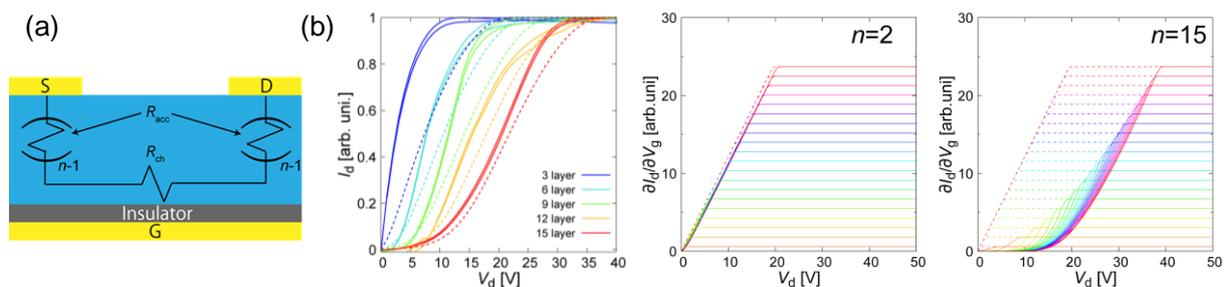


Fig.1 (a) Device model. (b) Simulated Output characteristics for $n=3, 6, 9, 12, 15$. Experiment and calculation are shown with solid and broken lines, respectively

Fig.2 Simulated $\partial I_d / \partial V_g$ for (a) $n=2$ and (b) $n=15$. Channel mobility was set to be $20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Broken lines shows ideal values.