

走査型容量原子間力顕微鏡による 有機薄膜トランジスタの局所電気物性評価

Investigation of Local Electrical Properties of Organic Thin-Film Transistors

Using Scanning Capacitance Force Microscopy

京大工, 富浪 彰人, 小林 圭, 山田 啓文

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ., Akito Tominami, Kei Kobayashi, Hirofumi Yamada

E-mail: a.tominami@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

近年、柔軟性や軽量性、作製の容易さ等の特長から、有機薄膜トランジスタ (OTFT) が注目されている。OTFT の電気特性が制限される要因として、金属電極-有機界面におけるキャリア注入障壁やキャリアトラップ等が考えられているが、真の律速原因を明らかにするためには電極界面やチャネル内におけるキャリア分布およびその動的挙動の評価が必要となる。

われわれはこれまでケルビンプローブフォース顕微鏡 (Kelvin-probe Force Microscopy: KFM) や走査型容量原子間力顕微鏡 (Scanning Capacitance Force Microscopy: SCFM) [1]を用いて OTFT の局所電気物性評価を行ってきた。KFM および SCFM はいずれも静電気力検出に基づいた手法であり、KFM では OTFT チャネル内において表面電位の分布を、SCFM ではキャリアの蓄積/空乏に伴う容量変化の分布をそれぞれ可視化できる。これまでに、SCFM を用いてピンチオフ領域で動作している OTFT チャネル内の空乏層を可視化できることを示してきた [2]。今回は、有機薄膜/SiO₂ 界面の OH 基由来のキャリアトラップを低減するため、シリコン酸化膜をオクタデシルトリエトキシシラン (octadecyltriethoxysilane: OTES) の自己組織化単分子膜 (Self-Assembled Monolayer: SAM) で修飾した SiO₂ 基板を用いて OTFT を作製し、KFM/SCFM 測定を行ったので、その結果について報告する。

300 nm 厚の熱酸化膜を有する n⁺-Si 基板上に厚さ 20 nm の Au/Cr 電極を作製し、SAM 修飾後、ジナフトチエノチオフェン (DNNT, C₁₂H₁₂S₂) を真空蒸着した。ソース電極を接地し、ドレイン電圧 (V_d) -5 V、ゲート電圧 (V_g) -15 V を印加した状態で、Pt コートカンチレバー (ばね定数: 1.0 N/m, 1 次共振: 58.3 kHz, 2 次共振: 344.6 kHz) に交流電圧 ($f_{ac}^{KFM} = 1$ kHz, 0.2 V_{p-p} および $f_{ac}^{SCFM} = 19.4$ kHz, 5 V_{p-p}) を印加し、表面形状像 (Fig. 1(a)) と同時に KFM による表面電位像 (Fig. 1(b))、振幅変調 (AM) SCFM による像 (Fig. 1(c)) を取得した。Fig. 1(b)における電極-有機半導体界面での大きな電圧降下は注入障壁の存在を示唆しており、Fig. 1(c)における明るいコントラストはキャリアが存在している領域をあらわす。当日はさまざまなバイアス条件下における KFM/SCFM 評価結果を示し、試料作製条件や膜質との相関について議論する。

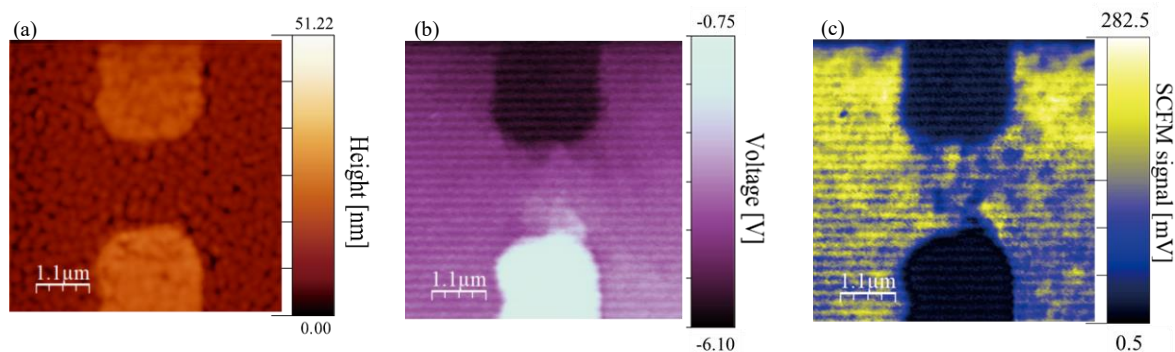


Fig. 1: (a) Topographic image and (b) surface potential image, and (c) AM-SCFM amplitude image of DNNT OTFT without OTES SAM, which were taken simultaneously.

[1] K. Kobayashi, H. Yamada, and K. Matsushige, *Appl. Phys. Lett.* **81**, 2629 (2002).

[2] 横町ら, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 6a-A504-5 (2017)