

ケルビンプローブフォース顕微鏡による 有機薄膜トランジスタにおけるキャリア分布評価

Investigation of Local Carrier Distributions in Organic Thin-Film Transistors

using Kelvin-probe 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 のキャリア分布評価を行ってきた[2]。SCFM は静電気力検出に基づいた容量顕微鏡であり、OTFT における空乏層容量の検出、可視化を行うことができ、ピンチオフ領域で動作している OTFT チャネル内の空乏層可視化などに有用である[2]。今回の発表では、蒸着時基板温度等の作製条件を変えて作製した OTFT を対象に電気特性評価及び KFM/SCFM 測定を行った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、基板温度を 50°C または 90°C としてジナフトチエノチオフェン (DNNT, $C_{12}H_{12}S_2$) を真空蒸着し、ボトムゲート・ボトムコンタクト型 OTFT を作製した。作製した DNNT OTFT について、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: 約 2 N/m, 共振周波数: 約 70 kHz) に交流電圧 ($f_m = 1$ kHz, 2 Vp-p) を印加して取得した周波数変調 (FM) KFM による表面形状像及び表面電位像を Fig. 1, 2 に示す。ソース電極付近の大きな電圧降下は注入障壁の存在を示唆している。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。

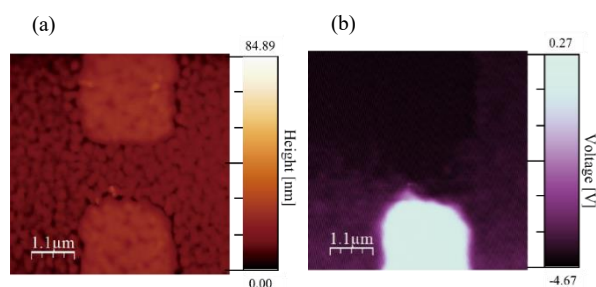


Fig. 1: (a) Topographic image and (b) surface potential image of DNNT OTFT vacuum-deposited at substrate temperatures of 50°C ($V_d = -5$ V, $V_g = -15$ V).

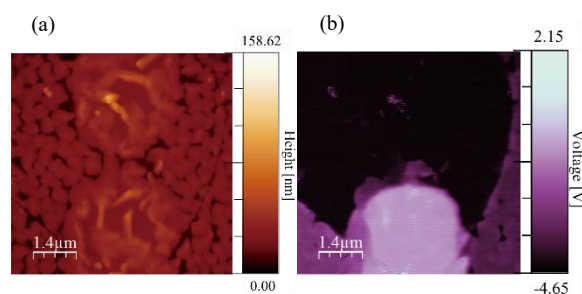


Fig. 2: (a) Topographic image and (b) surface potential image of DNNT OTFT vacuum-deposited at substrate temperatures of 90°C ($V_d = -5$ V, $V_g = -15$ V).

[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)