

周波数変調方式走査インピーダンス顕微鏡を用いた ペンタセン薄膜の局所インピーダンス計測

Local impedance measurements of pentacene thin films

by frequency-modulation scanning impedance microscopy

京大院工¹, 京大白眉セ², [○]木村 知玄¹, 小林 圭², 山田 啓文¹

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ.¹, Hakubi Center, Kyoto Univ.²

[○]Tomoharu Kimura¹, Kei Kobayashi², Hirofumi Yamada¹

E-mail: t.kimura@piezo.kuce.kyoto-u.ac.jp

【背景】有機薄膜トランジスタ(OFET)の電気特性は、活性層に用いる有機分子の物性のみならず、薄膜中に存在するグレイン境界や薄膜-電極界面のような局所物性に大きく左右される。しかし、デバイスの電気特性測定のみでこれら複数の影響を区別して評価することは非常に困難である。これまでにわれわれは、局所的な交流バイアス応答を測定可能な周波数変調走査インピーダンス顕微鏡(FM-SIM)を新たに提案し、ケルビンプローブ原子間力顕微鏡(KFM)と併用することで微結晶 OFET における電極-グレイン界面物性を評価した[1]。本研究では、ペンタセン薄膜を用いた OFET において FM-SIM 測定を行い、電極-グレイン界面やグレイン境界における局所インピーダンス変化を評価した結果について報告する。

【実験】100 nm 厚の熱酸化膜を有する n^{++} -Si 基板上に 10 nm 厚の Pt 電極対を作製し、昇華精製したペンタセンを真空蒸着することでペンタセン多結晶薄膜(膜厚約 14 nm)をチャンネルとする OFET を作製した。Fig. 1 に示すように、右側の電極をソース(S)として接地し、左側の電極をドレイン(D)として -1 V, Si 基板をゲートとして -5 V のバイアスをそれぞれ印加し FET 動作させた。Pt コート探針に交流電圧($2 V_{p-p}$, $f_T = 1$ kHz)を印加して探針-試料間電位差を打ち消すようにフィードバック制御している状態で(KFM)ドレインにも交流電圧($1 V_{p-p}$, $f_L = 800$ Hz)を加えると、カンチレバーの共振周波数が変調周波数 $f_L + f_T$ で変調されるため、その変化をロックイン検出した(FM-SIM)。Fig. 2a-d にそれぞれ OFET の表面形状像と同時に取得した表面電位像, FM-SIM の振幅像および位相像を示す。電位像(b)からは OFET の電位ドロップはソース-チャンネル界面で支配的になっていることが分かるが、FM-SIM の振幅(c)および位相(d)では電極界面だけでなく、点線 A で示される位置でも応答の変化を観測できた。これはグレイン境界での局所インピーダンスによる交流応答の変化と考えられ、KFM では十分なコントラストが得られない条件下でも、FM-SIM を用いることで局所インピーダンスによる影響を明瞭に捉えられることが分かった。

[1] 木村 他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-D2-3 (2013).

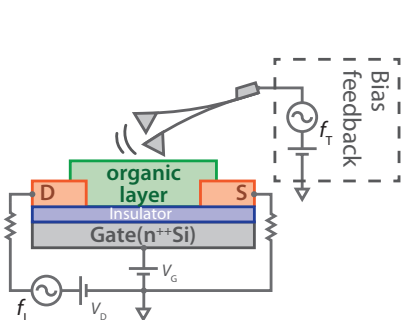


Fig. 1: Experimental setup of FM-SIM measurement on OFET.

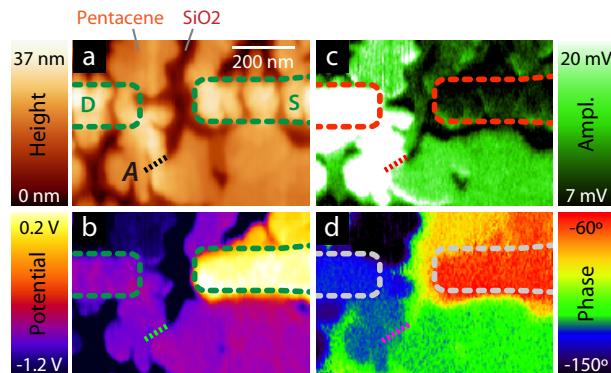


Fig. 2: (a) Topography, (b) surface potential, (c) SIM-amplitude, and (d) SIM-phase images of pentacene OFET measured by FM-SIM.