

ケルビンプローブ原子間力顕微鏡による 高分子有機薄膜トランジスタの局所電気特性評価

Investigation of local electric properties of organic polymer thin-film transistors

by Kelvin-probe force microscopy

京大工 °武下 将大, 院南 皓一, 横町 伝, 小林 圭, 山田 啓文

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ.

°Masahiro Takeshita, Kouichi Innami, Yokochi Tsutau, Kei Kobayashi, Hirofumi Yamada

E-mail: m.takeshita@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

【背景】有機材料の特徴である軽量、低コスト、フレキシブル、プリンタブルなどといった特性を生かした有機薄膜トランジスタ (OTFT) を中心とする有機デバイスに関する研究がなされている。このようなデバイスの高性能化のために有機薄膜におけるキャリアの注入・蓄積・輸送などのキャリア挙動を微視的に解明することが重要である。今回、OTFT だけでなく有機薄膜太陽電池におけるドナー材料としても用いられる 3-ヘキシルチオフェン (P3HT) を用いて塗布プロセスにより OTFT を作製し、ケルビンプローブ原子間力顕微鏡 (KPFM) による局所的な電気特性評価を行ったので、その結果について報告する。

【実験と結果】厚さ 300 nm の酸化膜を有する Si 基板上にチャネル幅、チャネル長ともに約 2 μm の Au/Cr 電極対をフォトリソグラフィにより作製し、P3HT のトルエン溶液 (0.1 wt%) をスピンコート後、大気中でアニーリング処理を行った。こうして作製したボトムコンタクト型 OTFT の表面形状像を Fig 1 に示す。この OTFT について、周波数変調 (FM) KPFM を用いて表面電位像を取得し、チャネル抵抗、界面抵抗をそれぞれ見積もった。また、ソース・ドレインを接地した状態でゲートにパルス電圧を印加し、時間分解ケルビンプローブ原子間力顕微鏡 (tr-KPFM) を用いて過渡的なキャリア分布変化に伴う表面電位の変化を測定した。Fig 2 にゲートパルス (-20 V, 80 ms) 印加時のチャネルの表面電位の変化を示す。この結果から、tr-KPFM の時間分解能は約 2.57 ms であることがわかる。Fig 3 は走査範囲内の各点で測定した表面電位の変化から算出したキャリア排出の時定数マップであり、電極付近では排出が速く、電極から遠ざかるにつれて排出に時間を要したことがわかる。

講演では、時間分解能が高い瞬時周波数法を用いた tr-KPFM による過渡特性評価結果を示すとともに、P3HT OTFT における局所電気特性について議論する。

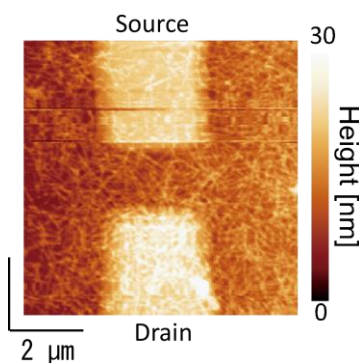


Fig 1: Topographic image of P3HT OTFT

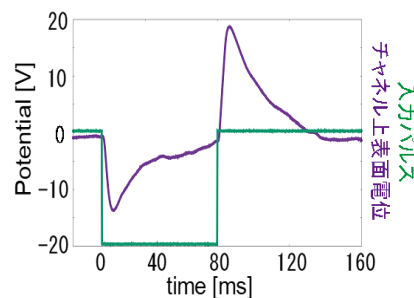


Fig 2: Transient response of surface potential of P3HT OTFT

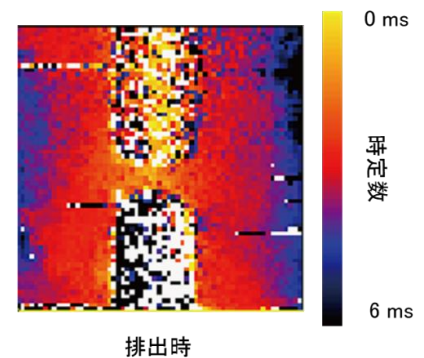


Fig 3: Time constant map of carrier ejection of P3HT

[1] 山岸 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 20a-W631-7 (2016).