

ペンタセン薄膜トランジスタの局所表面電位の温度依存性評価

Temperature dependence of surface potential in pentacene organic thin-film transistors

京大院工¹, 京大白眉セ²,⁰黄子玲¹, 木村知玄¹, 小林圭^{1,2}, 山田啓文¹

Dept. of Electronic Sci & Eng., Kyoto Univ.¹, The Hakubi Center for Adv. Res., Kyoto Univ.^{1,2},

⁰TzuLing Huang¹, Tomoharu Kimura¹, Kei Kobayashi^{1,2}, Hirofumi Yamada¹

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

有機薄膜トランジスタ(OTFT)の電気特性の温度依存性に関しては、これまでも多くの研究が行われており、一般的に低温で移動度、電流が減少するような熱活性型の伝導モデルで記述できることが知られている[1]。しかしながら、OTFTの伝導には金属-有機界面のキャリア注入障壁やグレイン境界障壁など複数の要因が大きく影響し、このような局所領域における電気特性の温度変化については、実験およびその理論的考察はともに不十分であった。本研究では、ナノスケールでデバイスの表面電位測定が可能な周波数変調(FM)ケルビンプローブフォース顕微鏡(KFM)を用いて、チャンネル上の局所表面電位の温度依存性を測定し、低温におけるキャリア輸送の要因について考察した。

本研究で用いた OTFT 試料は、熱酸化膜(厚さ: 100 nm)を表面に有する高ドープ n 型 Si 基板上に、フォトリソグラフィーにより Au 電極ギャップ(ギャップ長: 2 μm)を作製し、UV オゾン洗浄処理を行った後、ペンタセン膜(厚さ: 50 nm)を真空蒸着堆積して作製した。FM-KFM 測定前に行った、この OTFT のドレイン電流特性の温度依存性測定では、低温になるにつれてドレイン電流は減少し、明確な熱活性型伝導を示すことが確認できた(Fig. 1)。次に、ドレインおよびゲート電極にそれぞれバイアス電圧を加え($V_D = -2$ V, $V_G = -10$ V)、OTFT を動作させた状態で温度を変化させつつ、チャンネル上で FM-KFM 測定を行った。

本研究における測定は全て真空中で行った。本測定での温度範囲(153 K - 323 K)では、FM-AFM による表面形状観察より、OTFT チャンネルの膜構造には大きな変化がないことが確認された(Fig. 2a)。FM-KFM を用いた室温・低温における表面電位測定の結果、グレイン境界周囲の電位分布は微小な変化に留まった(Fig. 2b, 2c)。これら表面電位の変化が微小であるのは、室温においてもソース端の電位降下が大きいためであると考えられる。

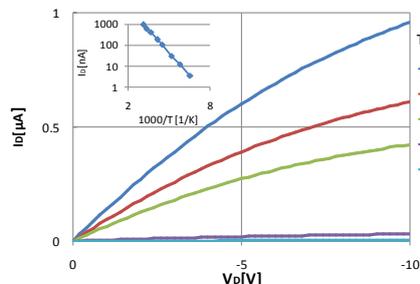


Fig. 1 ペンタセン OTFT の I_D - V_D 電気特性の温度依存性. ($V_G = -10$ V)

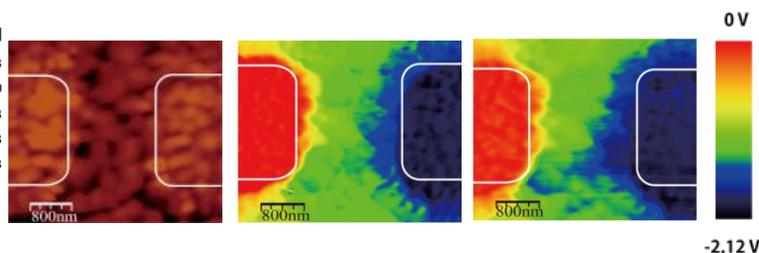


Fig. 2 ペンタセン OTFT の(a)表面形状像(b)室温時および(c)低温(153K)時の表面電位像。

[1] R. Matsubara, N. Ohashi, M. Sakai, K. Kudo, and M. Nakamura: Appl. Phys. Lett. **92**, 242108 (2008).