

ゲート変調イメージングによる多結晶 DNTT 薄膜トランジスタの蓄積キャリアマッピング

Spatial Mapping of Accumulated Carriers in Polycrystalline DNTT Thin-Film Transistors as Investigated by Microscopic Gate-Modulation Imaging Technique

東大工¹, 産総研² ○松岡悟志¹, 吉永翼¹, 堤潤也², 長谷川達生^{1,2}

U. Tokyo¹, AIST²

○Satoshi Matsuoka¹, Tsubasa Yoshinaga¹, Jun'ya Tsutsumi², Tatsuo Hasegawa^{1,2}

E-mail: matsuoka-s@ap.t.u-tokyo.ac.jp

有機薄膜トランジスタの特性は、チャンネル内に分布するグレイン境界やキャリアトラップといった空間的な不均一性に大きく支配される。われわれは、有機薄膜トランジスタの動作時に半導体薄膜内に蓄積した電荷キャリアを光学イメージとして撮像できる顕微ゲート変調イメージング (GMI) 法 (図 1) を用いて、有機半導体薄膜の伝導機構の解明に取り組んでいる。これまでに、ペンタセン多結晶薄膜の詳細な顕微 GMI 測定を行い、5 μm サイズの結晶グレイン内の不均一な電荷分布、及びグレイン境界が電気伝導を律速する様子を捉えることに成功し、本手法が多結晶薄膜内の電荷輸送の評価に有効であることを明らかにした[1,2]。今回、大気安定な有機半導体材料 DNTT について同様な測定を行い、グレイン形状と電荷分布の相関について検討したので報告する。

図 2 に、真空蒸着法により作製した多結晶性 DNTT 薄膜のトランジスタ特性を示す。HMDS 処理を施した Si ウェハ (酸化膜 100 nm) 上に、基板温度を 80 $^{\circ}\text{C}$ として成膜することで、良好なデバイス動作が確認できた (移動度 1.3 $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$)。このデバイスについて、ゲート電極に -30 V、80 Hz の変調電圧を印加し、ソース・ドレイン電極を接地して GMI 測定を行った。図 3(a)(b)に、得られた顕微 GMI 像 (測定波長 455 nm) と対応する顕微鏡像を示す。GMI 像内には、ペンタセン TFT の場合と同様に、正 (赤色) と負 (青色) の GMI 信号が混在して見られ、チャンネル内の電荷蓄積状態の違いを反映していると考えられる。一方ペンタセン TFT とは異なり、光学像から得られた結晶グレインサイズに対し、GMI 像内の信号分布は結晶グレイン数個分に広がる傾向が見られた。これは、隣接グレインの蓄積電荷や電荷輸送がグレイン境界の影響をほとんど受けないことを意味している。さらにこれらグレイン内外の電荷分布は、製膜条件や基板界面の状態により大きく変化することが分かった。講演では、GMI 信号の分布をもとに、DNTT 多結晶薄膜のキャリア輸送機構について議論する。[1] S. Matsuoka et al., *J. Appl. Phys.* **123**, 135301(2018). [2] S. Matsuoka et al., *Phys. Rev. Applied* **9**, 024025(2018).

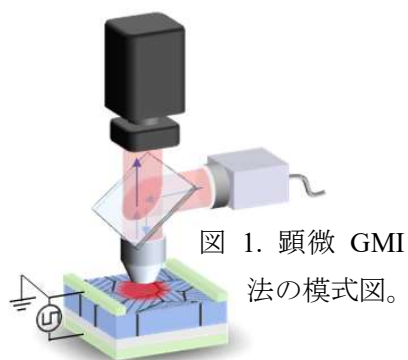


図 1. 顕微 GMI

法の模式図。

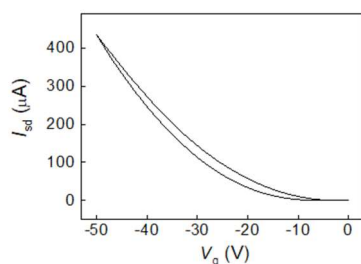


図 2. 多結晶性 DNTT 薄膜のトランジスタ特性。

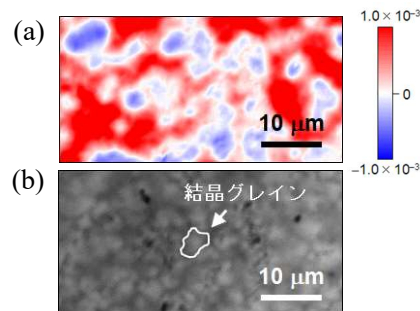


図 3. (a)顕微 GMI 像と、(b)対応する顕微鏡