

2 探針 AFM による塗布成膜高結晶性有機薄膜の局所電気伝導評価

Local electrical conductance measurements of organic crystalline thin films

prepared by drop-casting method using dual-probe AFM

京大工¹, 京大白眉セ² ○清水太一¹, 山岸裕史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.²

○Taichi Shimizu¹, Yuji Yamagishi¹, Kei Kobayashi^{1,2}, Hirofumi Yamada¹

E-mail: t.0105@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

【背景】われわれはこれまでに 2 つの探針を試料上の任意の場所に位置決めできる 2 探針原子間力顕微鏡 (Dual-Probe Atomic Force Microscopy: DP-AFM) を開発してきた[1]。2 本の導電性探針を有機半導体薄膜試料上で近接させ、これらをソース/ドレイン電極として用いれば、有機半導体薄膜の電界効果トランジスタ (FET) 特性を測定することが可能である。最近では、グラフォエピタキシー法によって作製したオリゴチオフェン (α -6T) の単一結晶グレインにおいて局所電気伝導特性を評価し、TLM (Transfer line method) 解析によって、コンタクト抵抗と切り離して結晶グレインの導電性評価に成功した[2]。近年、難溶性の有機半導体分子にアルキル鎖を導入することでウェットプロセスによる FET 作製を可能とし、同時に結晶性も高めて移動度を向上させる技術が注目されている[3]。一方、こうした分子において、アルキル鎖部分が絶縁層を形成するため、アクセス抵抗を高める可能性も指摘されている[4]。本研究では、アルキル鎖が導入された可溶性有機半導体分子であるジオクチルベンゾチエノベンゾチオフェン (C8-BTBT) の塗布成膜による高結晶性薄膜を対象に DP-AFM を用いて局所的電気伝導特性評価を行った。

【実験】表面に膜厚 300 nm の熱酸化膜をもつ高濃度 n 型ドーパ Si 基板上に、C8-BTBT 溶液をドロップキャストして、C₈-BTBT 薄膜を作製した。この試料に対し、大気中で 2 本の導電性カンチレバー探針 (Nano World AG 製 ATEC-FMAu) を接触させ、局所電気特性を測定した (Fig.1)。電気特性測定前の試料の表面形状と、各探針の接触位置を Fig. 2 に示す。2 探針間の距離は約 4.5 μm であった。各探針を接触圧 20 nN で接触させた後、Si 基板にゲート電圧を印加して 2 探針間の電流-電圧特性を測定した (Fig. 3)。この特性から移動度を計算すると $4.52 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ となった。講演では、コンタクト抵抗やアクセス抵抗の影響も考慮し、より詳細に議論する。

【謝辞】C₈-BTBT をご提供いただいた日本化薬 (株) に感謝いたします。

[1] E. Tsunemi *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **84**, 083701 (2013). [2] M. Hirose *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 173109 (2013).

[3] T. Izawa *et al.*, Adv. Mater. **20**, 3388 (2008). [4] A. Y. Amin *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **134**, 16548 (2012).

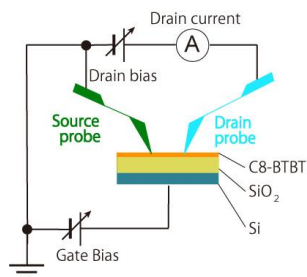


Fig. 1: Schematic of local electrical measurement setup using DP-AFM.

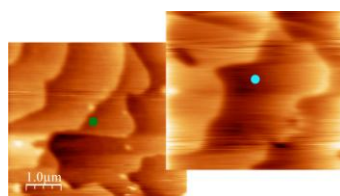


Fig. 2: Topographic images of a C₈-BTBT film taken by each AFM tip. The dots indicate the contact positions of the two probes.

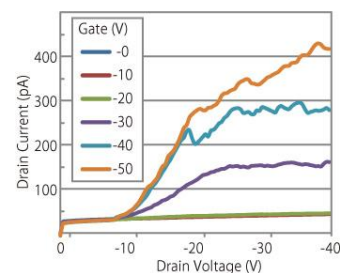


Fig. 3: Local FET characteristics of C₈-BTBT film.