高急峻スイッチング有機単結晶 TFT における半導体３元界面の効果と経時応答

Effect of Three-Way Semiconductor Interface and Its Temporal Response in Sharp Switching Organic Single-Crystal TFT

東大院工[1]，産総研[2]，○(M1)村田 啓人[1]，北原 暁[1]，東野 寿樹[2]，
井上 悟[1]，松岡 悟志[1]，荒井 俊人[1]，長谷川 達生[1]
U. Tokyo [1], AIST [2], °Keito Murata[1], Gyo Kitahara[1], Toshiki Higashino[2],
Satoru Inoue[1], Satoshi Matsuoka[1], Shunto Arai[1], Tatsuo Hasegawa[1]
E-mail: murata@hsgw.t.u-tokyo.ac.jp

有機薄膜トランジスタ（TFT）の実用化には、電極作製プロセスの選択性が高いボトムコンタクト（BC）型構造が適しており、これを用いたTFTの高性能化が望まれる。BC型TFTの性能を向上するためには、キャリア注入が生じる半導体と電極・ゲート絶縁層の３元界面の様相を把握し、これを最適化することが不可欠である。我々はこれまでに、高撥液性絶縁膜のCytop上に均一な層状単結晶有機半導体の単層２分子膜を塗布製膜する技術を開発し、BC型TFTにおいて高い性能と理論限界に迫る高急峻なスイッチングをともに示すTFTの作製に成功した[1]。前回、これらのBC型TFTでは、半導体の種類や積層数によっては移動度低下が見られること、またその特性劣化が３元界面近傍における電位降下により生じることを報告した[2]。今回、以上の各素子についてTFT特性の経時変化を測定したところ、前述した移動度低下が時間とともに進行する現象であり、移動度の低い素子は劣化速度がより早いことを見出した。この経時現象に着目し、様々な状況下でのTFT特性・薄膜の状態等の時間変化を調べたので報告する。

試料作製は、半導体材料としてPh-BTBT-C_nを用い、層間フラストレーション効果[3]の調整により、厚みの揃った様々な半導体積層数の単結晶BC型TFTをCytop上に作製した。結果、単層のTFTの特性は、窒素雰囲気下において、作製直後は移動度が4 cm^2/Vs程度であったものが50時間後には0.1 cm^2/Vs以下まで低下することがわかった（図１）。様々な条件下でこの経時変化の様子を測定したところ、半導体を多層積層した場合やCytopによる封止を行った場合は、経時劣化が見られないことがわかった（図２）。一方、真空中（10^{-4} Pa）に保管した場合も、前述と同様な劣化が見られた。講演では、３元界面近傍の層構造とTFT特性の相関をもとに、これらの経時変化の起因について議論する。

[1] G. Kitahara *et al., Sci. Adv.* **6**, eabc8847 (2020).
[2] 村田他、第82回応用物理学会秋季学術講演会12a-N205-5.
[3] S. Arai *et al., Adv. Mater.* **30**, 1707256 (2018).

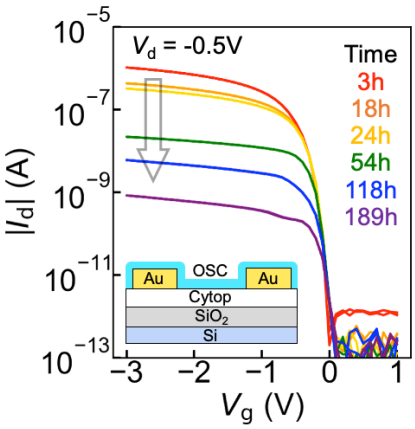

Fig. 1 Transfer characteristics of 1 layer Ph-BTBT-C_{10} as a function of time from fabrication and BC-TFT structure.

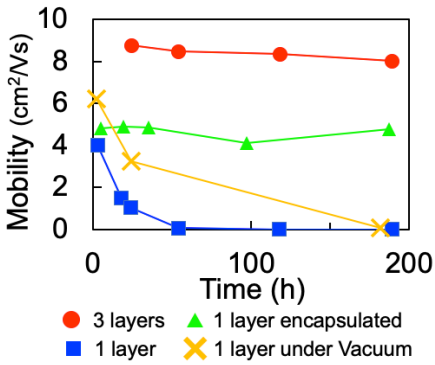

Fig. 2 Mobility vs. time under different conditions of 1 or 3 layers TFT.