

液晶性有機半導体を用いた有機トランジスタの閾値電圧制御

Control of threshold voltage for organic transistors using liquid crystalline organic semiconductor

東工大未来研¹, [○](M2) 安斎雄介¹, 半那純一¹, 飯野裕明¹

Tokyo Tech.¹, [°]Yusuke Anzai¹, Jun-ichi Hanna¹, Hiroaki Iino¹,

E-mail: anzai.y.aa@m.titech.ac.jp

【序論】液晶性有機半導体フェニル-ベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体 (Ph-BTBT-10) は液晶相経由で多結晶薄膜を作製することによりデバイス間のばらつきが小さく実用性の高い高移動度の有機トランジスタを作製できる[1]。この有機トランジスタを利用して集積回路を組む際には、有機トランジスタの閾値電圧を制御する必要がある。無機半導体では、一般的にドーピングによりチャネルの導電率を制御することで閾値電圧の制御が行われる。そこで、本研究では液晶性有機半導体においても、無機半導体のようにドーピングにより導電率および閾値電圧の制御を試みた。

【実験】有機半導体材料には当研究室で開発した液晶性有機半導体 Ph-BTBT-10 を用いた。ドーパントとして Ph-BTBT-10 の HOMO レベル (5.6eV) に近い LUMO レベル (5.2eV) を持つアクセプター分子であるテトラシアノキノジメタン誘導体 (F4-TCNQ) を使用した。ドーパントを含む半導体溶液を調製し、ガラス基板および熱酸化膜 (300nm) 付き Si 基板上に液晶相温度でのスピコート法により 100ppm から 10000ppm の濃度でドーピングされた多結晶薄膜を製膜した。その多結晶薄膜上に真空蒸着器で金電極を蒸着し、室温大気下で電気特性を評価した。

【結果と考察】ガラス基板上に製膜した多結晶薄膜の電流電圧特性を評価した結果、F4-TCNQ のドーピング濃度を 100ppm から 10000ppm と増加させると、導電率が 3×10^{-4} S/cm から 2×10^{-3} S/cm、 3×10^{-3} S/cm と 1 桁近く増加した。次に熱酸化膜付き Si 基板上に製膜し作製したトランジスタを測定した結果、100ppm、1000ppm の F4-TCNQ ドーピングで移動度 $1.9 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を維持しながら、閾値電圧を -22V から -9V まで制御可能であった。一方、10000ppm の F4-TCNQ ドーピングでは、閾値は 9V までシフトするものの、移動度が $0.3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と小さくなった。これは、ゲート絶縁膜界面における分子配向および結晶性がドーピングした分子の混入により悪化し、移動度が低下したものと考えられる (Fig.1)。これらの結果から、アクセプター分子を用いた液晶性有機半導体におけるドーピングは閾値電圧の制御に有効であると結論される。

[1] H. Iino, T. Usui, J. Hanna: Nat. Commun., 6 (2015), p. 6828

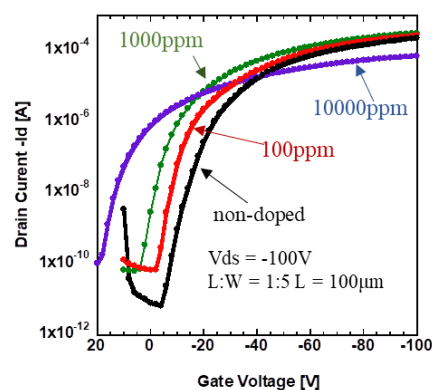


Fig.1 Transfer characteristics of FET with the polycrystalline thin films of Ph-BTBT-10 doped with F4-TCNQ in various concentration.