

ペリレンジイミド誘導体の液晶性を活用した結晶成長とトランジスタ特性

Crystal growth using the liquid crystallinity of perylene diimide derivative and its transistor characteristics

東工大未来研¹ ◦藤澤 直正¹, 高屋敷 由紀子¹, 半那 純一¹, 飯野 裕明¹

Tokyo Tech.¹, ◦Naomasa Fujisawa¹, Yukiko Takayashiki¹, Jun-ichi Hanna¹, Hiroaki Iino¹

E-mail: fujisawa.n.aa@m.titech.ac.jp

【序論】液晶相を有する有機半導体は、液晶相温度で製膜することで配向性・平坦性の高い均一な多結晶薄膜を作製できる。液晶性のフェニルベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体 (Ph-BTBT-10) では移動度 $10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を超える p チャネルトランジスタが報告されている [1]。一方で、液晶材料を用いた n チャネルトランジスタの報告は少ない。分岐アルキル鎖を有する液晶性ペリレンジイミド誘導体は溶解度が高く、溶液プロセスでの製膜が可能である。そこで、液晶性のペリレンジイミド誘導体の多結晶薄膜を用いて n チャネルトランジスタの作製を行った。

【実験】熱酸化膜(300 nm)付き Si 基板を使用し、フォトリソグラフィ (リフトオフプロセス) で MgAg 電極をソース・ドレインとして作製した。その後、有機半導体 N, N'-di(1-hexylpentyl)perylene-3, 4, 9, 10-tetracarboxylic diimide(PTCDI-C5C6)をトルエンに 1 wt%で溶かし、80°Cに加熱した溶液を 3000 rpm でスピコートすることにより、ボトムゲートボトムコンタクト型のトランジスタを作製した。最後に 165°Cで 20 min の熱アニールを行い、PTCDI-C5C6 を結晶成長させた。真空中 120°Cで 10 min 加熱後、冷却しトランジスタ特性を評価した。

【結果と考察】PTCDI-C5C6 をスピコートすると X 線回折(XRD)測定でピークが見えないアモルファスのような薄膜が得られた。この薄膜を 165°Cに加熱すると一度液晶相と思われる像を示した後に、結晶成長したことが偏光顕微鏡観察および XRD 測定より明らかになった(Fig. 1)。この 165°Cは過冷却の液晶状態であり、この温度で保持することで結晶成長が実現できたものと考えられる。トランジスタの飽和領域における伝達特性では、PTCDI-C5C6 を結晶化させたデバイスで電流値が 2 桁近く大きくなった(Fig. 2)。スピコート後の薄膜では $9.4 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であった移動度は結晶成長させることで $5.8 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ と 1 桁以上の移動度増加がみられた。

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



Fig. 1 Polarized Optical Microscope images

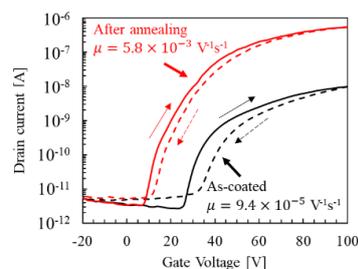


Fig. 2 Transfer characteristics ($V_{ds}=100\text{V}$)