

液晶性有機半導体 Ph-BTBT 誘導体の多結晶薄膜トランジスタの特性評価 Characterization of polycrystalline thin film transistor using liquid crystalline organic-semiconductor of Ph-BTBT derivative

¹東工大 像情報, [○]飯野裕明¹, 岡村寿¹, 臼井孝之¹, 半那純一¹

¹Imag. Sci. & Eng. Lab., Tokyo Inst. of Tech.,

[○]Hiroaki Iino¹, Hisashi Okamura, Takayuki Usui¹, Jun-ichi Hanna¹

E-mail: iino@isl.titech.ac.jp

序) 有機トランジスタの実用化には高移動度だけでなく、均一性・平坦性に優れた薄膜が容易に製膜でき、後工程の熱処理にも耐えられる耐熱性に優れた有機半導体材料が求められる。我々は高次スメクチック相を発現する液晶性フェニル-ベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体 (Ph-BTBT-10 : Fig 参照) を開発し、液晶薄膜を前駆体として活用し高い均一性と平滑な表面性をもつ多結晶薄膜をウェットプロセスで作製できること、120°C5 分程度の短時間の熱アニールにより大幅に移動度の改善ができ多結晶薄膜にもかかわらず 10cm²/Vs を超える高い移動度を有するトランジスタが作製できること[1]、さらにこの高移動度化は結晶相において Ph-BTBT-10 の単層構造から 2 層構造への結晶構造の変化を伴うことを示した[2]。そこで、本研究では、アルキル鎖の長さが異なる C₁₄ の Ph-BTBT 誘導体を合成し、その液晶性と製膜性、および薄膜トランジスタの試作と特性評価を通じて、この高移動度化の一般性と本誘導体のポテンシャルを検討した。

実験) 新規に合成された C₁₄ の Ph-BTBT 誘導体 (Ph-BTBT-14) の液晶性は偏光顕微鏡観察および示差走査熱量測定 (DSC) を用いて評価した。多結晶薄膜作製は、熱酸化膜付きシリコンウエハー (SiO₂(300nm)/p⁺-Si) を基板として、Ph-BTBT-14 の液晶相温度でスピコート製膜し、その後室温に冷却し目的の多結晶薄膜をえた。この多結晶薄膜に対して、低角 XRD による層構造の評価、また、Au 電極を真空蒸着で製膜することでボトムゲート・トップコンタクト構造の FET を作製した。素子特性の評価は、室温で測定し、移動度は飽和領域の特性から見積もった。

結果) Ph-BTBT-14 は Ph-BTBT-10 と同様に、冷却過程 205°C~106°C の範囲で高次スメクチック相である SmE 相を発現し、この液晶相温度で製膜すると容易に均一な結晶薄膜が作製できた。この結晶薄膜を低角 XRD で調べると Ph-BTBT-10 と同様、1 分子長に対応したピークみられ、120°C15 分間の熱アニール処理後の多結晶薄膜では 2 分子長に対応する新たなピークが観測された。このアニール前後の多結晶薄膜の FET 特性を評価したところ、Ph-BTBT-10 と同様に熱アニール後は ON 電流が一桁増加した。移動度は、熱アニール前 (2.2±0.3cm²/Vs) に比べて大幅に増加し、熱アニール後では 16.8±1.7cm²/Vs に達した。

このことから、Ph-BTBT-10 で観測された結晶構造の変化を伴う高移動度化は、Ph-BTBT 系誘導体の一般的な特性と考えられる。

[1] 飯野、臼井、半那、第 60 回応用物理学会春季学術講演会 28p-G15-3 (2013).

[2] 飯野、臼井、半那、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 20a-E3-5 (2014).

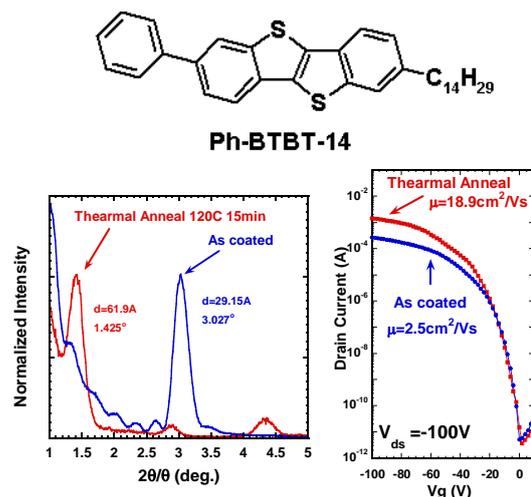


Fig. Chemical structure of Ph-BTBT-14, small angle XRD, and transfer characteristics of bottom gate top contact type FET of Ph-BTBT-14.