

Ph-BTBT 誘導体の側鎖構造が与える液晶性とトランジスタ特性への効果

Effect of side chain structure of Ph-BTBT derivatives on liquid crystallinity and their transistor characteristics

¹東工大 像情報, [○]飯野裕明¹, 臼井孝之¹, 半那純一¹

¹Imag. Sci. & Eng. Lab., Tokyo Inst. of Tech., [○]Hiroaki Iino¹, Takayuki Usui¹, Jun-ichi Hanna¹

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

序) 我々は非対称型モノアルキル鎖フェニルベンゾチエノベンゾチオフェン (Ph-BTBT) 誘導体材料の液晶性の発現とトランジスタ材料としての有用性を検討してきた。モノアルキル Ph-BTBT 誘導体 Ph-BTBT-10 では、液晶性を活用して高い均一性と平滑な表面性を有する多結晶薄膜が容易に作製でき、200°Cまでの高い耐熱性と単結晶に匹敵する $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ を超す高い移動度を有するトランジスタが作製できることを示してきた[1]。また、側鎖のアルキル鎖長に注目し、液晶性の発現と溶解度、トランジスタ材料としての有用性について報告した。本研究では、Ph-BTBT 誘導体の側鎖構造、特に、アルコキシ基を側鎖に有する材料について、液晶相の広域化、溶解度の改善、トランジスタ特性について検討したので報告する。

実験) 側鎖構造の中にアルコキシ基を有する分子として Ph-BTBT-4O-3 ($\text{R}=\text{C}_4\text{H}_8\text{-O-C}_3\text{H}_7$)、Ph-BTBT-8O-2 ($\text{R}=\text{C}_8\text{H}_{16}\text{-O-C}_2\text{H}_5$)、Ph-BTBT-10O-3 ($\text{R}=\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{-O-C}_3\text{H}_7$) を合成し、その相転移挙動を示差走査熱量測定(DSC)および偏光顕微鏡観察、XRD 測定より評価を行った。さらにゲート電極、ゲート絶縁膜として熱酸化膜 (300nm) 付きシリコンウエハーを基板として、それらの Ph-BTBT 誘導体の多結晶薄膜を液晶相温度でのスピコート法で製膜し、ソースドレイン電極として Au 電極を蒸着することで、ボトムゲート・トップコンタクト型の FET を作製した。素子特性の評価は室温で、移動度は飽和領域における $\sqrt{I_D}\text{-}V_G$ 特性の直線の傾きから見積もった。

結果) 3つの Ph-BTBT 誘導体とも高配向秩序の液晶相であるスメクチック E (SmE) 相を発現した。側鎖構造が短い材料ほど、液晶相温度領域が拡大し、溶解度も向上することが分かった。また、溶媒としてはトルエンよりもアニソールに対する溶解度の向上が見られた。

これらの Ph-BTBT 誘導体を、液晶相温度でのスピコートを行ったところ、どの Ph-BTBT 誘導体においても均一な薄膜が作製できた。特に、Ph-BTBT-4O-3 では、室温で液晶相を発現するために室温製膜で均一な薄膜が得られた。それぞれの多結晶薄膜を用いて作製したトランジスタは、Ph-BTBT-4O-3 では $0.054\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、Ph-BTBT-8O-2 で $0.24\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、Ph-BTBT-10O-3 で $2.5\text{cm}^2/\text{Vs}$ (Figure 参照) と側鎖構造が長くなるほど、移動度が桁で増加することが明らかになった。

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

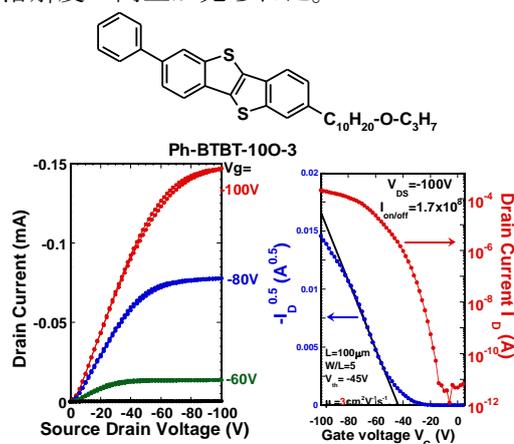


Fig. Chemical structure of Ph-BTBT-10O-3 and output and transfer characteristics.