

モノアルキル置換 Ph-BTBT 誘導体を用いた FET の作製と特性評価 —アルキル鎖長依存性—

Fabrication of FETs with polycrystalline thin films of monoalkyl Ph-BTBT derivatives
and their FET performance -Effect of side chain lengths-

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 Okamura¹, Takayuki Usui¹, Jun-ichi Hanna¹

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

序) 我々は、高秩序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: 図参照) を開発し、液晶薄膜を前駆体として活用することにより、高い均一性と平滑な表面性を有する多結晶薄膜をウェットプロセスで容易に作製でき、得られる多結晶薄膜は 200℃までの高い耐熱性を有し、かつ、短時間の熱アニールにより 10cm²/Vs を超える高い FET 移動度を実現できることを明らかにしてきた [1]。さらに、アニールによる高移動度化が Ph-BTBT-10 の単層構造から 2 分子層構造への結晶構造の変化に起因することを示した[2]。本研究では、モノアルキル置換 Ph-BTBT 誘導体のアルキル鎖長の異なった誘導体の製膜性、薄膜の結晶性を検討し、そのトランジスタ特性に与える影響を検討した。

実験) Ph-BTBT 誘導体はアルキル鎖長が C6 から C14 までの誘導体を合成し、その相転移挙動を DSC および顕微鏡観察より調べた。ペンタフルオロベンゼンチオール(PFBT)処理をした Au ソースドレイン電極を熱酸化膜 (300nm) 付きシリコンウエハー基板上に作製し、その基板上にそれぞれの液晶相温度で Ph-BTBT 誘導体溶液をスピコートすることにより多結晶薄膜を形成し、ボトムコンタクト構造の FET を作製した。トップコンタクト構造の FET では多結晶薄膜上に Au 電極を真空蒸着することにより FET を作製した。作製した FET 素子の特性の評価は、N₂ フロー下、室温で測定し、移動度は飽和領域における $\sqrt{I_D}$ -V_G 特性の直線の傾きから見積もった。

結果) アルキル鎖長の異なる Ph-BTBT 誘導体は、すべて高秩序スメクチック相であるスメクチック E(SmE)相を発現し、降温過程と昇温過程で相転移挙動のヒステリシスが見られた。アルキル鎖長が短い誘導体ほど高い溶解度を示し、冷却過程での結晶化温度も低下する一方、加熱過程での結晶相温度は上昇し、トランジスタ材料として、優れたプロセス適性を示すことが分かった。実際、アルキル鎖長が短い誘導体である Ph-BTBT-6 や Ph-BTBT-8 では室温に近い温度でのスピコートでも均一な多結晶薄膜が形成できる。図に示す通り、作製した FET 特性は、アルキル鎖長が C10 よりも長いものは 10cm²/Vs を超える高い移動度を与えるのに対し、鎖長が短い誘導体ほど移動度は小さくなる傾向が見られた。DSC および XRD 測定結果より、アルキル鎖が短い誘導体ほど結晶化しにくく、その影響で移動度が低く抑えられていることが示唆される。

[1] 飯野、臼井、半那、第 74 回応用物理学会秋季学演会 19a-C5-7 (2013).

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

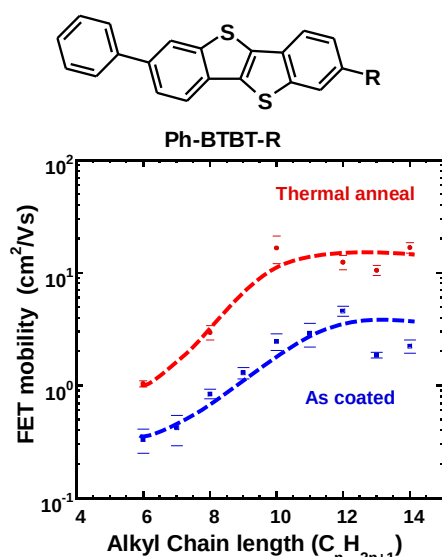


Fig. Chemical structure of Ph-BTBT derivatives and FET mobility as a function of alkyl chain length.