

Ph-BTBT-10 多結晶薄膜の熱アニールによる移動度向上と結晶構造変化 Increased mobility and changed crystal structure of Ph-BTBT-10 polycrystalline thin films by thermal annealing

東工大 像情報, °飯野裕明, 臼井孝之, 半那純一

Imag. Sci. & Eng. Lab., Tokyo Inst. of Tech., °Hiroaki Iino, Takayuki Usui, Jun-ichi Hanna

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

序) 実用的な有機トランジスタ材料には移動度が高いばかりでなく、素子を集積した際にデバイス特性のばらつきが小さく均一性に優れた素子特性を実現でき、また、ウェットプロセスによる素子作製が可能で、保護膜の形成や配線プロセスなどでの熱処理に対する耐性を有することが求められる。我々は、このような要求を満たす材料として高次液晶相を発現する液晶物質の多結晶薄膜材料に注目し、ベンゾチエノベンゾチオフェン誘導体 (Ph-BTBT-10: 図参照) を提案し、その評価を行なってきた。この材料は多結晶薄膜の作製に液晶薄膜を前駆体として利用する[1]ことにより、真空蒸着膜に匹敵する均一性と平滑な表面性をもつ多結晶薄膜を溶液プロセスで作製でき、 $4\text{cm}^2/\text{Vs}$ という高い移動度を示すトランジスタが容易に作製できる。さらに、この多結晶薄膜を 120°C 5 分間の熱アニールを加えることにより、移動度をさらに改善でき、多結晶薄膜にもかかわらず $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ を超える高移動度を有するトランジスタが実現できることを明らかにした[2]。本研究では、熱アニールが移動度の改善にどのような効果を与えているのかを調べるため、Ph-BTBT-10 の多結晶薄膜が熱アニールによる変化を結晶構造解析から検討した。

実験) Ph-BTBT-10 の多結晶薄膜の作製には熱酸化膜つきシリコンウェハー上に、溶媒としてキシレンを用い液晶温度でのスピコート (3000rpm) を行い、その後冷却させることで均一な多結晶薄膜を作製した。また、この多結晶薄膜を 120°C 5 分間ホットステージ上で加熱することで熱アニールを行った。これらのアニール前後での多結晶薄膜を低角の XRD 測定を行った。この多結晶薄膜に Au を蒸着することでボトムゲート・トップコンタクト型のトランジスタを作製し移動度も測定した。

結果) Ph-BTBT-10 多結晶薄膜の低角 XRD 測定結果より、製膜後の多結晶薄膜は 3.4° 付近に Ph-BTBT-10 の分子長 $27\text{\AA}$ に対応したピークが観測される。一方で、 120°C の熱アニールを加えた多結晶薄膜では 3.4° 付近のピークは小さくなり、2 分子長に対応した 1.7° 付近に新たな回折ピークが現れた。この多結晶薄膜を液晶温度である 160°C に加熱、その後急冷すると製膜直後の薄膜と同様な 3.4° 付近のピークのみになり、2 分子長に対応した 1.6° 付近のピークが消失し、その移動度は $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以下まで低下する。液晶薄膜を経由した多結晶薄膜を結晶温度である 120°C での熱アニールを行うことで結晶系が変化し、結晶内での分子の配置が微妙に変化することで、トランスファー積分が上昇し、移動度が $10\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上に達したものと考えられる。

[1] H. Iino and J. Hanna, Adv. Mater., **23**, 1748 (2011).

[2] 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).

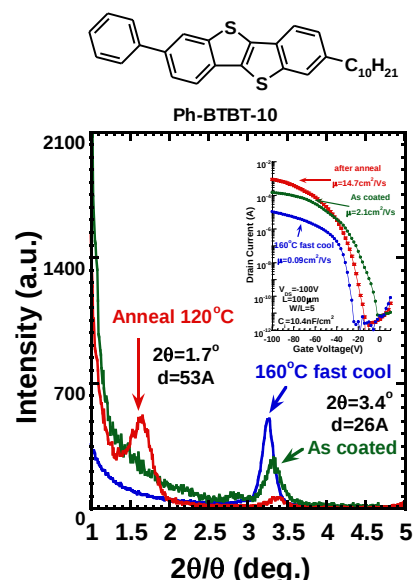


Fig. Chemical structure of Ph-BTBT-10. X-ray diffraction pattern in small angle of Ph-BTBT-10 polycrystalline thin films as coated (green), after thermal annealing at 120°C for 5min (red), and heating at 160°C and fast cooling (blue).