

# 液晶性を用いた有機半導体分子の水平配向多結晶薄膜の作製

## Fabrication of polycrystalline thin films with planarly-oriented organic semiconductor molecules by liquid crystallinity

東工大未来研<sup>1</sup>, <sup>○</sup>(M1) 園田拓海<sup>1</sup>, 半那純一<sup>1</sup>, 飯野裕明<sup>1</sup>

Tokyo Tech.<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Takumi Sonoda<sup>1</sup>, Jun-ichi Hanna<sup>1</sup>, Hiroaki Iino<sup>1</sup>

E-mail: sonoda.t.ac@m.titech.ac.jp

【序論】棒状の液晶性有機半導体は液晶相温度でのスピコート法で基板に対して垂直配向し平坦性の高い均一な多結晶薄膜を作製することができ、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) では高移動度のトランジスタが実現できる[1]。一方で、OLED や太陽電池のような縦型デバイスに利用するには、分子を水平配向させる必要がある。これまで、スピコート法で作製した厚さ 100nm 程度の有機半導体薄膜を Polyvinyl alcohol (PVA) で覆い、低次の液晶相であるスメクチック A や C (SmA や SmC) 相に相転移させることでフェニルナフタレン誘導体 (8-PNP-O4) などの棒状液晶分子を水平配向できることを報告してきた[2]。しかしながら、PVA はガラス転移温度 (T<sub>g</sub>) が約 85℃と低く、本手法を適用できる有機半導体材料が少なかった。本研究では PVA の代わりに約 230℃の T<sub>g</sub> を持つ Poly(methacrylic acid) (PMAA、Fig.1(a)) を用いることで、さらに多くの棒状液晶分子の水平配向した多結晶薄膜の作製を目指した。

【実験】製膜した厚さ 100nm 程度の棒状液晶性有機半導体の多結晶薄膜の上に、スピコート法により PMAA 薄膜 (10wt%水溶液、3000rpm、60 秒間) を製膜し、真空加熱 (50℃、15 分間) によって乾燥させる。その後、低次の液晶相温度で 1 分間加熱し、40℃の超純水で PMAA を取り除いた。偏光顕微鏡観察および X 線回折 (XRD) 測定より配向状態を評価した。

【結果と考察】PMAA 薄膜を製膜し低次の液晶相に加熱することで、Ph-BTBT-10 の多結晶薄膜が垂直配向から水平配向に変化したことを偏光顕微鏡像から確認できた (Fig.1(b))。Ph-BTBT-10 は SmA 相温度が 216℃~223℃であるので[1]、この配向制御の結果は高い T<sub>g</sub> を有する PMAA を使用したことにより実現できており、他の多数の棒状液晶分子も配向制御できる事を示している。以前報告した 8-PNP-O4 の配向制御に関しても、偏光顕微鏡観察および XRD 測定により水平配向制御ができることを確認できている。従来の PVA を用いた場合は基板の 2 割程度の領域しか配向制御できなかったのに対して、今回用いた PMAA では安定して 9 割以上の領域を水平配向制御することに成功した。さらに、作製した薄膜を正孔輸送層として使用し、電子輸送層に Alq<sub>3</sub>、アノードに ITO、カソードに Al の積層構造をとった縦型デバイスの IV 特性では垂直配向に対して水平配向させた多結晶薄膜では電流値が 4 桁程度増加した。

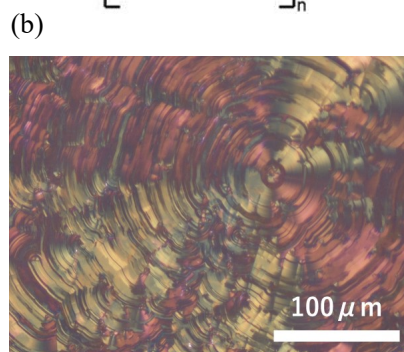
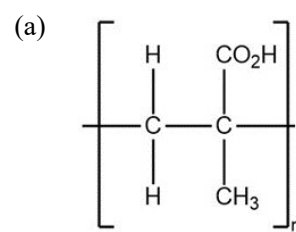


Fig. 1 (a) Chemical structure of PMAA. (b) Texture of planarly-oriented Ph-BTBT-10 molecules observed by polarized optical microscopy.

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

[2] Y. Wang, H. Iino, J. Hanna, *Soft Matter*, **13**, 6499 (2017).