

ヘリンボーン型層状分子配列におけるグレイン境界と 薄膜トランジスタ特性

Grain Boundaries for Layered Herringbone-Type Molecular Packing and Their Effects on Thin-Film Transistor Characteristics with Layered Crystalline Organic Semiconductors

東大院工¹, 日本化薬², 高エネ研³, 産総研⁴,

○荒井 俊人¹, 井上 悟², 熊井 玲児³, 長谷川 達生^{1,4}

Univ. of Tokyo¹, Nippon-Kayaku Co. Ltd.², KEK³, AIST⁴,

○Shunto Arai¹, Satoru Inoue², Reiji Kumai³, Tatsuo Hasegawa^{1,4}

E-mail: arai@ap.t.u-tokyo.ac.jp

最近、高い層状結晶性を示す分子材料を用いて、超極薄かつ高性能な有機半導体単結晶薄膜の構築が可能になったことが明らかになってきた。特に Ph-BTBT-C_n 等のパイ電子骨格の片側をアルキル置換した非対称分子は、分子層内のヘリンボーン型分子配列構造と、層間方向に非対称分子が互い違いに配列した特徴的な2分子膜構造を示し、これら配列構造が高次液晶相の発現と深く関連するなど、材料科学的に非常に興味深い対象となっている。これまでに、長さの異なるアルキル基を持つ2種の分子を混合した製膜により、厚みが単一ユニットのみに限られた単層2分子膜を、ウェハースケールの大面積にわたって再現性よく得ることが可能なことを報告した[1]。これら薄膜は、クロスニコルによる明瞭なドメイン境界が観察されるにも関わらず、高均質な連続膜が得られ、多結晶でも特性がほとんど劣化しない。今回、このようなドメイン境界を内在する2次元分子配列構造の構築に焦点をあてた検討を行った。

まず、層状結晶性材料として Ph-BTBT-C_n を用いた単層2分子膜トランジスタを作製し、層内ヘリンボーン型分子配列 (Fig. 1(a)) にもとづく異方的なトランジスタ特性を調べた (Fig. 1(b))。線形領域におけるデバイス移動度の異方性は結晶の *b* 軸側で最大となり、*a* 軸方向での値の1.5倍程度となった。このように結晶配向に依存したトランジスタ特性が、結晶グレイン境界で変調される様子を明らかにするため、様々な結晶グレイン境界を持つ単層2分子膜をブレードコート法により構築し(Fig. 2)、各グレイン内分子配向を薄膜 X 線回折により調べた。講演では、グレイン境界を構成する分子の配向状態や、グレイン境界を含む薄膜トランジスタ特性と分子配向の関係について議論する。 [1] S. Arai *et al.*, *Adv. Mater.* **30**, 1707256 (2018).

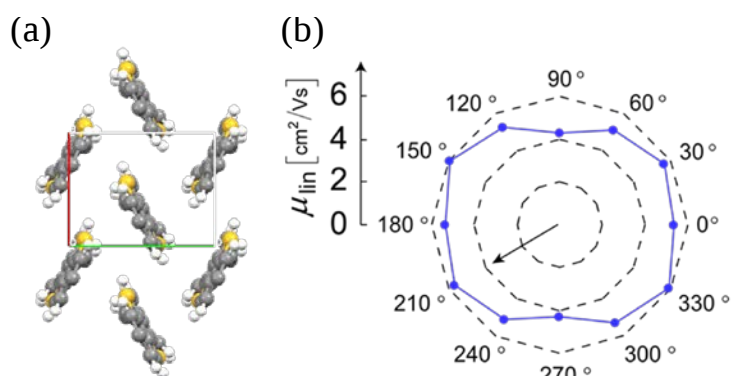


Figure 1. (a) Intra-layer herringbone molecular packing of Ph-BTBT-C₆, (b) Measured field-effect mobility at linear regime ($V_D = -10$ V) is plotted as a function of angular orientation.



Figure 2. Crossed-Nicols polarized micrographs of the fabricated single molecular bilayer. Scale bar is 1mm.