力学物性で読み解く層状結晶性有機半導体の結晶化挙動

Crystallization Behavior in Layered Crystalline Organic Semiconductors as Decoded by Nanomechanical Properties

東大工 [1]，東工大物質理工 [2]　○(M2)宮田 稜 [1], 井上 悟 [1] 中嶋 健 [1,2], 長谷川 達生 [1]
U. Tokyo[1], TIT[2], ◦(M2) Ryo Miyata [1], Satoru Inoue [1], Ken Nakajima [1,2], Tatsuo Hasegawa [1]
E-mail: miyata@hsgw.t.u-tokyo.ac.jp

拡張π電子骨格と長鎖アルキル基の連結により得られる有機半導体は、分子の非対称性に由来した二分子膜構造を取ることで層状結晶性を著しく増強し、TFT 構築に適した優れた２次元半導体輸送特性を実現する。しかしこれらの実用化に必須となる多結晶薄膜は、各種溶液法とアニール処理の組み合わせにより得られるものの、その製膜過程の最適化は容易でない。これは分子が二分子膜構造へと秩序化していくプロセスはきわめて複雑であり、多結晶薄膜内でこれらを実験で捉えることも容易でないためである。本研究では、原子間力顕微鏡（AFM）が有する拡張機能に着目し、薄膜の微細構造秩序評価を行った。AFM は、試料の凹凸像の測定だけではなく、探針と試料の接触過程において探針が貯蔵／散逸する力学エネルギーの評価が可能である。今回、散逸の割合を表すロスタンジェント (tanδ) [1] をマッピングすることにより、層状有機半導体の多結晶薄膜の秩序化過程の一端を捉えたので報告する。

多結晶薄膜の作製は、2-C8-BTNT [2] (図 a) をアニソールに溶解させた半導体溶液を用いて、シリコン基板上への室温でのスピンコートと 120℃の熱アニール処理により行った。これまでに、製膜直後は準安定な単分子膜構造を取るものの、5 分以上の熱アニール処理により、薄膜内の大部分が二分子膜構造に転移（図 b）することが明らかになっている。加熱時間 1 分の条件で作製した薄膜について、AFM による表面形状と tanδ 像の測定結果を図 c, d に示す。結果、tanδ が大きく変化するマルチドメイン構造が見られ、かつそのドメイン構造は表面形状には依存しないことが明らかになった。この tanδ 像に見られるコントラストは、二分子膜構造への転移に必要な十分なアニール処理後には観測されないことから、分子の秩序化過程を捉えたものと考えられる。講演では、tanδ 像に見られるマルチドメイン構造が示す物理的な背景に関し、層状結晶性有機半導体の配向秩序と力学的散逸の相関の観点から議論する。

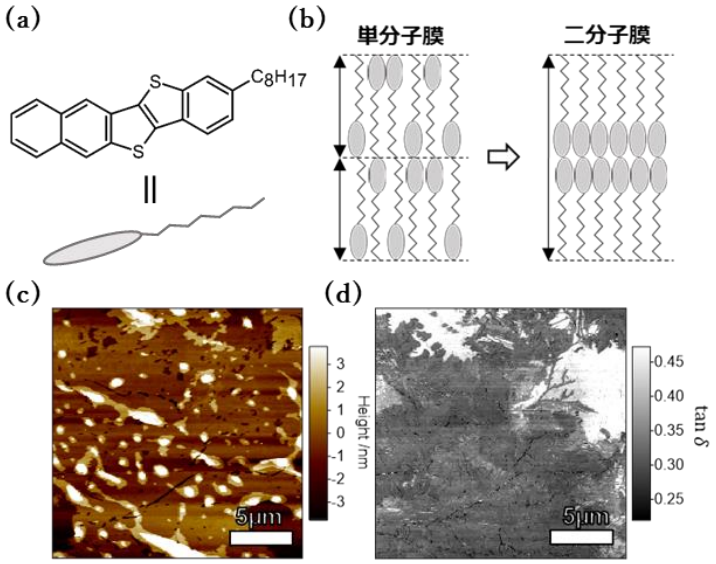

Fig. (a) Chemical structure of 2-C8-BTNT. (b) Schematic images of monolayer/ bilayer structure. (c) Surface topography and (d) loss tangent images measured by AFM.

[1] R. Proksch, *et.al.* Appl. Phys. **119**, 134901 (2016).

[2] S. Inoue, *et.al.* Chem. Sci. **11**, 12493 (2020).

© 2022年 応用物理学会