

単層 DPh-DNTT の 2 次元アイランドにおける異方性

Anisotropic characteristic of monolayer two-dimensional islands of DPh-DNTT

神戸大学大学院工学研究科 [○]服部 吉晃, 木村 由斉, 北村 雅季

Kobe University, [○]Yoshiaki Hattori, Yoshinari Kimura, and Masatoshi Kitamura

E-mail: hattori@eedept.kobe-u.ac.jp

近年, Dinaphthothienothiophene (DNTT)やその誘導体は高いキャリア移動度と安定性を有することから電界効果トランジスタ材料として注目されている. しかし, これらの多結晶薄膜においては, グレインの分子配向や結晶粒界がデバイスの性能に影響を与えることから[1], 薄膜の成長機構の解明と制御を行うことが重要である. そこで, 本研究では分子配向の可視化を目的として, 真空蒸着法によって基板上に Diphenyl (DPh)-DNTT の単層二次元核を成長させ, 偏光顕微鏡により観察した.

サンプルは熱酸化シリコン基板の表面を蒸着前に約 3 nm, フッ化水素酸によってエッチングを行い, 基板温度を 185 °Cにして, $\sim 1 \times 10^{-4}$ Pa の減圧下, 0.05 Å/s の蒸着速度で, DPh-DNTT を昇華させて, 単層二次元核を基板上に成長させた[2]. 図 1(a)に光学顕微鏡の暗視野像を示す. 挿し絵に示した AFM の高さ像からも平坦な二次元核が確認できる. また, 二次元核の形は, 長軸と短軸を持ったフラクタル構造であり, 基板上に無秩序に配向している. 図 1(b-d)は同じ場所を偏光顕微鏡のクロスニコルを用いて観察した画像である. 白色光下で得られる画像は色のコントラストが弱く, 結晶がはっきりと見られなかったため, 画像処理によってコントラストを高め, 最終的に 8 ビットのモノクロ画像に変換した. 図 1(b)はアナライザーとポラライザーが直交するように配置して得られた画像であるが, 一部の二次元核が基板より暗くなっている. 一方, ポラライザーをわずかに $\alpha = \pm 5^\circ$ だけ回転させると, 図 1(c, d)に示すように, 基板の色に対し, 一部の核が明るくなり, コントラストが $\alpha = 0^\circ$ のときより上がる. また, それらの明暗はポラライザーの回転角度により逆転することが確認できる. そこで, 黒を 0, 白を 255, 基板の色の平均値を基準値 I_0 として, 100 個以上の二次元核の色(I)を分析した. 図 2 に図 1(a)中で定義した核の長軸の角度 θ に対するコントラストを示す. 縦軸の値が高いほど黒い粒子を示す. $\alpha = 0^\circ$ では 90° 間隔で消失位が見られるが, $\alpha = \pm 5^\circ$ では, $\theta = \pm 45^\circ$ で二次元核の明暗が強くなっている. 図中の実線は二次元核を光学的異方性結晶と見なして計算を行った解析解であるが[3], 長軸方向と短軸方向の光の吸収係数に異方性を持たせたときのみ実験結果と一致した. 以上の結果から, DPh-DNTT の二次元核は高い秩序で分子が基板上に立ち並び, 優先成長方位をもって形成したと考えられる.

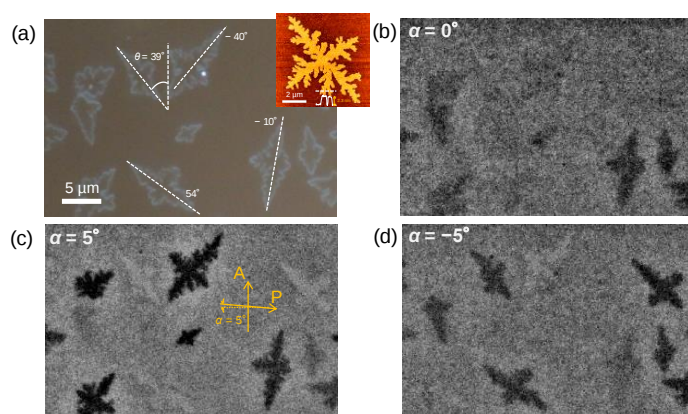


Fig. 1 Dark-Field optical microscopy image (a) and polarizing microscopy images with cross nicols (b-d). The polarizer is slightly rotated from the regular position (c, d). The inset of (a) is AFM image.

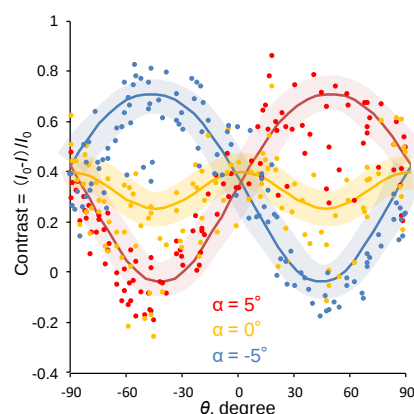


Fig. 2 Color contrast depends on the rotation of 2D islands. The solid lines are theoretical curves.

【謝辞】本研究は文科省卓越研究員事業, JSPS 科研費 (19H02171, 19K15048, 17H06229), 日立金属・材料科学財団, 中部電気利用基礎研究振興財団, および川西記念新明和教育財団の支援により行われた. DPh-DNTT は日本化薬株式会社より提供を受けた.

【参考文献】 [1] T. Chu and Y. Liu, *Org. Electron.*, **53**, 165 (2018). [2] Y. Hattori, *et al.*, *Org. Electron.*, submitted. [3] 坪井誠太郎, 偏光顕微鏡, 岩波書店 (1959)