

半導体ナノシート液晶の外場による構造制御

(九工大院工¹, 東農工大院BASE²) 毛利 恵美子¹, 南野 佳宏², 中戸 晃之¹

【はじめに】 無機層状結晶には、層間に溶媒等を取り込んで膨潤し、層が剥離して厚さ約 1 nm のシート状ナノ粒子 (ナノシート) を生成するものがある。無機ナノシートのコロイド分散体は、ナノシート濃度が高いとシートが自発的に配向して液晶を形成する。一方、液晶は外場により容易に配向する。我々は、層状ニオブ酸塩から生じるナノシート液晶の電場配向について検討し、ナノシートはシート表面と電場とが平行に配向することを明らかにした [1]。この性質を利用し、電場とさらに別の外場を用いることで、電場で配向したナノシートがさらに集合した高次構造の形成が期待できる。本研究では、電場に加えて重力を利用し、半導体ナノシート液晶の高次構造の形成を検討した。

【結果と考察】 まず、外場印加前のナノシート液晶の構造について検討した。偏光顕微鏡像 (Fig. 1a) には、複屈折性のスポットが比較的疎に見られる。しかし蛍光顕微鏡像 (Fig. 1d、グレースケール化してある) からは、ナノシートが視野全体に存在していることがわかる。これらより、ナノシートは多くが基板と平行に存在し (偏光顕微鏡の暗部)、一部が基板と垂直に存在している (偏光顕微鏡の明部) ことがわかる。

一方、蛍光顕微鏡像の発色の濃淡から、200 μm 程度の幅をもつドメインが集合していることが読み取れる。ドメインの境界線は、偏光顕微鏡像複屈折部の外周や部内の欠陥線と一致している。これらより、複屈折部は液晶の転傾に対応し、転傾線に沿ってシートの垂直配向が起きていると結論される。

ナノシート液晶に電場と重力を印加すると、これらの相対的な印加方向の違いにより、異なる組織構造を形成した。偏光顕微鏡観察像には、電場印加方向によって共通して複屈折を示す領域の増加が見られた (Fig. 1b, c)。これはシート表面と電場とが平行に配向し、基板に垂直に配向したナノシートが増加したことを意味する。電場と重力が平行な場合は、電場により配向したナノシートの組織が格子状に配列したテクスチャが形成され (Fig. 1b)、電場と重力が垂直な場合は、電場により配向したナノシートの組織が重力によって配列して縞状のテクスチャが形成された (Fig. 1c)。

以上のように、電場と重力を利用することで、電場で集合したナノシートをさらに配列させた高次構造を形成させることができた。

【参考文献】 Nakato, T.; Nakamura, K.; Shimada, Y.; Shido, Y.; Houryu, T.; Iimura, Y.; Miyata, H. *J. Phys. Chem. C*. 2011, 115, 8934-8939.

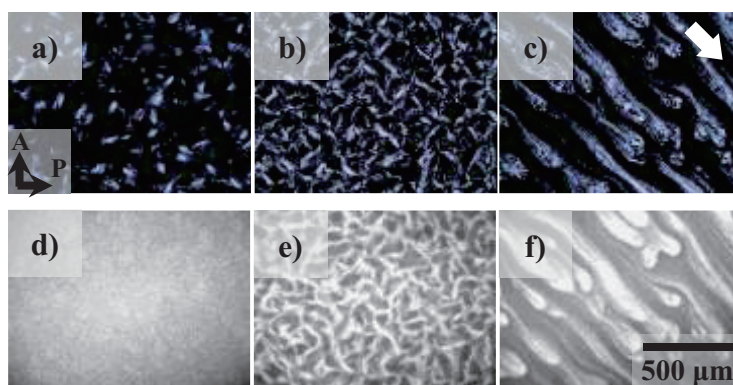


Fig. 1 (a-c) Polarized and (d-f) grayscale fluorescence optical microscope images of semiconductor nanosheet liquid crystals before (a, d) and after (b-c, e-f) the application of electric field (E) in gravity (g). (b, e) $E // g$, (c, f) $E \perp g$, [niobate] = 5 g L⁻¹, [Ru(bpy)₃²⁺] = 5 × 10⁻⁵ mol L⁻¹