

真空蒸着 PTCDI-C8 薄膜における巨大グレイン成長

Giant grain growth of vacuum-deposited PTCDI-C8 thin films

東北大院工¹, 高輝度光科学研セ²

○(M1)高川 佑輔¹, 丸山 伸伍¹, 小金澤 智之², 松本 祐司¹

Tohoku Univ.¹, Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)².

○Yusuke Takagawa¹, Shingo Maruyama¹, Tomoyuki Koganezawa², Yuji Matsumoto¹

E-mail: yusuke.takagawa.q4@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】有機薄膜電界効果トランジスタにおいて、結晶粒界はキャリアの移動度を低下させる要因の一つであることから、グレインサイズを大きくすることが重要である。有機半導体の製膜によく用いられる真空蒸着法では、基板温度を高くする、あるいは蒸着速度を遅くする等の方法で熱平衡状態に近づけるアプローチがこの目的に有効である。この観点から、分子が基板に付着しなくなる再蒸発温度の近傍では、入射分子と蒸発分子の吸脱着速度がほぼ等しく、熱平衡に近い状態が実現され、かつ基板上での分子拡散が最大となるため、その系で最も大きなグレインサイズが得られることが期待される。そこで、一枚の基板上で温度を系統的に変化させた温度傾斜法を用いて、N,N'-Diocetyl-3,4,9,10-perylenedicarboximide(PTCDI-C8)について再蒸発温度を含む広い温度範囲でのグレインサイズに対する製膜温度依存性を調べた。

【実験】基板ホルダの片側をヒータで加熱し、もう一端を水冷することで70°Cから300°Cの温度傾斜を設けたSiO₂/Si(100)基板上に、赤外レーザー蒸着法を用いてPTCDI-C8を1 Å/sで100 nm製膜した。薄膜の表面形態を光学顕微鏡および原子間力顕微鏡(AFM)により観察した。また、マイクロビーム斜入射X線回折(GIXD)測定(SPring-8 BL46XU)により、結晶構造を調べた。

【結果と考察】Fig.1に薄膜の偏光顕微鏡像とAFM形状像を示す。150°C以下において顕微鏡レベルではグレインが見えないが、それ以上では温度と共にサイズが増大し、190°C付近で数百μmに及ぶ巨大なグレインが観察された。また、この巨大グレインは回転による多色性を示すことから、1つ1つが単結晶であることが示唆された。さらに、AFMから巨大グレインの表面では分子ステップが観察され比較的平坦であることが分かった。Fig.2に、顕微鏡から見積もったグレインサイズとGIXD測定によって得られた(111)回折ピーク強度の製膜温度依存性を示す。グレインサイズが数百μmオーダーになる150~240°Cにおける回折強度の振動は、X線照射領域と同等の大きさのグレインが成長した結果生じる特徴的な現象である。さらに高温における回折強度の減少は再蒸発によるもので、光学顕微鏡観察とも一致している。発表ではこのような巨大グレインの成長過程及び成長メカニズムについても議論する。

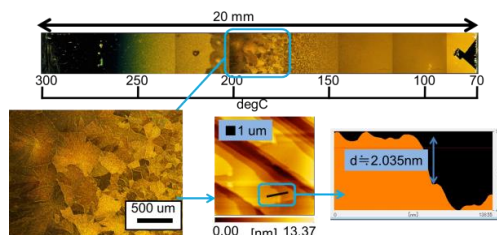


Fig.1 : Polarized optical microscope images and AFM image (1 μm sq.)

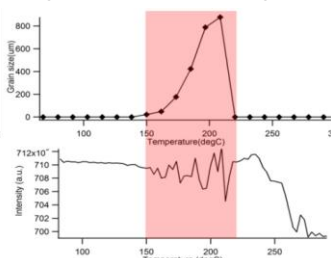


Fig.2 : Temperature dependence of the grain size and XRD peak intensity.