

ナノインプリント法により高分子基板表面に形成した 表面微細周期構造の斜入射小角 X 線散乱 (GI-SAXS) 法による評価

篠原貴道¹、白波瀬朋子²、村上大樹^{2,3}、星野大樹^{2,3}、小池淳一郎⁴、堀米 操⁴、高原 淳^{1,2,3}
¹九大院工、²九大先端研、³JST, ERATO、⁴DIC

【緒言】ナノインプリント (NIL) 法とは、凹凸を有するモールドを材料表面に押し付けそのパターンを材料表面に転写する表面微細加工法である。本手法は簡便かつ低コストで高分子材料へのパターニングが可能であるため、様々な分野 (バイオデバイス、光学デバイス等) への応用が期待されている。しかしながら、NIL により高分子材料表面に形成した微細構造の非破壊での精密構造評価法は確立されていない。ここで、非破壊での表面微細周期構造の評価法として斜入射小角 X 線散乱測定 (GI-SAXS) が挙げられる。GI-SAXS の光源として放射光を用いると、その優れた単色性や高輝度といった性質により高分解能、短時間での測定が可能となる。本研究では、ポリ乳酸 (PLA) フィルムに対し NIL 法による表面微細周期構造の形成を行い、その構造評価を GI-SAXS に基づき行った。

【実験】PLA として LACEA H280 ($T_g = 331$ K、D 体含有率 12 %) を用いた。PLA のクロロホルム溶液 (ポリマー濃度 5wt%) を、スピンドーターを用いて 1000 rpm、10 sec の条件で Si 基板の上に塗布し膜厚約 800 nm の PLA 薄膜を製膜した。表面微細周期構造を形成するため PLA 薄膜に対し線幅 100 nm の Line/Space (LS) パターンのモールドを用いた NIL を行った。NIL 条件は、押付温度 80 °C、押付圧力 20 MPa、押付時間 180 sec とした。形成した表面微細構造評価は大型放射光施設 SPring-8 BL03XU を用いた GI-SAXS に基づき行った。GI-SAXS 測定条件は X 線の波長 0.1 nm、視斜角 0.08°、カメラ長 1171 mm、検出器 II-CCD とした。

【結果、考察】Fig. 1 に、NIL 法により表面微細構造を形成した PLA フィルム (NIL_PLA) およびモールドの GI-SAXS 像を示す。それぞれ表面形状を反映した異方的な回折像を観測した。ここで、NIL_PLA に関してパターンに対し平行に X 線が入射されていないため、同心円状の回折がみられた。得られた二次元回折像において yoneda wing 上の In-plane 方向のライン強度プロファイルを求め、構造体のサイズ評価を行った。NIL_PLA に関して、明瞭なピークが高次まで観測され、表面微細構造の高い規則性が確認された。また、ピーク位置及び間隔より、構造体の周期は 207 nm と算出された。同様に、モールドの周期構造の評価を行ったところ高次のピークまで観測され、その構造体の周期は 207 nm であった。これは、NIL_PLA の周期構造とよく一致しており、GI-SAXS によりモールドおよび高分子材料上に形成した微細構造の精密評価が可能であることを示している。

今後、更なる解析を行いパターンの深さやエッジ部位の寄与を考慮して評価する予定である。

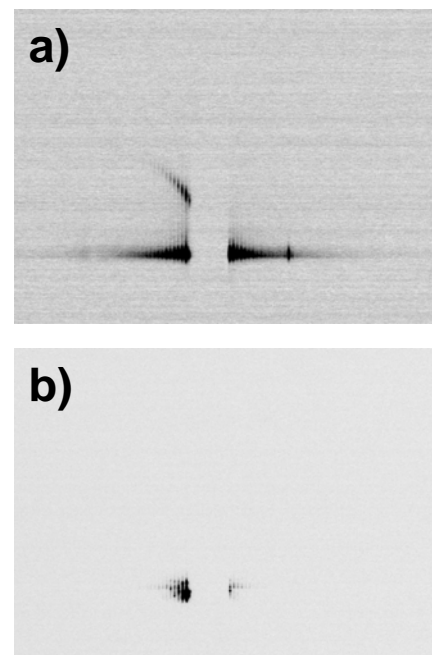


Fig. 1. Two dimensional GI-SAXS patterns. a) NIL_PLA and b) mold with LS100 nm.