走査プローブ顕微鏡を用いたポリ L 型乳酸の結晶相と圧電性の評価

Evaluation of Phase and Piezoelectricity in Poly (L-lactide) film using Scanning Probe Microscopy

1 東理大理工 2 関西大院，○宝田　隼 [1]，掛村　賢吾 [1]，古川　昭雄 [1]，田實　佳郎 [2]

1Tokyo Univ. of Science, ◦Jun Takarada, Kengo Kakemura, Akio Furukawa

E-mail: takarada@rs.tus.ac.jp

【はじめに】 近年走査プローブ顕微鏡(SPM)を用いて強誘電体の単結晶薄膜の微視的な物性計測からその結晶構造を解明する研究が進んでいる[1]．また SPM を用いた生体高分子の圧電応答(PFM)像の観察から組織機能の解明が行われている[2]．そこで我々は圧電高分子の一種であるポリ L 型乳酸(PLLA)の結晶構造と圧電性の評価を SPM により試みた．結晶化温度を変化させて，それぞれの形状及び局所的な圧電性を観察した．

【実験方法と結果】 Au/ガラスプレート基板上にメチルエチルケトンに溶かした濃度 1%の PLLA 溶液を滴下し，スピンコート法により 1500 rpm, 30 sec の条件で成膜した．薄膜を温度 190°C で一度溶融し，その後，80, 105 及び 140°C にて 1 時間熱処理することで結晶化させた．SPM を用いて 80, 105 及び 140°C にて熱処理したときの 20 μm 四方の凹凸像をそれぞれ図 1(a),(b)及び(c)に示す．すべての温度に対して針状の結晶子が成長していることが見て取れる．しかし，105°C にて結晶化させた凹凸像(図 1(b))は，球晶のように成長し，球晶の界面が存在していることが確認できる．PLLA は熱量分析や X 線回折の結果より結晶化温度 100°C 以下において無秩序型のα'相，120°C 以上において秩序型のα相が形成されることが知られている[3]．このことから，80°C(図 1(a))ではα'相のみが成長し，140°C(図 1(c))ではα相のみが成長するが，105°C(図 1(a))両相が混在し，α相球晶とα'相球晶の界面が明確になると考えられる．秩序型のα相において，X 線回折の強度が大きくなり，結晶の割合が多いことを確認したため，140°C にて熱処理した薄膜の面内圧電応答を取得した．2 um 四方の凹凸像及び PFM 像を図 2 に示す．針状結晶子の形状に応じて応答していることがわかる．特に結晶子の長軸を境界に応答の方向が反転している．これは面内のずり変位を表しており，ずり圧電性を有する PLLA の特徴と言える．発表では結晶化温度による圧電応答の違いから結晶相の違いについても議論する予定である．

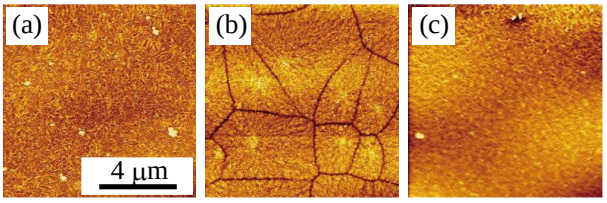

図 1 ポリ L 型乳酸(PLLA)薄膜の結晶化温度による表面形状の違い 結晶化温度(a) 80°C, (b) 105°C, (c) 140°C

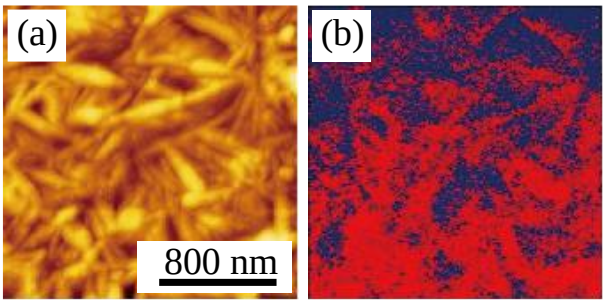

図 2 PLLA 薄膜の(a)凹凸像と(b)PRM 像

[1] D. Xue et al., Chemical Physics Letters, 377 (2003) 475.

[2] S. V. Kalinin et.al., Jpn. J. Appl. Phys., 46 (2007) 5674.

[3] J. Zhang, et al., Macromolecules, 41 (2008) 1352.

© 2016年 応用物理学会