

圧電応答顕微鏡を用いた P(VDF-TrFE) のナノスケール分極操作

Domain Switching of P(VDF-TrFE) using Piezoelectric Response Microscopy

東理大理工, °宝田 隼, 佐藤 宙樹, 古川 昭雄

Tokyo Univ. of Science, °Jun Takarada, Hiroki Sato, Akio Furukawa

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

【はじめに】 近年圧電応答顕微鏡(PRM)を用いて強誘電体結晶の分極反転をナノスケールに操作する研究が進んでいる^{[1], [2]}. これらにより強誘電体メモリ微細化・異方性エッチングによる微細3次元構造形成が期待されている. また PRM を用いた生体高分子の圧電像の観察から組織機能の解明が行われている^[3]. そこで我々は PRM を用いて強誘電性高分子である P(VDF-TrFE) の分極をナノスケールで操作することを試みた. これにより強誘電高分子の分極機構の解明, フレキシブルかつ薄膜化が容易である高分子の特徴を生かしたアプリケーションの開発が期待できる.

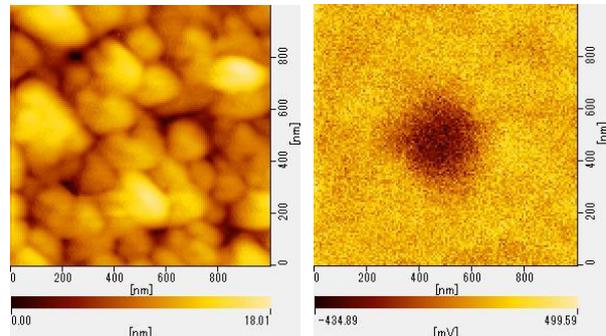
【実験方法と結果】 P(VDF-TrFE) はガラスプレート上に濃度 2% の溶液を滴下し, スピンコート法により 2000 rpm, 30 sec の条件で成膜した. 薄膜を温度 140°C で 30 分間熱処理することで結晶化させ, 圧電性が発現する条件とした. 熱処理後に原子間力顕微鏡(AFM)を用いて得られた凹凸像を図 1(a) に示す. 薄膜をナイフによりカットし, AFM によりその厚さを計測し, 約 80 nm の薄膜を得た. 図 1(a) において中央の位置に先端半径 50 nm のカンチレバーに置き, 試料を走査させずに直流電圧 10V, 1 sec を印加した. その後交流電圧(振幅 2V)を印加し, 1×1 μm の範囲で走査し, その圧電変位応答を観察した. その PRM

像を図 1(b) に示す. 濃く示された領域は正の電圧印加に対して凹む(負の電圧に対しては出っ張る)応答を示しており, 本分極操作に対応する領域である. その半径は約 100 nm である. さらに直流電圧の印加時間を変化させてその PRM 像を観察した. 印加時間に対する分極半径を図 2 に示す. 印加時間を変化させることで分極半径をナノスケールで制御できることを確認した. 発表では薄膜表面にかかる電界の垂直成分をカンチレバーの真下から半径方向に対して理論的に見積もった結果との整合性や分極半径の電圧依存性についても報告する.

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

[2] 林他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, 2013, 18a-P1-5.

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



(a) 形状像

(b) 圧電応答像

図 1 ナノスケール分極域観察

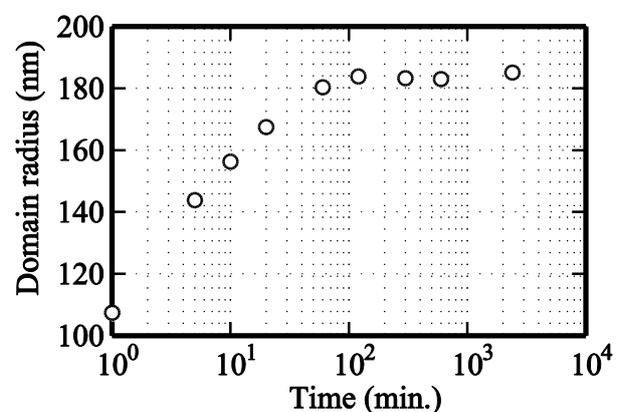


図 2 電圧印加時間に対する分極半径