正圧電効果による強誘電ドメインの観察

Observation of Ferroelectric Domain Structure by Direct Piezoelectric Effect

°苅谷 健人、吉村 武、藤村 紀文（阪府大院工）

°K. Kariya, T. Yoshimura, N. Fujimura (Graduate School of Engi., Osaka Pref. Univ.)

E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

[はじめに] 圧電応答力顕微鏡(PFM)は、強誘電体薄膜のドメイン構造観察や微小領域からの逆圧電応答の評価に有用であり、多くの研究で用いられている。PFM における逆圧電応答には、内因的効果に加えて外因的効果や電歪効果なども積算され、定量性については多くの議論がある [1]。また最近、絶縁体に電荷が打ち込まれることでも圧電応答に類似した結果が出るという指摘もある [2]。我々は、センサや振動発電応用では正圧電効果を用いた圧電特性評価が必要であること、正圧電効果では電歪などの他の成分の影響を受けにくいことを報告してきた。そこで、本研究では走査プローブ顕微鏡(SPM)を用いた新しい圧電応答評価方法として、カンチレバーから試料に歪を加えることで得られる微視的領域からの正圧電応答を用いて分極ドメイン構造を観察することに取り組んだ。

[実験及び結果] $Pb(Zr,Ti)O_3$ 薄膜に Rh コートした 17 N/m の剛性を有する導電性 SPM プローブを接触させた状態で、ピエゾスキャナに 11 kHz, 10 V の励振電圧を印加し、試料を縦振動させた。フォトディテクタで検出したカンチレバーのたわみ量から、$Pb(Zr,Ti)O_3$ 薄膜に加えられた歪量を見積もると 0.6 mS であった。$Pb(Zr,Ti)O_3$ 薄膜の圧電応力定数 $e_{33,f}$ を 10 C/m^2、プローブと試料の接触領域の半径を 50nm と仮定し、上記の測定条件から正圧電応答の大きさを見積もると 3.4 pA となり十分検出可能であることがわかった。励振電圧を Ref 信号として、正圧電効果により誘起された電流をロックインアンプで計測することで正圧電応答分布を画像化した。

試料の表面形状、面外方向の逆圧電応答及び正圧電応答の位相像の結果を Fig.に示す。表面形状(a)と逆圧電応答像(b)の結果から、およそ 0.2 - 0.3 μm のグレインと、それに対応した分極ドメインが存在していることが分かる。正圧電応答像(c)においても逆圧電応答像(b)と類似したドメイン像が得られており、本手法による観察が可能であることを示すことができた。講演では、定量的な評価の可能性についても詳細に議論する。

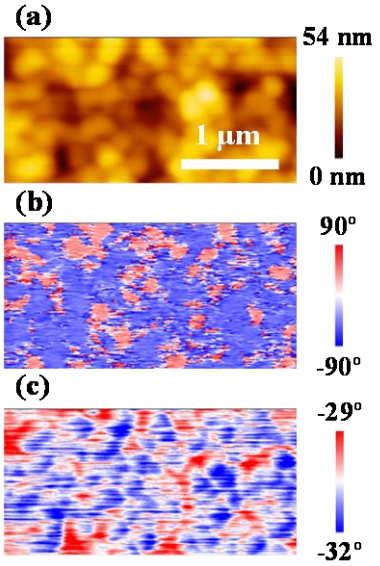

Fig. (a) Surface morphology, and phase images of vertical piezoresponse by (b) converse and (c) direct effects.

【謝辞】 本研究は NEDO 平成 23 年度先導的産業技術創出事業の支援を受けている。

【参考文献】 1) R. Nath et al., Appl. Phys. Lett. **96**, 163101 (2010).

2) N. Balke et al. ACS Nano **8**(10), 10229 (2014).

© 2015年 応用物理学会