

面内分極軸優先配向 Pb(Zr,Ti)O₃ 薄膜のドメイン構造

Domain structure of dominantly in-plane-polarized Pb(Zr,Ti)O₃ thin film

○一ノ瀬大地¹, 江原祥隆¹, 清水荘雄¹, 坂田修身^{1,2,3}, 山田智明^{4,5}, Alexei Gruverman⁶, 舟窪浩¹

(¹東工大, ²NIMS, ³Spring-8, ⁴名大, ⁵PRESTO, ⁶ネブラスカ大)

○Daichi Ichinose¹, Yoshitaka Ehara¹, Takao Shimizu¹, Osami Sakata^{1,2,3}, Tomoaki Yamada^{4,5}, A.

Gruverman⁶ and Hiroshi Funakubo¹

(¹Tokyo Tech, ²NIMS, ³Spring-8, ⁴Nagoya Univ., ⁵PRESTO, ⁶Univ. Nebraska)

【緒言】

Pb(Zr,Ti)O₃ (PZT)は代表的な強誘電体および圧電体材料であり、強誘電体メモリや MEMS などに幅広く応用されている。{100}配向した正方晶 Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃(PZT)薄膜は、(100)/(010)配向は(100)配向(面内分極ドメイン: *a* ドメイン)及び(001)配向(面外分極ドメイン: *c* ドメイン)で構成されており、そのドメイン構造は、特性を大きく左右する。また、このドメイン構造の変化は電界印加 (ポーリング処理や電界印加下)により大きくことなることが知られている¹⁾。しかし電界印加下のドメイン構造変化は、μm オーダーの厚膜では報告例が多いものの、30nm 以下の薄膜での報告例は少ない。今回我々は、膜厚約 30nm の(100)優先配向した PZT 薄膜において、電界印加によるドメイン構造変化を観察した。さらに、ドメイン構造変化はチップからの応力印加でも起きることが知られており²⁾、応力印加による変化も合わせて検討したので報告する。

【実験】

膜厚 30 nm の Pb(Zr_{0.05}Ti_{0.95})O₃ 薄膜を(Ba,Sr)RuO₃/(100)KTaO₃ 基板上に作製した。面内の引張歪を利用して、(100)優先配向 PZT 薄膜を作製した。

作製した薄膜のドメイン構造解析は、XRD と圧電応答顕微鏡(PFM)を用いて行った。電圧印加後のドメイン構造観察は、Pt 上部電極を電界印加後に剥がすことで行った。

【結果】

Fig. 1 に 10V を印加した前後の面直の PFM 像を示す。電圧印加前は、*a/a* ドメイン構造で主に構成され、*a/c* ドメイン構造も存在することが確認できる。これに対し、電圧印可後は *a/c* ドメイン構造の面積が増加しているのが確認できる。XRD でも電界印加によって *c* ドメインの体積分率(*V_c*)が約 18%から約 38%に増加していることが確認された。*PFM* で求めた *V_c* の値は、XRD の結果とほぼ一致しており、*PFM* で観察されたドメイン構造変化は、膜全体に起こっていると考えられる。

Fig. 2 にスキャン時のカンチレバーのたわみ量を変化させたときの面直の PFM 像を示す。たわみ量を増加させると、*a/a* ドメイン構造が *a/c* ドメイン構造に変化していることが確認できる。この結果は、応力印加でもドメイン構造変化が起きることを示している。

【参考文献】

- 1) G Le Rhun *et al.*, Nanotechnology, 17, 3154 (2006).
- 2) H. Lu *et al.*, Science, 336, 6077 (2012).

【謝辞】本研究の一部は科研費(JSPS)(15H04121, 26220907, 16J10098)で行われた。

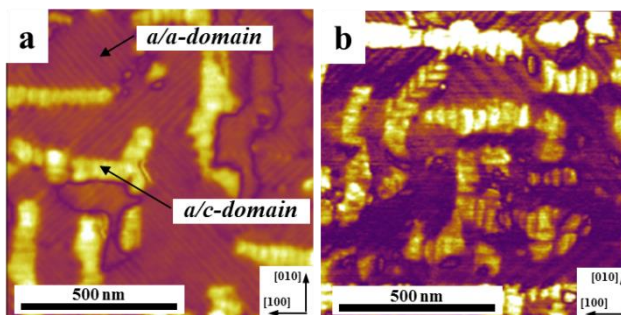


Fig. 1 Vertical amplitude PFM images of PZT thin films grown on (Ba,Sr)RuO₃/(100)KTaO₃ substrates after applying voltage of (a) 0 V and (b) 10 V.

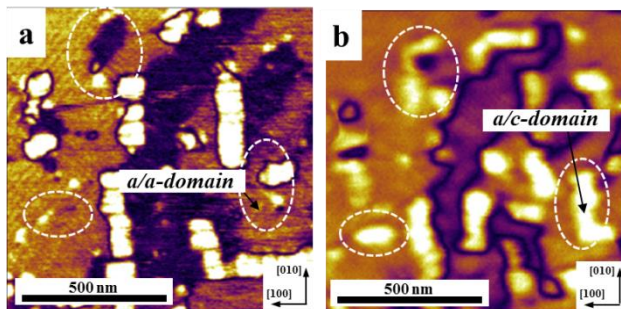


Fig. 2 Vertical amplitude PFM images of PZT thin films grown on (Ba,Sr)RuO₃/(100)KTaO₃ substrates after measured under deflection of (a) 78 and (b) 620 nN.