{100}, {111}配向 Pb(Zr, Ti)O_3ナノロッドのドメイン構造とそのサイズ依存性

Domain structure in {100}- and {111}-oriented Pb(Zr,Ti)O_3 nanorods and its size dependence

○山田 智明[1,2]、伊藤大介[1]、坂田修身[3,4]、黒石隼輝[5]、生津資大[5]、清水荘雄[4]，舟窪浩[4]，吉野正人[1]，長崎正雅[1]

（1. 名古屋大，2. JST さきがけ，3. 物質・材料研究機構，4. 東工大，5. 兵庫県立大）

°T. Yamada[1,2], D. Ito[1], O. Sakata[3,4], J. Kuroishi[5], T. Namazu[5], T. Shimizu[4], H. Funakubo[4], M. Yoshino[1], and T. Nagasaki[1]

(1. Nagoya Univ., 2. JST-PRESTO, 3. NIMS, 4. Tokyo Tech., 5. Univ. Hyogo)

E-mail: t-yamada@nucl.nagoya-u.ac.jp

強誘電体のドメイン構造はその圧電応答に大きな影響を与えることが広く知られており、デバイスに要求される特性に応じたドメイン構造の制御は重要な課題の一つである。これまで、強誘電体薄膜では、主に基板と膜の格子定数や熱膨張係数のミスマッチを利用したドメイン構造の制御が行われてきた。しかしナノスケールの強誘電体では、上記のミスマッチだけでなく、表面・界面近傍での不完全な電荷補償がもたらす脱分極電界によってドメイン構造が変化する可能性がある。従って、強誘電体のドメイン構造を、ナノ構造体の次元性やそのサイズで制御出来れば、新たなドメイン構造制御の手法として使用できる可能性がある。そこで本研究では {100}配向および{111}配向した正方晶 $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ (PZT) (x=0.35)薄膜を集束イオンビームでナノロッド形状に加工し、PZT 薄膜とナノロッドのドメイン構造の違いと、ナノロッドのドメイン構造のサイズ依存性を明らかにすることを目的とした。

Nb-0.5 wt%添加の $SrTiO_3$(100)および(111)単結晶基板上に基板温度 625 °C, 酸素分圧 200 mTorr で厚み 1200 nm の PZT(x=0.35)薄膜を{100}および{111}エピタキシャル成長させた。次に白金電極を電子ビーム蒸着法で作製し、集束した Ga イオンビームにより PZT 薄膜を幅 4 μm, 2 μm,1 μm, 500 nm, 200 nm, 100 nm の四角柱状（ロッド形状）に加工した。ナノロッドに安定なドメイン構造を明らかにするために、一度 T_c 以上の温度で加熱した後、SPring-8 BL15XU の放射光マイクロビーム X 線回折を用いて各ドメインに由来する回折強度を測定した。その結果、{100}PZT 薄膜には a, c ドメインが共存するが、アスペクト比が 1 以上となる幅 1 μm 以下のロッドでは c ドメインのみに変化することが明らかになった（Fig. 1）。一方、{111}PZT 薄膜をナノロッドに加工すると、幅の減少に伴い(111)格子面間隔の減少がみられた。これらの理由として、脱分極電界の影響が考えられる。強誘電体薄膜では、束縛電荷の不完全な補償による脱分極電界が増大し、表面に垂直な分極成分を減少させることが知られている。本研究ではロッド断面方向の脱分極電界により、ロッド長手方向に分極軸を有する c ドメインの優先的な生成や、分極値の低減に伴う(111)格子面間隔の減少が観測されたと考えられる。

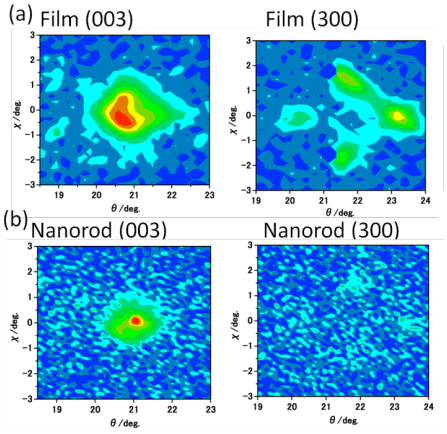

Fig. 1 XRD plane-view map for PZT (300) and (003): (a) {100} thin film and (b) {100} nanorod with 1-μm width.

© 2015年 応用物理学会