28a-D3-10

放射光 X 線を用いた(111)/(11-1)配向菱面体晶エピタキシャル Pb(Zr,Ti)O_3 膜の電場印加による非分極軸ドメインスイッチングのその場観察

In-situ Observation of Electric Field Induced Non-Polar-axis Domain Switching in Epitaxial (111)/(11-1)-oriented Rhombohedral Pb(Zr,Ti)O_3 Films using Synchrotron Diffraction.

東工大院 [1]，名大 [2]，JASRI/SPring-8[3], NIMS/SPring-8[4]　°江原祥隆 [1]，安井伸太郎 [1]，及川貴弘 [1]，白石貴久 [1]，山田智明 [2]，今井康彦 [3]，田尻寛男 [3]，坂田修身 [4]，舟窪浩 [1]

Tokyo Tech. [1] Nagoya Univ.[2], JASRI/SPring-8[3], NIMS/SPring-8[4]　°Y. Ehara[1], S. Yasui[1], T. Oikawa[1], T. Shiraishi[1], T. Yamada[2], Y. Imai[3], H. Tajiri[3], O. Sakata[4] and H. Funakubo[1]

E-mail: ehara.y.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】

Pb(Zr,Ti)O_3 薄膜[以後PZT]は代表的な強誘電体および圧電体材料であり、様々な用途で実用化されている。薄膜の強誘電特性や圧電特性は結晶構造に大きく依存し、特に分極軸ドメインと非分極軸ドメインの体積分率が大きな影響を及ぼすことが知られている。このうち非分極軸ドメインのスイッチングは焼結体や薄膜において多く研究されている[1)]。しかしこれまでに、この非分極軸ドメインスイッチング起因の圧電性の応答スピードは明らかにされておらず、高速駆動では圧電性が低下し、デバイスの使用可能周波数に限界があるのではないかとの危惧があった。本研究では、分極軸配向と非分極軸配向の体積分率を制御したPZT膜を作製し、SPring-8での測定において、1000万分の1秒オーダの時間スケールでのドメインスイッチングの電界パルス応答観察を試みたので報告する。

【実験方法】

スパッタリング法を用いて(111)$KTaO_3$基板上に(111)配向したエピタキシャル$SrRuO_3$膜を作製した。この下部電極[$SrRuO_3$/$KaTaO_3$]上にPulsed-MOCVD法を用いて(111)/(11-1)の混合配向した菱面体晶エピタキシャルPb($Zr_{0.65}Ti_{0.35}$)O_3膜を作製した。得られた膜について、SPring-8 の放射光X 線(BL13XU)を用いて、パルス電界を印加しながらの結晶構造の時間分解測定を行った[2)]。800 nsの周期で、幅が200 nsのパルス電界を印加した。 電界下におけるPb($Zr_{0.65}Ti_{0.35}$)O_3膜の*222*と*22-2*の格子歪の変化および強度の変化をθ-2θ測定の積分チャートより見積もった。

【結果】

Fig. 1(a)に各時間における*222*と*22-2*の格子歪を示し、Fig. 1(b)には強度(I_{222}と$I_{22\text{-}2}$)の変化を示す。これらの結果より200 nsの電界パルスに対して菱面体晶の分極軸方向である*222*の格子歪みの変化は観察されたが、非分極軸の*22-2*の格子歪の変化は観察されなかった。しかしFig. 1(b)の*22-2*の強度は電界に対し減少し*222*の強度は増加していることが観察された。これにより非分極軸ドメインのスイッチングが200 nsのパルスにも応答することが確認された。Fig. 2に格子歪と強度の変化率の比較を示す。この結果より電圧を除去した際の非分極軸のドメインスイッチングの速度は格子歪の応答に比べて遅いことがわかった。

【参考】(1) M. Nakajima *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97** (2010) 181907.
(2) O. Sakata *et al.*, AIP Conf. Proc. **1234** (2010) 151.

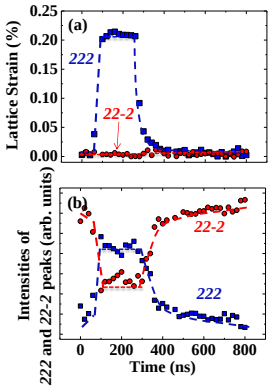

Fig. 1 Time dependence of (a) lattice strains in *222* and *22-2* and intensity of *222* and *22-2* peaks under applying 20 V for 200 ns.

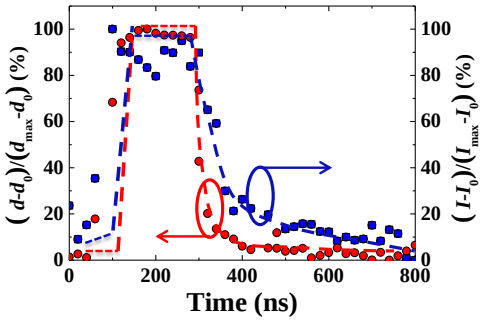

Fig. 2 Normalized *222* strain [(d-d_0]/(d_{max}-d_0)] and *222* intensity [(I-I_0]/(I_{max}-I_0)] as a function of time under applied voltage for 200 ns.

© 2013 年　応用物理学会