

圧電体膜の電界誘起ドメインダイナミックスの *in-situ* 測定

in-situ Observation of the Domain Dynamics of Piezoelectric Films Under Applied Electric Field

舟窪 浩¹、横山信太郎¹、坂田 修身²、木村 滋²

Hiroshi Funakubo¹, Shintaro Yokoyama¹, Sakata Osami², Shigeru Kimura²

¹ 東京工業大学 大学院 総合理工学研究科物質科学創造専攻

²(財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門、

¹Department of Innovative and Engineered Materials, Tokyo Institute of Technology

²Japan Synchrotron Radiation Research Institute/ SPring-8

本研究では (111)配向方向にナノメータオーダーの大きな圧電性が発現する(111)配向エピタキシャル Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃ 膜について、その大きな圧電性の起源を明らかにすることを目的としている。 *In-situ* 観察の基礎研究として、100 および 200 μmΦ の上部電極上に、種々の電界を印加したサンプルに関して、各電極上の結晶構造評価を行った。その結果結晶構造に大きな差は見出されず。電界の履歴によって、電界を除界したときの結晶構造の変化は見出されなかった。

Origin of the large piezoelectric property observed for (111) oriented epitaxial Pb(Zr_{0.5}Ti_{0.5})O₃ films were investigated by the *in-situ* observation of crystal structure using synchrotron radiation source. As a first step of the *in-situ* observation, crystal structure of the 100 and 200 μmΦ top electrodes was successfully investigated where various electric field were applied. However, obvious change of the crystal structure was not detected.

背景

アクチュエータはインクジェットのヘッドやハードディスクの位置決め等への応用が検討されている、マイクロマシンの心臓部品である。またナノテクノロジーを代表する評価装置である操作型プローブ顕微鏡の性能を決定するスキーナーにも使用されるキー材料でもある。

PbTiO₃ と PbZrO₃ の固溶体である Pb(Zr,Ti)O₃[PZT]は、アクチュエータ用に最も広

く用いられている材料であり、その高性能化を目指して、従来の多結晶焼結体から単結晶膜の利用が検討されている。PZT では Zr/(Zr+Ti)比が 0.5 付近の組成が最も良い特性を示すことが知られているが、どの方位が最大を示すかはこれまでまったくわかつていなかつた。我々は{111}配向の膜が{100}/{110}配向の膜の 2 倍以上の大きな値を示すことを世界で始めて見出した。しかしその大きな歪の起源は明らかになっていない。

本研究では、放射光の強力線源を用いることで、非常に絞られた範囲からのX線回折を、短時間で取得可能にすることによって、電界をかけた状態下での*in-situ*測定を目指す。

実験方法

観察用の試料は、 $\text{Pb}(\text{C}_{11}\text{H}_{19}\text{O}_2)_2\text{-Zr}(\text{O}\cdot t\text{-C}_4\text{H}_9)_4\text{-Ti(O}\cdot i\text{-C}_3\text{H}_7)_4\text{-O}_2$ の原料系から、MOCVD法で(100) SrRuO_3 //(100) SrTiO_3 基板上に作製した膜厚が2μmの $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ 膜である。作製した薄膜は上部に電子線蒸着法を用いて、100および200μmφのPt電極ドットを作製した。得られた薄膜に種々の電圧を印加した。このサンプルの電極上にシンクロトロン法光を集光することによって各場所のXRD回折を取得した。測定はビームラインBL13XUを用いて行った。

実験結果

図1および2にPZTIIIおよびPtL α の蛍光X線でのサンプルのマッピング結果を示している。上部電極の場所を容易に確認することができ、この方法が上部電極の位置確認に有効であることを確認した。

図3および4はPZT222付近のX線回折図形とそのロッキングカーブの測定結果である。どちらも大きな電界依存は認められず、電界を除した後では、結晶構造の印加電界履歴は見られないことがわかった。この結果は、電界を印加した後に歪が完全に同じ値に戻ることと対応しており、電界を印加しての結晶構造解析のその場観察が大きな歪みを理解するために有効な手段であることが確認できたといえる。

参考文献

S.Yokoyama *et al.*, Appl. Phys. Lett., 83 (2003)

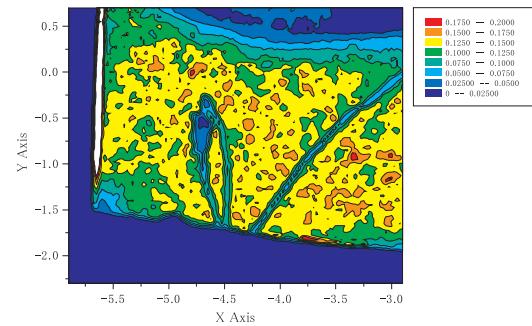


Fig.1 PZT III diffraction peaks mappings

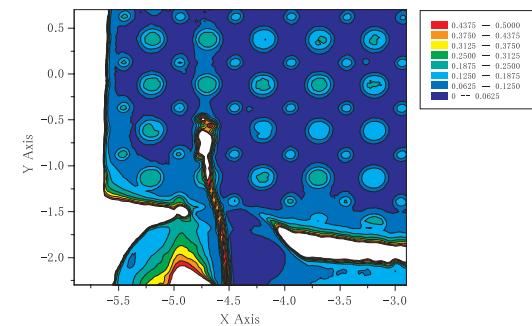


Fig.2 Pt L α mappings

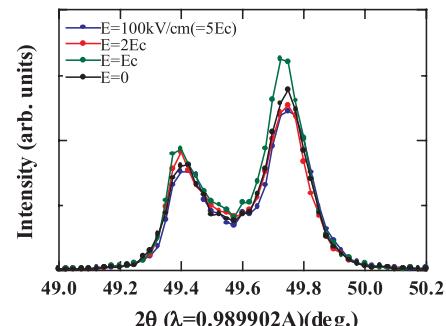


Fig.3 θ - 2θ scans of PZT 222 on the top electrodes applied under various electric fields.

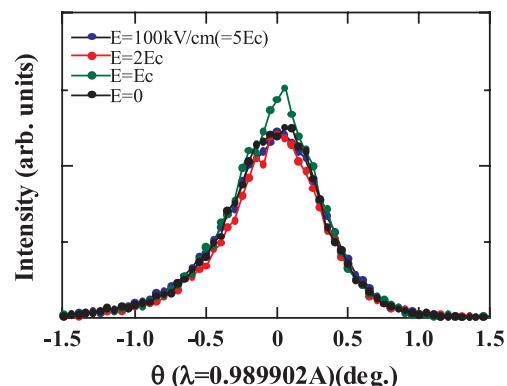


Fig.4 Rocking curve of PZT222 on the top electrodes applied various electric

論文発表等

[1] S.Yokoyama and O.Sakata, S.Kimura and H. Funakubo: Appl. Phys. Lett., under preparation

[2] 横山新太郎、坂田修身、木村滋、舟窪浩、応用物理学会、発表準備中

キーワード

・蛍光X線

物質をX線で照射したときに原子の内殻軌道の電子を誘起放出し、この空順位に高い順位の電子が移るときに放射される特性X線のこと。