

PFM を用いた強誘電体薄膜の面内および鉛直方向の圧電性評価 (II)

Evaluation of Lateral and Vertical Piezoelectric Responses in Ferroelectric Thin Films using Piezoelectric Force Microscopy (II)

兵庫県立大工, 〇瀬戸 翔太, 中嶋 誠二, 藤沢 浩訓, 清水 勝

Univ. of Hyogo, 〇S. Seto, S. Nakashima, H. Fujisawa, and M. Shimizu

E-mail: er12e029@steng.u-hyogo.ac.jp

【序論】 圧電応答顕微鏡(Piezoelectric Force Microscopy:PFM)は局所的な面内および鉛直方向の圧電応答が観察可能であることから、強誘電体薄膜のドメイン構造、分極反転、圧電定数の評価に用いられてきた。近年、BiFeO₃(BFO)等の菱面体晶系強誘電体薄膜が形成する多彩なドメイン構造に起因する物性が注目される中、PFM を用いたその面内および鉛直方向の圧電性評価が重要となってきた。これまで我々は圧電 d テンソルの各成分と PFM による面内(lateral)および鉛直(vertical)方向の圧電応答との関係を計算し、点群 3m の圧電結晶における d テンソルの独立要素である d_{33} , d_{31} , d_{15} , d_{22} の各成分を as-grown 状態の(001),(110)および(111)配向 BFO 薄膜を用いて算出した。今回、as-grown 状態での PFM 測定に加え分極処理後の BFO 薄膜について、圧電 d テンソルの各成分を算出し、その変化について検討した。

【実験方法および結果】 vertical PFMによる鉛直方向の歪量から算出される d 定数を d_{zzz} , lateral PFM による面内方向の歪量から算出される d 定数 d_{zzy} と圧電 d テンソルの各成分との関係は、圧電テンソルの座標変換により求めた。 d_{zzz} , d_{zzy} は

$$d_{zzz} = \sin^3\theta d_{22} + \sin^2\theta \cos\theta (d_{15} + d_{31}) + \cos^3\theta d_{33} \quad (1)$$

$$d_{zzy} = 2 \sin^2\theta \cos\theta d_{22} + \sin\theta (\cos^2\theta - \sin^2\theta) d_{15} + 2 \sin\theta \cos^2\theta (d_{31} - d_{33}) \quad (2)$$

で表される。 θ は座標変換する際の回転角であり、(001), (110)および(111)配向膜ではそれぞれ 55° 、 -35° 、 0° となる。vertical および lateral PFM 測定から算出した d_{zzz} , d_{zzy} と上記(1)および(2)式から得た d_{33} , d_{31} , d_{15} , d_{22} をまとめた結果を Fig.1 に示す。これより $d_{33} = 20$ pm/V, $d_{31} = -10$ pm/V, $d_{15} = 20$ pm/V, $d_{22} = -8$ pm/V となった。

これらの、 d テンソルの独立要素である d_{33} , d_{31} , d_{15} , d_{22} は as-grown の BFO 薄膜と大きな違いはみられなかった。当日はドメインウォールの影響についても報告する。

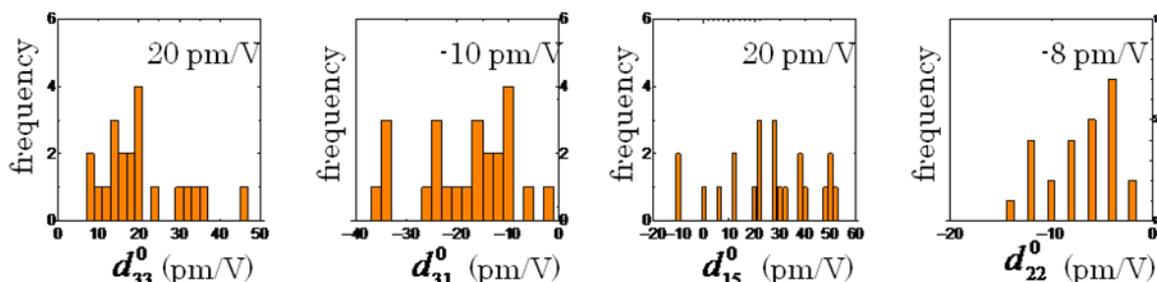


Fig.1 (a) d_{33} , (b) d_{31} , (c) d_{15} , (d) d_{22} of BFO films measured by vertical and lateral PFM

【謝辞】 本研究の一部は JSPS 科研費(挑戦的萌芽研究: 24656214)の支援により行われました。