

BiFeO₃ エピタキシャル薄膜の非線形圧電応答Nonlinear Piezoelectric Responses of BiFeO₃ Epitaxial Films

大阪府立大 工学研究科 氏本勝也, 川原祐作, °吉村武, 藤村紀文

Osaka Pref. Univ., K. Ujimoto, Y. Kawahara, °T. Yoshimura, N. Fujimura

E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】 エンジニアードドメイン構造を有する強誘電体では、電界の印加方向への分極軸のチルトに起因した巨大な圧電応答が生じる。菱面体晶のリラクサ強誘電体単結晶においては、 $\langle 001 \rangle$ 方向への電場の印加により正方晶に相転移すると考えられている [1]。このような外場誘起の構造相転移はドメイン壁の運動を伴わないため薄膜においても発現が期待できる。そこで本研究では、エピタキシャル歪によって菱面体晶に正方晶歪を加えた BiFeO₃ 薄膜を用いて、その圧電特性を詳細に調べた。

【実験及び結果】BiFeO₃ エピタキシャル薄膜はレーザーアブレーション法を用いて (001)SrRuO₃/ (001)SrTiO₃ 基板上に作製した。作製した試料の結晶構造を x 線回折測定を用いて評価した結果、試料が単相のペロブスカイト構造を有していること、1%の正方晶歪が印加されていることがわかった。試料のドメイン構造は圧電応答力顕微鏡 (PFM) を用いて観察した。プローブを BiFeO₃ の $\langle 110 \rangle$ に平行に置き、下部電極から交流電圧を印加しながら面外および面内方向の圧電応答をマッピングしたところ、菱面体晶の 8 種類のドメインに起因した PFM 信号が得られた [2]。電界-歪曲線は外因的効果の影響を除外するために、180° ドメイン壁から 200nm 以上離れた場所にユニポーラの交流電界を印加して測定した (Fig.1)。比較のため (111)BiFeO₃ エピタキシャル膜における測定結果も示している。(111)膜では印加電界に対して線形な圧電応答を示しており、内因的効果が支配的であることがわかる。一方で、(001)膜は 3 つの傾きを持った非線形な圧電応答を示した。Fig.1 の傾き①、②、③から求めた圧電歪定数 $d_{33(\text{AFM})}$ はそれぞれ、111、224、126 pm/V となり、(111)膜の $d_{33(\text{AFM})}$ (44pm/V) よりも 2.5 倍以上大きい。100 $\mu\text{m}\phi$ の上部電極を用いて正圧電効果によって評価した横圧電応力定数 $e_{31,f}$ においても (001)膜の方が (111)膜よりも 2.7 倍大きく [3]、対応した結果になっている。また、(001)膜の電界-歪曲線は印加電界の大きさによって傾きが変わるものの履歴は小さく、外因的効果の寄与は小さいと考えられる。講演では、正方晶歪の大きさが異なる BiFeO₃ 薄膜の結果と合わせて、薄膜における外場誘起の構造相転移の可能性について議論する。

[1] S. E. Park, *et. al.*, J. Appl. Phys. **82**, 1804 (1997).

[2] 氏本他、2012 年秋季第 73 回応用物理学会、13p-C10-5.

[3] K. Ujimoto, *et. al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, 102901 (2012).

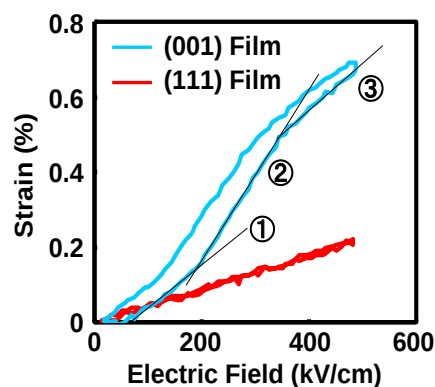


Fig. 1 Piezoelectric strain vs electric field curves for (001) and (111) BiFeO₃ epitaxial Films