ScAlN, ZnO および PZT 系薄膜の極性制御と分極反転デバイスへの応用

Polarization control of ScAlN, ZnO and PZT-based thin films for polarity inverted resonators

○(M2)清水 貴博 [1,2], 柳谷 隆彦 [1,2,3] ([1] 早大院・先進理工, [2] 材研, [3]JST さきがけ)
○Takahiro Shimidzu[1,2], and Takahiko Yanagitani[1,2,3] ([1]Waseda Univ., [2]ZAIKEN, [3]JST PRESTO)
E-mail: taka10275sfc@suou.waseda.jp / yanagitani@waseda.jp

1. まえがき

Fig.1 に示すように，分極反転 n 層構造の薄膜共振子は n 次モードで共振する．通常用いられる単層構造の薄膜共振子と膜厚が同じ場合は n 倍高い周波数で動作する．そのため，それぞれの層を独立して分極制御できれば，基本モード共振と n 次モード共振を切り替えられ，周波数スイッチナブルフィルタに応用できる．

本報告では，ScAlN，ZnO および PZT 系薄膜における極性制御手法と，それを用いた分極反転デバイスについて紹介する．

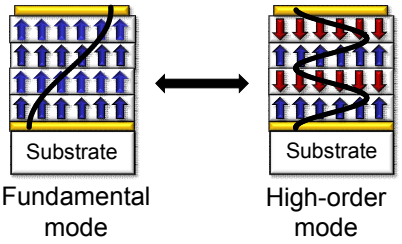

Fig.1 Resonance mode of polarity inverted structure.

2. ScAlN, ZnO 薄膜の極性制御

これまで我々は，ScAlN と ZnO の c 軸配向薄膜の極性制御について報告してきた．ZnO 薄膜ではイオン照射と基板温度の調整，ScAlN 薄膜では，成膜中に基板への RF バイアス印加によるイオン照射制御により極性制御を達成している[1-4]．しかし成膜後の極性制御はできないため，周波数スイッチナブルとはならない．

3. PZT 系薄膜の分極制御

これに対して，強誘電体薄膜は成膜後に分極を反転することができる．Fig.2 に，スパッタ法による $PbTiO_3$(PT)薄膜の圧縮応力印加時の圧電応答波形を示す．As grown の PT 薄膜では，応力を印加すると負電圧が観測されている．これはプラス極性で成長することを示している．それを利用して，DC 電圧印加によりマイナス極性に分極反転させた PT 層上(1 層目)に，通常のプラス極性 PT(2 層目)を成膜すれば分極反転構造が形成できる[5]．

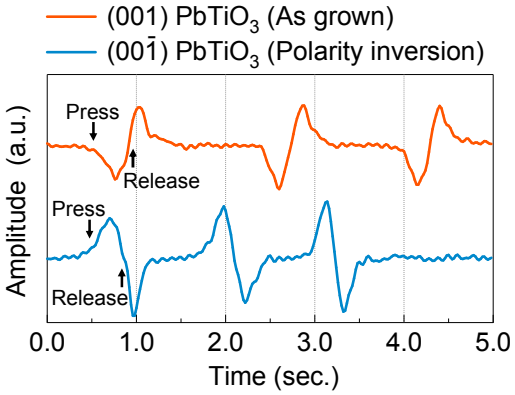

Fig.2 Piezoelectric responses of the $PbTiO_3$ films when compressive stresses were applied.

分極反転構造を形成する別のアプローチとして，抗電界の異なる材料を交互に積層させることが挙げられる．多層膜にそれぞれの抗電界の中間の電界を印加すれば，片方のみの分極を反転できるため，分極反転構造となる．この構造では，分極反転構造と分極が一方向の構造を切り替えることができ，周波数スイッチナブルである[6]．

また前回の報告では，常誘電相の PZT 系材料に着目した．常誘電相では分極は消滅するが，DC 電圧印加により分極と圧電性を誘起することができる(電界誘起圧電性)．さらに DC 電圧の正負により分極方向を制御できる(電界誘起分極反転)．その性質を利用して，強誘電相 PZT と常誘電相 0.95PMN-0.05PT の 2 層構造薄膜共振子を作製し，印加する DC 電圧の正負により周波数をスイッチングすることに成功している[7,8]．

[1] 生駒 他，信学技報 **61**, pp.21-25 (2012).
[2] R. Hashimoto, et al., IUS2013, IUS3-H-6.
[3] M. Suzuki, et al., APL **104**, 172905 (2014).
[4] T. Mori, et al., IUS2016, 6G-3.
[5] K. Katada, et al., Proc. IFCS2014, pp.119-120.
[6] 清水 他，圧電シンポ 2017, pp.107-112.
[7] T. Shimidzu, et al., Proc. USE2017, 3P3-1.
[8] T. Shimidzu, et al., Proc. IUS2017, 8092735.

© 2018年 応用物理学会