

PZT 系エピタキシャル薄膜共振子の 600 °C 以上の高温域における圧電特性

Resonance characteristics above 600 °C

of the PZT family epitaxial piezoelectric thin film resonator

○松田 友佳^{1,3}, 柳谷 隆彦^{1,2,3} (1 早大, 2JST さきがけ, 3 材研)

○Yuka Matsuda^{1,3} and Takahiko Yanagitani^{1,2,3}

(¹Waseda Univ., ²JST PRESTO, ³ZAIKEN)

E-mail: yanagitani@waseda.jp

1. 研究背景

PZT 系の単結晶の圧電材料は、巨大圧電性を持つため医用超音波やアクチュエータへの応用に非常に有用である。しかしながら、バルク単結晶を作製することは難しく、PZT 系単結晶は主にエピタキシャル成長によって作製される。我々はこれまでにスパッタ法でエピタキシャル膜の作製を行い、バルクのよりも高いキュリー点(550 °C)[1]や MPB が出現せずに Ti の組成比の増加に伴う圧電性の単調増加[2]等の特異な性質を報告している。これらの特性の原因を明らかにするために、本研究では PbTiO₃ (PTO) の自立膜の共振特性と温度特性を測定した。

2. PTO エピタキシャルスパッタ膜の作製

エピタキシャル基板の導電性 La-SrTiO₃(STO)基板上に RFスパッタ法で PTO 膜を成膜した。ターゲットには PTO 粉末に PbO 粉末を 10 mol/%配合したものを用いている。本研究では Table I にまとめた 2 つの PTO 薄膜共振子(Film A、Film B)について評価を行う。両サンプルとも XRD(X'Pert PRO、PANalytical)での(1 1 1)面の極点図測定で四回対称が確認され、エピタキシャル成長していることが分かった。

Table I サンプルの成膜条件

サンプル	Film A	Film B
膜厚	16.5 μm	8.7 μm
成膜温度	600 °C	600 °C
ω-ロッキングカーブ 半値幅	1.1°	1.4°

3. PTO エピ薄膜共振子の高温での圧電特性

温度特性は加熱ステージ(Linkam, 10016)上でネットワークアナライザ(E5071C, Agilent Technology)で測定した。

3.1 TCF(周波数温度特性)

自立 PTO 膜(Film A)の基本モードの反共振

周波数の TCF は -21 ppm/°C であると見積もられた。この値は ZnO(-61.5 ppm/°C [3])や AlN(-28 ppm/°C [4])と比べて良好な値である。

3.2 高温特性

基板付き構造(Film B)の高温時の k_t^2 を変換損失法により高温 RF プロブを用いて In-situ 測定した(Fig. 1)。バルクセラミックスの PTO や既に報告されている膜厚が薄いエピ膜のキュリー点[1]よりも高い温度でも圧電性を維持した。また、650 °C 以上での k_t の低下はプロブの熱破壊か圧電性の消失かは区別がつかず、より高温でも圧電性を示す可能性がある。Film B の圧電性は 850 °C で完全に消失した。加熱後、Film B を室温にまで十分に冷ましたとき、 $k_t^2=19.3\%$ と高い圧電性を示した。

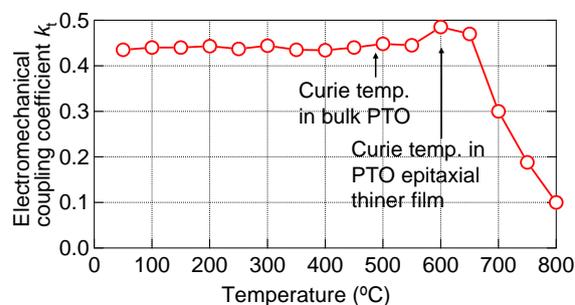


Fig. 1 各温度での電気機械結合係数 k_t の推移 (基板付き構造・Film B)

参考文献

- [1] T. Yanagitani, et al., IFCS2014, 6859872-1 (2014).
- [2] R. Noda, et al., Proc. of 2018 IUS, 8580154 (2018).
- [3] K. M. Lakin, et al., Proc. of 2000 IUS, 1, 855 (2000).
- [4] E. F Tokarev, et al., Sov. Phy. Solid State, 17, 629 (1975)