

# Al 極性(0001)ScAlN/O 極性(000-1)ZnO 極性反転構造の薄膜音響共振子

## Polarity inverted Al-polar (0001) ScAlN/ O-polar (000-1) ZnO film resonators

○森 剛志<sup>1</sup>, 鈴木 雅視<sup>2</sup>, 柳谷 隆彦<sup>2</sup> (1. 名工大、2. 早稲田大)

○Takeshi Mori<sup>1</sup>, Masashi Suzuki<sup>2</sup>, and Takahiko Yanagitani<sup>2</sup> (1.Nagoya Inst. Tech., 2.Waseda Univ.)

E-mail: t.mori.397@nitech.jp, yanagitani@waseda.jp

### 1. はじめに

極性反転構造の圧電薄膜は高次モードで共振する。例えば、超音波顕微鏡へ応用すると、 $n$  層の極性反転構造では、静電容量が  $n$  倍小さくなり、電極面積を  $n$  倍にすることが可能となる。電極面積が大きくなると、音波の集束度を大きくすることができ、より鮮明な画像が得られると考えられる。

これまで我々は成膜中のイオンビーム照射を用いた極性制御を行い ScAlN と ZnO の極性反転構造について報告してきた[1,2]。c 軸垂直 ScAlN 薄膜の極性は Al 極性(0001)と N 極性(000-1)に分類される。同様に、ZnO 薄膜では Zn 極性(0001)と O 極性(000-1)に分類される。通常、スパッタ法を用いて成膜すると、ScAlN 薄膜は Al 極性(0001)となり、ZnO 薄膜は O 極性(000-1)を持つことがわかっている。本研究ではこのことを利用して、図 1 のように ScAlN と ZnO 薄膜の交互成膜による極性反転構造を報告する。

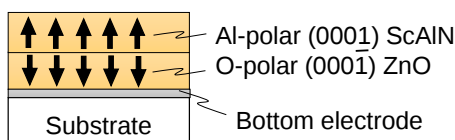


図 1 Al 極性(0001)ScAlN/O 極性(000-1)ZnO 極性反転構造

### 2. 極性反転構造の形成

高配向 Ti 電極/石英ガラス基板上に、RF マグネトロンスパッタ法を用いて c 軸垂直 ZnO 薄膜 ( $4.2 \mu\text{m}$ )を成膜し、その膜上に ScAlN 薄膜( $3.9 \mu\text{m}$ )を成膜した。極性の判定は、圧縮応力を印加し、発生する電圧の正負により行った。その結果を図 2 に示す。応力を印加した際、ZnO 薄膜では正電圧、ScAlN 薄膜では負電圧が観測された。このことは、ZnO 薄膜は O 極性(000-1)、ScAlN 薄膜は Al 極性(0001)あることを表し、極性反転構造が形成されていることがわかる。

### 3. 極性反転構造の薄膜音響共振子

次に上部電極/ScAlN 薄膜/ZnO 薄膜/下部電極/基板構造の共振子の縦波変換損失を図 3 に示す。0.27 GHz 付近の基本モードが抑制されていることが確認できる。一方、0.72 GHz に

おいては 2 次モード共振が確認され、変換損失は 1.8 dB であった。これは単層の ZnO もしくは ScAlN 薄膜の基本モードにおける変換損失よりも小さい。これらのことから極性反転構造が形成されたことがわかる。

これまでの同種材料による極性反転構造は、細かな成膜条件の調整をすることで、形成してきた。そのため技術的難易度が高い。一方 Al 極性(0001)ScAlN/O 極性(000-1)ZnO 極性反転構造は通常の成膜条件で成膜するだけで容易に極性反転構造が形成できる。

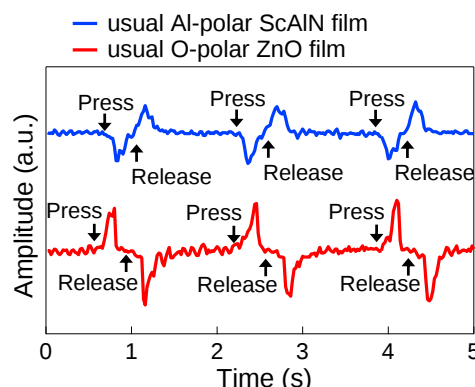


図 2 プローブを用いて膜に応力印加した時のオシロスコープの受波電圧

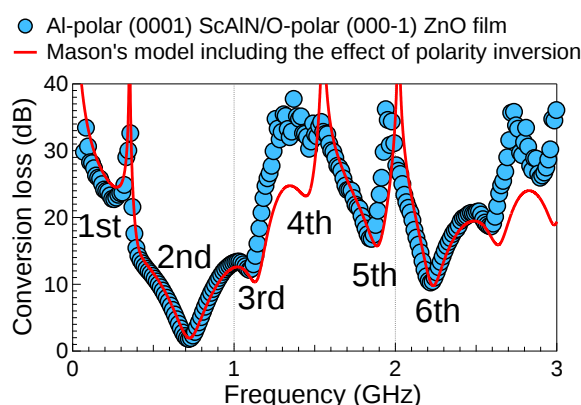


図 3 ScAlN/ZnO 極性反転構造の薄膜音響共振子の縦波変換損失の周波数特性

[1] M. Suzuki et al., APL 104 172905 (2014)

[2] R. Hashimoto et al., IUS 2013, IUS3-H-6.