## 厚み共振を利用した圧電薄膜成長初期における無配向層の厚み評価

A method for predicting thickness of unoriented layer in initial growth of piezoelectric film using thickness resonance mode

# 同志社大<sup>1</sup>,名工大<sup>2</sup> <sup>O</sup>高柳 真司<sup>1</sup>,柳谷 隆彦<sup>2</sup>,松川 真美<sup>1</sup>

## Doshisha Univ.<sup>1</sup>, Nagoya Inst. Tech.<sup>2</sup>, <sup>o</sup>Shinji Takayanagi<sup>1</sup>, Takahiko Yanagitani<sup>2</sup>, Mami Matsukawa<sup>1</sup>

### E-mail: etl1101@mail4.doshisha.ac.jp

#### 1. 研究背景

ZnO, AlN, GaN, SiC 等のワイドバンドギ ャップ半導体は、短波長光デバイス、高出力電 子デバイス材料として盛んに研究されている。 一般的に、エピタキシャル成長を用いない場合、 これらの成膜初期に優先配向を持たない無配 向層が形成される。この無配向層の形成はデバ イスの性能を悪化させるため、薄膜厚み方向の 結晶配向性評価が重要となる。通常、このよう な評価には、試料断面の TEM 像や電子線回折

(ED)像が用いられる。しかし、これらの手法は試料の断面加工が必要である。そこで本研究では、圧電共振を利用して非破壊的に無配向層の厚みを評価する手法について検討する。

#### 2. 実験方法

結晶軸が一方向に揃った圧電薄膜を電極で挟 んだ共振子は、厚み共振で1次、3次モードなど 奇数次モードの音波を励振する。この際、2次モ ードなど偶数次モードは、薄膜の上部と下部で 圧電分極が打ち消され、音波が励振されない。 一方、無配向層はほとんど圧電性を持たないた め、薄膜の成膜初期に無配向層が存在すると、 上部と下部の圧電分極のバランスが崩れる。よ って、その共振子は奇数次モードと同時に偶数 次モードも励振する。この2次モードの励振か ら無配向層の厚みを評価する。

そこで、上部電極膜/圧電薄膜/下部電極膜/基板 から成る多層構造の共振子を作製し、ネットワ ークアナライザを用いて変換損失を測定した。 そして、多層型共振子の Mason 等価回路モデル を構築し<sup>1)</sup>、その変換損失計算結果と測定値を比 較した。ここで、圧電薄膜部分の等価回路を、 結晶が揃った圧電性を示す層と、無配向で圧電 性を示さない層の2層に分かれていると簡単に 仮定することで、無配向層の厚み d<sub>n</sub>を見積った。 **3.実験結果,考察** 

多層型共振子における変換損失測定結果お よび計算結果を Fig. 1 に示す。試料の構造は、 Cu (0.25 µm) /ZnO(1120) (4.0 µm) /Al (0.17 µm) /石英基板 (0.5 mm) である。ZnO(1120)を用い た共振子は厚みすべり振動を励振する。実際に、 変換損失の測定結果から、厚みすべり振動の 1 次モード (S<sub>1</sub>)、2 次モード (S<sub>2</sub>) の励振が確認 された。また、等価回路モデルを用いた計算結 果より、無配向層の厚み dn を 1.5 µm と見積も った。一方で、試料 C を断面加工し、断面 TEM 像、ED 像を撮影した結果を Fig. 2 に示す。ZnO 薄膜の厚み 1.9 µm 付近(領域 B)では結晶が一 方向に揃っている様子が確認された。よって、 本手法で見積もった無配向層の厚みは、実際の 断面の結晶配向性と比較的良く一致した。以上 のように、圧電薄膜成膜初期の無配向層を厚み 共振により評価することができる。講演では、 厚み縦振動を励振する c 軸配向 ZnO 薄膜の評価 についても発表する予定である。



Fig. 1 Frequency response of the shear-mode conversion loss of the  $ZnO(11\overline{2}0)$  film resonator.



Fig. 2 (a) Cross-sectional TEM image of the ZnO(1120) film and ED patterns at the region (b) 3.3  $\mu$ m (region A), (c) 1.9  $\mu$ m (region B) and (d) 0.5  $\mu$ m (region C) from the Al electrode.

1) T. Yanagitani and M. Kiuchi, J. Appl. Phys., 102 (2007) 044115