## c 軸配向 ZnO 薄膜を用いた極性反転高次モード多層共振子

Second-overtone mode resonator consisting of polarization inverted

c-axis oriented ZnO mutilayer

同志社大<sup>1</sup>. 名工大<sup>2</sup>. 熊本高専<sup>3</sup>

<sup>o</sup>生駒 遼<sup>1</sup>, 柳谷 隆彦<sup>2</sup>, 高柳 真司<sup>1</sup>, 鈴木 雅視<sup>2</sup>, 小田川 裕之<sup>3</sup>, 松川 真美<sup>1</sup> Doshisha Univ.<sup>1</sup>, Nagoya Inst. Tech.<sup>2</sup>, Kumamoto NCT<sup>3</sup>, <sup>°</sup>Ryo Ikoma<sup>1</sup>, Takahiko Yanagitani<sup>2</sup>,

Shinji Takayanagi<sup>1</sup>, Masashi Suzuki<sup>2</sup>, Hiroyuki Odagawa<sup>3</sup>, Mami Matsukawa<sup>1</sup>

E-mail: yana@nitech.ac.jp

## 1. はじめに

c 軸配向 ZnO 薄膜は厚み縦振動モード薄膜共 振子や SAW フィルタなど様々な圧電デバイス に応用されている. ZnO 単結晶の c 面には Zn 面と O 面があり, 圧電定数, 非線形光学係数な どの物理定数の符号が逆転する. そこで極性の 反転領域を組み合わせた、新たな特長を持った デバイスが期待される[1]. これまでに、Zn 面や O 面極性の薄膜は異なる下地基板上でエピタキ シャル成長を用いて選択的に作製する技術が報 告されている[2]. 本研究では, 基板温度とイオ ン照射に着目し、下地基板に依存しない ZnO の 極性制御について検討した.

## 2. 実験方法,結果及び検討

高配向(111)Al/(0001)Ti 電極膜(0.4 µm)を直流 スパッタ成膜した石英ガラス基板上に, RF マグ ネトロンスパッタ装置を用いてZnO薄膜を成膜 した. 放電電力 200 W, 雰囲気ガス圧力 1 Pa (Ar/O<sub>2</sub>=3), 膜厚 3.2-3.9 µm とした. 今回はイオ ン照射が盛んなグロー放電領域内、あるいは領 域外に基板を設置することで, イオン照射の影 響が異なる試料を作製した.また,基板温度を 変化させて薄膜の極性に与える影響を調べた. XRD により、全試料において(0002)面配向かつ 配向性が良好であることを確認した後、上面に Au 電極を蒸着し、共振子構造を作製した.

試料の各基板温度における極性と電気機械結 合係数 kt 値を図1に示す.極性は、オシロスコ ープのプローブを上部電極に押し付けたときに 現れる圧電応答電圧の正負で判定した. k 値は 共振子の変換損失の実験値と Mason の等価回路 による計算値を比較し推定した. 図からわかる ように基板温度が 150 ℃以下の低温では Zn 面 極性,300 ℃以上の高温では O 面極性が形成さ れた. Zn 面と O 面が形成される境界付近の 250 ℃では、基板へのイオン照射によって極性が変 化した.

次に本手法を応用して,極性反転2層共振子 を作製した.まず,図1(I)の試料と同じ成膜条 件で一層目を成膜した. 膜厚 2.4 µm, Zn 極性,  $k_t$ の推定値は $k_t = 0.22$ であった.次に、一層目

の上に図1(II)の試料と同条件で、一層目と膜厚 が同程度になるよう二層目を成膜した. 作製し た共振子の変換損失を図2に示す. 0.45 GHz 付 近の1次モード(L1)が抑制され, 1.10 GHz 付近 で 2 次モード(L<sub>2</sub>)共振が生じている. また, こ の変換損失は理想的な極性反転 2 層共振子の Mason 等価回路モデルを用いた計算値と傾向が 一致しており、極性反転2層構造を有すること が確認できた. Zn 極性の膜上でも O 極性膜が 形成されたことから、今回の手法は下地に依存 せず極性制御が可能であることがわかる.







極性反転2層共振子における縦波変換損 図 2 失の周波数特性

参考文献

[1] 中村僖良,; 日本音響学会誌, 56(2000), pp. 579-584 [2] J. S. Park, et al.; Appl. Phys. Lett., 90(2007), 201907