熱処理による c 軸平行配向 ZnO 膜のすべりモード電気機械結合係数の向上

Improvement of shear-mode electromechanical coupling of

c-axis-parallel-oriented ZnO film by annealing treatment

同志社大¹, 早稲田大² ⁰紀本 佳苗¹, 高柳 真司¹, 柳谷 隆彦²

Doshisha Univ.¹, Waseda Univ.², °Kanae Kimoto¹, Shinji Takayanagi¹, Takahiko Yanagitani²

E-mail: stakayan@mail.doshisha.ac.jp

1. はじめに

厚みすべりモード共振子は,液体の粘度測定 や液中での分子間相互作用の検出が可能であ る.すべりモード共振子の圧電材料として薄膜 を用いると、厚みを薄くでき高周波で駆動する ことから、より高感度なセンサを実現できる. 我々はこれまでに、スパッタ法を用いて圧電 軸(c軸)が基板面に対して平行な(1120)面に配 向した ZnO 薄膜を形成し、すべりモードの励 振に成功した[1]. しかし,その圧電性は低く, 単結晶 ZnO の 6 割程度であった^[2]. その原因の 一つとして, 成膜初期に結晶性が悪く圧電に寄 与しない層(不活性層)の形成が挙げられる. (1120) 面配向は成膜中に基板に高エネルギーの 負イオンを照射することで得られる^[2].この際, スパッタされた ZnO 粒子が基板上で運動し安 定な(0001)面配向をしないように、基板を冷却 して成膜する. そのため, 成膜初期は結晶が形 成されにくく歪みを持ち不活性層ができやす いと考えられる. そこで、本研究では、材料に 熱エネルギーを与えることで結晶の歪みを緩 和する熱処理に着目し, 圧電性の向上を試みた.

2. ZnO 膜の作製方法

RF マグネトロンスパッタ装置を用いて, Fig. 1 に示す手順でA1 膜付きの合成石英基板上に2 つの ZnO 試料を作製した. Sample A では, 一 度に 3.0 μ m 成膜した後に熱処理を行った. ま た Sample B では, いったん 0.7 μ m 成膜した後 に熱処理を行い, さらに 2.3 μ m 成膜した後に 再び熱処理を行った. ここで, ターゲット材と して ZnO 焼結体を用い, RF 電力 50 W, 雰囲気 ガス圧 0.1 Pa (Ar:O₂=1:3), 基板冷却水 5℃ で 成膜した. また, 雰囲気ガス圧 0.1 Pa (Ar:O₂ =1:3), 基板加熱 300℃ で, 2 時間熱処理した.

3. ZnO 膜の結晶性, 圧電性の評価

作製した試料の結晶性を XRD により評価した. Sample A では, 熱処理後に(1120)面のピーク強度が2倍以上になり半値幅も小さくなった.また, ピーク位置も高角側にシフトし, 粉末

XRD の参照値 20=56.6° に近づいた. よって, 熱処理により歪みが緩和したことが判る. Sample B の XRD パターンを Fig. 2 に示す. Sample B でも最初の成膜後の熱処理では同様 の変化が見られた、その後、再び成膜すると 20=56°付近にピークが2つ観測された.これは 熱処理後の ZnO 膜上に歪みを持った膜が堆積 したためだと考えられ、最終的な熱処理によっ て再び歪みが緩和したことが判る.続いて,作 製した ZnO 膜上に Cu 電極を蒸着して HBAR を構成した.この HBAR の横波変換損失を測定 することで、すべりモード電気機械結合係数 k を推定した. その結果, k は Sample A では 0.17, Sample B では 0.23 となった. 熱処理を行わな かった試料では k,が 0.15 であったため, 熱処 理により結晶性だけでなく, 圧電性も向上した.



参考文献

[1] T. Kawamoto, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **46**, 4660 (2007). [2] S. Takayanagi, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 232902 (2012).