

RF スパッタリングにより成膜された (K, Na)NbO₃ 膜の BAW・SAW 特性 BAW and SAW Characteristics of (K, Na)NbO₃ Films Deposited by RF Sputtering

○(M1) 吉澤 宗真¹, 鈴木 雅視¹, 垣尾 省司¹, 伊東 良晴², 舘山 明紀², 舟窪 浩²,
若林 剛³, 柴田 憲治⁴ (山梨大学¹, 東京工業大学², 株式会社コイケ³, 株式会社サイオクス⁴)

○Kazuma Yoshizawa¹, Masashi Suzuki¹, Shoji Kakio¹, Yoshiharu Ito², Akinori Tateyama², Hiroshi Funakubo²,
Tsuyoshi Wakabayashi³, and Kenji Shibata⁴

(Univ. of Yamanashi¹, Tokyo Institute of Technology², Koike Co., Ltd.³, SCIOCS Co., Ltd.⁴)

E-mail: g20te022@yamanashi.ac.jp

1. はじめに 圧電薄膜共振子や弾性表面波 (SAW) フィルタには, 高い電気機械結合係数 (K^2), 速い位相速度, 低い伝搬損失, 安定した温度特性を持つ圧電材料が求められている. 前報では, 水熱合成法により成膜した (K,Na)NbO₃(KNN)膜^[1]のバルク弾性波 (BAW) と SAW の伝搬特性を報告した^[2]. 本報では, 高周波 (RF) スパッタリングにより成膜した KNN 膜^[3]について BAW と SAW の伝搬特性を評価し, 水熱合成膜と比較した結果を報告する.

2. BAW 伝搬特性の評価 SiO₂/(100)Si 基板上に, 密着層として Ti を(膜厚: 2 nm), 下部電極として Pt(111)を(膜厚: 200 nm)それぞれ成膜した. KNN 膜の組成比 K/(K+Na)が 0.35 となるよう調製されたセラミックターゲットを用いた RF スパッタリングにより, 500~660°C の基板温度で Pt 上に(001)配向 KNN 膜(膜厚: 2.0 μm)を成膜した. 上部電極として Au 膜を真空蒸着し, 基板付き薄膜共振子 (HBAR) を作製, ネットワークアナライザにより変換損失を測定し, Mason の等価回路モデルより求められる理論値とのフィッティングから, 電気機械結合係数 K_t , バルク波速度 V_L を求めた. Fig. 1 に変換損失の測定値と理論値を示す. $K_t=0.27$, $V_L=7,850$ m/s が得られ, 水熱合成膜と同程度の K_t , 約 1,000 m/s 速い位相速度を示した.

3. SAW 伝搬特性の評価 前項と同様の成膜条件にて, Pt 下部電極を設けない (100) SrTiO₃(STO)基板上に(001)配向 KNN 膜(膜厚: $h=5.0$ μm)を成膜した. Al 蒸着膜を用いて送受すだれ状電極 (IDT, 波長 $\lambda=8, 12, 20$ μm, 対数 30, 伝搬路長 $L=5\lambda\sim 100\lambda$) を作製した. Fig. 2 に $\lambda=8$ μm, 伝搬路長 50λ における周波数特性を示す. レイリー型 SAW の基本次 (0 次) モードと 1 次モードの応答が観測された. Fig. 3 に規格化膜厚 h/λ に対する位相速度を示す. 0 次, 1 次モードともに, h/λ に対して STO の位相速度から単調に減少する分散が観測された.

IDT の放射アドミタンス特性から求めた SAW の電気機械結合係数 K^2 は, $h/\lambda=0.42$ において 0.21% であり, 水熱合成膜の $h/\lambda=0.48$ における 0.88% の 1/4 程度であった. また, 伝搬路長に対する最小挿入損失の勾配から求めた 0 次モードの伝搬損失は 0.13 dB/ λ であり, 水熱合成膜の約 1/2 であった. さらに, 試料温度を 30°C から 70°C まで変化させて測定した周波数

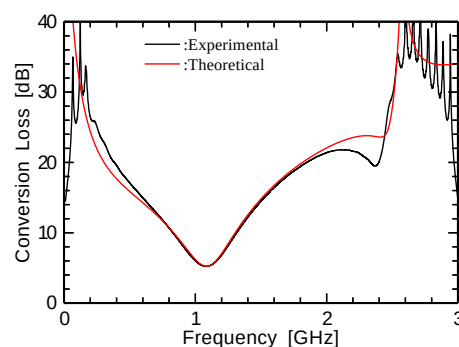


Fig. 1 Conversion losses of HBAR.

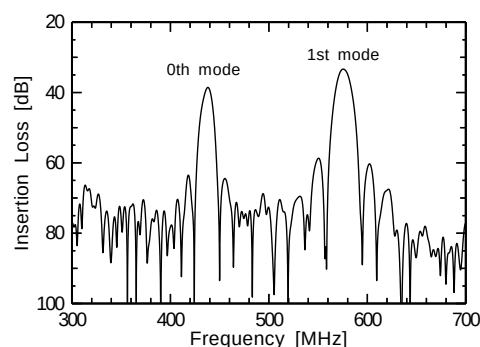


Fig. 2 Frequency response of R-SAWs.

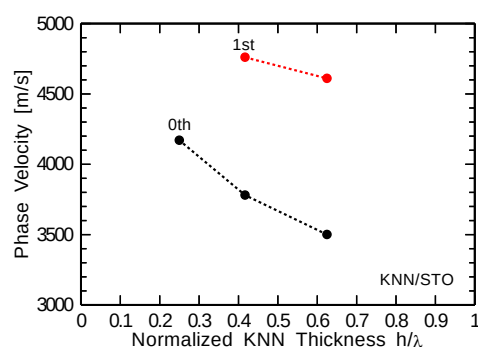


Fig. 3 Phase velocity of R-SAWs.

温度係数は -41.5 ppm/°C であり, SAW フィルタに多用される LiTaO₃ と同等の値を示した.

今後は, さらに高い結合係数や低い伝搬損失を得るための KNN 作製条件を検討する.

参考文献

- [1] A. Tateyama, *et al.*, J. Crystal Growth, **511** (2019) 1.
- [2] 吉澤, 他, 第 81 回応物秋, 10-Z22-12 (2020).
- [3] K. Shibata, *et al.*, JJAP, **50** (2011) 041503.