

水熱合成 (K, Na)NbO₃ 膜の電気機械結合係数の評価

Evaluation of Electromechanical Coupling Coefficients of Hydrothermally-Synthesized (K,Na)NbO₃ Films

○(M1) 吉澤 宗真¹, 鈴木 雅視¹, 垣尾 省司¹, 伊東 良晴², 館山 明紀², 舟窪 浩², 若林 剛³
(山梨大学¹, 東京工業大学², 株式会社コイケ³)

○Kazuma Yoshizawa¹, Masashi Suzuki¹, Shoji Kakio¹, Yoshiharu Ito², Akinori Tateyama², Hiroshi Funakubo², and Tsuyoshi Wakabayashi³ (Univ. of Yamanashi¹, Tokyo Institute of Technology², Koike Co., Ltd.³)

E-mail: g20te022@yamanashi.ac.jp

1. はじめに 弾性表面波(SAW)フィルタや圧電薄膜共振子には, 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望まれている. 本報では, 水熱合成法により作製した(K,Na)NbO₃(KNN)膜を用いて, 基板付き薄膜共振子(HBAR)を作製し, そのバルク波応答から電気機械結合係数を評価した結果, および KNN 膜上に送受すだれ状電極(IDT)を作製し, SAW 伝搬特性を評価した結果を報告する.

2. HBAR による結合係数の評価 下部電極として SrRuO₃ を成膜した SrTiO₃ 基板の上に KNN 膜を水熱合成法により作製した^[1]. KOH+NaOH 混合溶液に, Nb 源として Nb₂O₅ 粉末を添加し, 180~240 °C, 4~66 時間の水熱合成により 1.3~5.3 μm の膜厚を成膜した. Nb₂O₅ 粉末として結晶質(crystal), または非晶質(amorphous)のものを用いた. KNN 膜表面に上部電極として Au 薄膜を真空蒸着し, ネットワークアナライザを用いて下部電極との間の変換損失を測定し, 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 を求めた.

組成比 $x=K/(K+Na)$ を変化させて作製した KNN 膜の K_t を Fig. 1 に示す. 結晶質 Nb 源の場合, x に従い K_t は増加し, $x=0.88$ で最大値 $K_t=0.29$ を示した. 一方, 非晶質 Nb 源, $x=1.0$ のとき $K_t=0.08$ であり, Na を含まない場合には結合係数が小さいことがわかった.

3. SAW 伝搬特性の評価 前節で, K_t 最大値を示した $x=0.88$ に組成を固定し, 0.25 g, または 0.5g の非晶質 Nb 源を用いて KNN 膜を作製した試料 2 種と, 下部電極 SrRuO₃ を堆積せずに 0.25 g の Nb 源を用いて作製した試料(膜厚 15.3~16.0 μm)に, Al 蒸着膜を用いて送受 IDT (波長 $\lambda=32$ μm, 対数 30, 伝搬路長 $L=5\lambda\sim 50\lambda$, 交叉幅 50λ)を作製した.

Fig. 2 に周波数特性の例(Nb 源 0.5g, 膜厚 16.0 μm, 下部電極あり)を示す. 3 つの応答が観測され, 低周波側の 2 つの応答は, レイリー型 SAW の基本次と 1 次モードと考えられる. 200 MHz 付近の応答はバルク波と考えられるが詳細は検討中である. Fig. 3 に伝搬路長に対する基本次モードの最小挿入損失を示す. この勾配から求めた伝搬損失は 0.28 dB/λ であった.

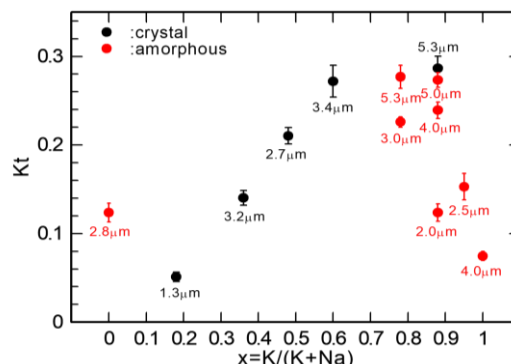


Fig. 1 Electromechanical coupling coefficients.

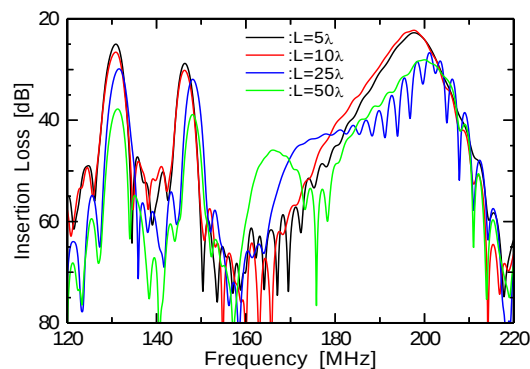


Fig. 2 Frequency responses.

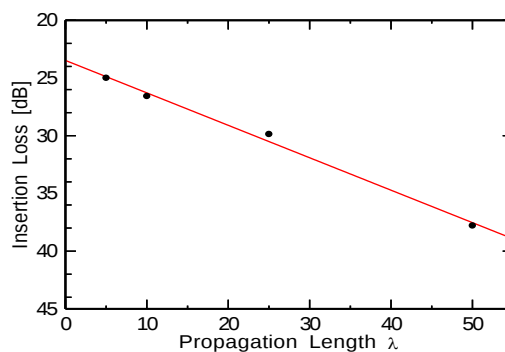


Fig. 3 Propagation loss.

また, IDT の放射アドミタンス特性から求めた基本次モードの電気機械結合係数 K^2 は 0.88% であり, Nb 量 0.25 g の試料, 下部電極無し試料の K^2 はそれぞれ 0.49%, 0.59% であった.

今後は, さらに大きな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.

[1] A. Tateyama, et al., J. Crystal Growth, **511**, 1 (2019).