

高音速薄膜装荷によるリーキー弾性表面波の低損失化 — LiTaO₃ 基板への適用 —

Loss Reduction of Leaky SAW by Loading with High-velocity Thin Film

○垣尾 省司, 勝谷 信介, 保坂 桂子 (山梨大院)

°Shoji Kakio, Shinsuke Katsutani, and Keiko Hosaka (Univ. of Yamanashi)

E-mail: kakio@yamanashi.ac.jp

1. はじめに: リーキー弾性表面波 (Leaky SAW: LSAW) は, バルク波を放射しながら伝搬するために伝搬減衰を有している. 基板よりも位相速度の遅い薄膜などを装荷し, 無損失化 (ラブ波化) する方法があるが, デバイスの高周波化には不利である. 著者らは, 前報において, 回転 Y カット X 伝搬 LiNbO₃ (LN) 基板上に高音速な AlN 薄膜を装荷すると, LSAW の伝搬減衰が低減することを明らかにした[1]. 本報告では, 本手法の LiTaO₃ (LT) 基板への適用を検討した結果について述べる.

2. 理論解析: 前報と同様の解析手法により, AlN 薄膜を装荷した回転 Y カット X 伝搬 LT 上の LSAW 伝搬特性を計算した. Y 軸からのカット角 θ に対する伝搬減衰の計算値 (境界面短絡) を図 1 に示す. パラメータは波長 λ で規格化した膜厚 h/λ である. 薄膜の弾性定数は, 実験において成膜される AlN 薄膜に対する算定値[2]を用いた. 未装荷では, $\theta=36^\circ$ で伝搬減衰がゼロとなる一方, 結合係数 K^2 が大きな Y カット ($\theta=0^\circ$, $K^2=7.8\%$) 付近では伝搬減衰が大きい[3]. AlN 薄膜の膜厚を 0.4λ まで増加させると, ゼロ減衰を示すカット角が 36° から -20° にシフトすることがわかる. しかし, K^2 は AlN 薄膜の膜厚に対して単調に減少するため, 未装荷における $\theta=36^\circ$ の場合 ($K^2=5.2\%$) よりも大きな K^2 とゼロ減衰は同時に得られない.

3. 実験: 0° YX-LT 基板上に, 送受すだれ状電極 (IDT, 波長 $\lambda=8.0\ \mu\text{m}$, 30 対のシングル電極) を Al 蒸着膜にて形成した後, ロングスロースパッタカソードを有する RF スパッタリング装置を用いて, 前報と同一の成膜条件 (基板温度 150°C) にて, IDT と伝搬路 (短絡表面) 上に, 配向性が低い非圧電性の AlN 薄膜を成膜した. $h/\lambda=0.178, 0.283, 0.380$ の規格化膜厚を有する試料を作製した.

送受 IDT 間の周波数特性の例として, 未装荷試料, および $h/\lambda=0.283$ の試料の特性を図 2 に示す (伝搬路長 $L=50\lambda$). 未装荷では $500\ \text{MHz}$ 付近に LSAW の応答が存在するが, 挿入損失 IL が $56\ \text{dB}$ と非常に大きい. LSAW の IL は薄

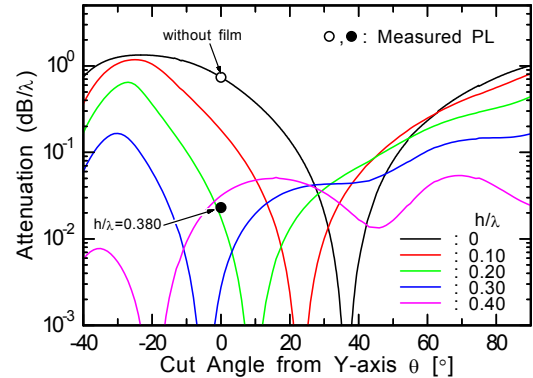


図 1 カット角に対する LSAW 伝搬減衰

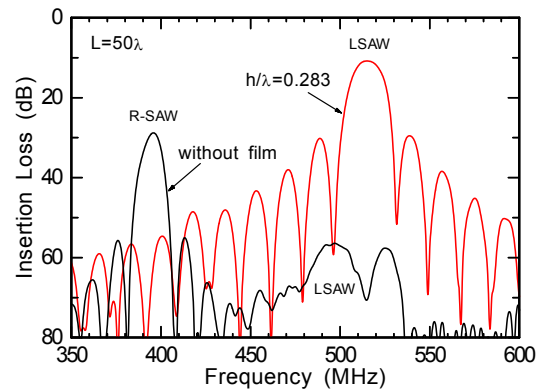


図 2 0° YX-LT 上の送受 IDT 間の周波数特性

膜装荷後に $10.8\ \text{dB}$ まで低減した. 伝搬路長に対する IL の傾きから伝搬損失 PL を求めた. 未装荷試料, 最小の伝搬損失を示した $h/\lambda=0.380$ の試料の PL を図 1 中に示す. 未装荷では $0.72\ \text{dB}/\lambda$ であった PL は, AlN 薄膜装荷後に $0.02\ \text{dB}/\lambda$ に低減した. この値は, 0° YX-LT 基板上の LSAW を Ta₂O₅ 薄膜装荷によりラブ波化させた場合の $PL(=0.03\ \text{dB}/\lambda)$ [4] よりも小さい. しかし, K^2 測定値は, 未装荷の 4.5% から AlN 薄膜装荷後に 2.7% に減少した.

参考文献

- [1] 垣尾, 保坂: 第 76 回応物秋季予稿集, 14a-2K-9 (2015) 01-021.
- [2] F. Matsukura and S. Kakio: Jpn. J. Appl. Phys. **53** (2014) 07KD04.
- [3] K. Nakamura, M. Kazumi, and H. Shimizu: Proc. IEEE Ultrasonics Symp., 1977, p. 819.
- [4] S. Kakio, H. Fukasawa, and K. Hosaka: Jpn. J. Appl. Phys. **54** (2015) 07HD03.