

LiNbO₃/SiO₂/水晶構造におけるリーキーSAWの解析

Analysis of leaky SAW on LiNbO₃/SiO₂/quartz structure

○(M1) 浅川 詩織¹, 林 純貴^{1*}, 鈴木 雅視¹, 垣尾 省司¹,
手塚 彩水², 桑江 博之², 水野 潤² (山梨大学¹, 早稲田大学²)
○Shiori Asakawa¹, Junki Hayashi¹, Masashi Suzuki¹, Shoji Kakio¹, Ami Tezuka²,
Hiroyuki Kuwae², and Jun Mizuno² (Univ. of Yamanashi¹, Waseda Univ.²)

E-mail: g19te002@yamanashi.ac.jp

1. はじめに 近年, 弾性表面波(SAW)デバイスの高周波化・高結合化・高Q化・高安定化のため, 異種材料を組み合わせた基板構造が国内外で広く研究されている^[1]. 前報において著者らは, LiNbO₃(LN)薄板に, Quartz 基板を接合した構造(LN/Q)の接合境界面に, 膜厚が波長 λ の1%程度のアモルファス層(SiO₂またはAl₂O₃)を挿入し接合強度を増加させた構造において, 縦型リーキーSAWの共振特性が向上することを理論的に明らかにした^[2]. 本報告では, 同構造についてリーキーSAW(LSAW)における中間層の影響を検討した結果を報告する.

2. 理論解析 まず, 回転YカットX伝搬LN/Q構造上のLSAWについて解析した. なお, この構造は門田らによっても検討されている^[3]. 解析の結果, 薄板を27°Yカット付近とし, 支持基板を薄板よりも高音速なAT90°X-Qとすれば, 26%程度の結合係数 K^2 と0.01 dB/λ以下の伝搬減衰を示すことがわかった. 次に, この構造にSiO₂を挿入した27°YX-LN/SiO₂/AT90°X-Q構造について解析した. Fig.1(a), (b)にLN規格化板厚 h/λ に対する K^2 , 周波数温度係数TCF(短絡表面)をそれぞれ示す. パラメータはSiO₂規格化膜厚 h_a/λ である. K^2 は $h/\lambda=0.2$, $h_a/\lambda=0.1$ で26.7%を示し, h_a を 0.1λ より厚くすると減少した. TCFは h_a/λ の増加に伴い正の方向にシフトするがその影響は小さい. 例えば, 23.5%の K^2 を示す $h/\lambda=0.2$, $h_a/\lambda=0.3$ においては, -43 ppm/°Cであり, 27°YX-LN単体(-78 ppm/°C)の約1/2に減少した.

3. FEM解析 無限周期電極構造を仮定した27°YX-LN($h/\lambda=0.2$)/アモルファス層/AT90°X-Q構造上のLSAW共振特性を有限要素法(FEM)により解析した. 支持基板の厚みは 10λ , SiO₂膜 h_a は 0.3λ と仮定し, 波長は $\lambda=8\mu\text{m}$ とした. 機械損と誘電損は考慮していない. Fig. 2に解析結果を示す. 接合構造では, 27°YX-LN単体と比較してアドミタンス比, Qが増加した. また, LN単体, LN($h/\lambda=0.3$)/Q構造の比帯域幅はそれぞれ, 9.7%, 12.2%であるのに対し, 27°YX-LN/SiO₂/AT90°X-Q構造では11.5%と同程度の値を示した. またAl₂O₃を $h_a/\lambda=0.01$ 挿入した場合, 共振特性に対する影響は小さいが, 低周波側のスプリアスが低減した.

今後は, 更なる高結合かつ低TCFを実現可能な構造の探索を行う.

*現在, スイークスフィルターソリューションズジャパン株式会社に勤務

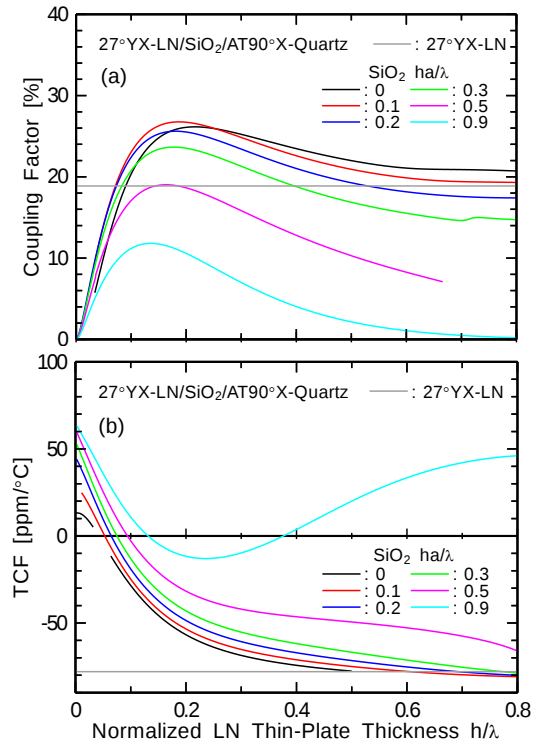


Fig. 1 (a) Coupling Factor K^2 & (b) TCF for LSAW.

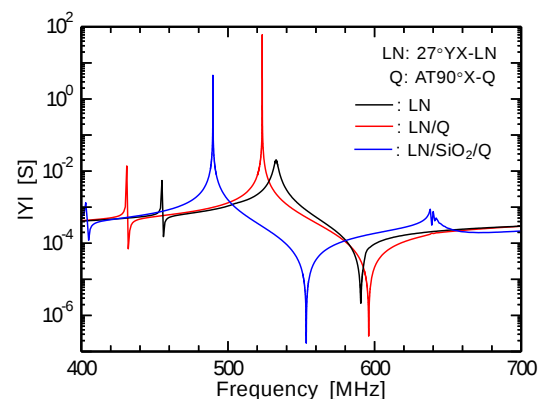


Fig. 2 Simulated resonance properties for LSAW.

謝辞 討論いただいた株式会社日本製鋼所の岸田和人氏, 米内敏文氏, 横田裕章氏に感謝します. 本研究の一部は, 日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(B), No. 17H03233)の支援を受けた.

参考文献

- [1] 例えば, M. Gomi, et al., JJAP 56 (2017) 07JD13.
- [2] 浅川, 他, 第 66 回応物春, 10p-PB1-5, 2019.
- [3] 門田, 他, 弾性波素子技術第 150 委員会第 148 回研究会資料, pp.1-7, 2017.