

LiNbO₃・LiTaO₃ 薄板/水晶基板における縦型リーキーSAW 特性の 基板カット角依存性

Dependence of Substrate Cut Angle for LLSAW properties on LiNbO₃ or LiTaO₃ Thin Plate
Bonded to Quartz Substrate

○山谷 浩介¹, 林 純貴¹, 鈴木 雅視¹, 垣尾 省司¹, 須崎 遥², 米内 敏文³, 岸田 和人³, 水野 潤²

(1. 山梨大学, 2. 早稲田大学, 3. 日本製鋼所)

○Kosuke Yamaya¹, Junki Hayashi¹, Masashi Suzuki¹, Shoji Kakio¹

Haruka Suzaki², Toshihumi Yonai³, Kazuhito Kishida³, and Jun Mizuno²

(1. Univ. of Yamanashi, 2. Waseda Univ., 3. The Japan Steel Works, Ltd.)

E-mail: t14ee054@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

近年, 移動通信システムの発展に伴い, 弾性表面波(Surface Acoustic Wave: SAW)デバイスの高周波・高結合化が要求されている. 高周波化を図る1つの方法として, 伝搬減衰は大きいが高速度な位相速度を有する縦型リーキーSAW(Longitudinal-type Leaky SAW: LLSAW)の利用が注目されている. その高結合化の方法として, LiNbO₃(LN)薄板またはLiTaO₃(LT)薄板をATカット45°X伝搬水晶と接合させることにより, LLSAWの結合係数 K^2 が単体基板に対し2~3倍に増加することが明らかにされている^[1, 2]. また, 温度特性も単体と比べて向上することが実験的に報告されている^[3]. しかし, 接合後の伝搬減衰が大きく, Q 値が小さいという問題がある.

そこで, 本研究では支持基板である水晶の最適なカット角について理論的検討を行った. 解析したLLSAW伝搬特性および周波数温度係数(TCF), 共振特性について報告する.

2. 理論解析

支持基板として, X カット水晶を取り上げた. この基板とLLSAWに対する K^2 が大きい $X31^\circ Y$ -LTを接合した構造において理論解析を行った. Fig. 1に, 波長 λ で規格化したLTの板厚 h/λ に対する伝搬減衰および K^2 を示す. X カット水晶の伝搬方向は, LLSAWの伝搬減衰がより小さくなる方向とし, $32^\circ Y$ 伝搬とした. ATカット水晶を用いた場合と比較すると, 伝搬減衰の最小値が約1/40分の0.0005 dB/ λ となった. 加えて, K^2 はATカット水晶の時と同程度の値を示した. TCFについては, 支持基板変更前とほぼ同じ様相を示し, 伝搬減衰が最小値を示す板厚($h/\lambda=0.062$)において-15.2 ppm/°CのTCFを示した.

次に, 有限要素法(FEM)を用いて, $X31^\circ Y$ -LT薄板上($h/\lambda=0.07$)に形成したIDT型共振子($\lambda=8.0 \mu\text{m}$, 電極Al膜厚 $0.1 \mu\text{m}$)の無限周期構造におけるLLSAW共振特性について解析を行った. 解析結果をFig. 2に示す. 支持基板がAT

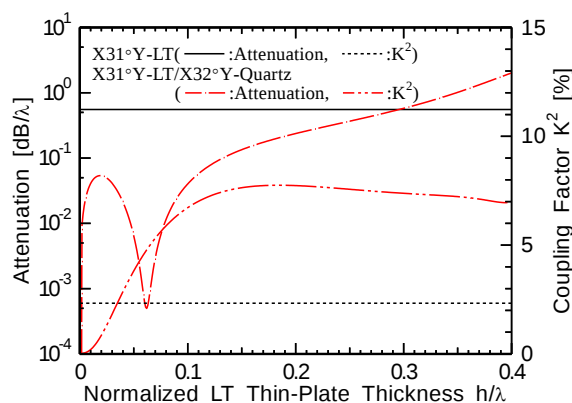


Fig. 1 Attenuation and K^2 vs LT thin plate thickness h/λ .

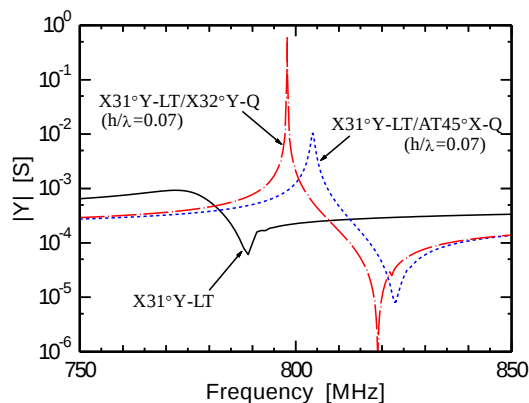


Fig. 2 Simulated resonance properties.

カット水晶の場合と比べ, 比帯域幅が2.3%から2.6%に, アドミタンス比が62 dBから117 dBに, 共振 Q 値が1000から53400にそれぞれ増加し, X カット水晶の支持基板としての優位性が理論的に示された. 今後は, $X32^\circ Y$ 水晶との接合構造における実験的な評価を行う.

参考文献

- [1] M. Gomi, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **56**, 07JD13 (2017).
- [2] 林, *et al.*, 第78回応用物理学会秋季学術講演会予稿集 5p-PB7-3 (2017).
- [3] J. Hayashi, *et al.*, Proc. IEEE Ultrasonics. Symp., P4-C1-1 (2017).