水晶同種接合構造上の縦型漏洩弾性表面波の解析

Analysis of Longitudinal Leaky SAW

on Quartz Thin Plate Bonded to Similar-material Substrate

山梨大 ⁰(M1)藤井 雄大, 藤巻 貴海, 鈴木 雅視, 垣尾 省司

Univ. of Yamanashi, °Yudai Fujii, Takumi Fujimaki, Masashi Suzuki, and Shoji Kakio

E-mail: g21te020@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

次世代通信システムには、広帯域、高Q等の特性を有する高性能な弾性表面波(SAW)デバイスが要求されている.当研究室では、カット角の異なる水晶(Quartz: Qz)同士を接合させた同種材料接合構造上のリーキーSAW(LSAW)に対して良好な共振特性が得られることを理論的に明らかにしている^[1].

本報告では、伝搬方位の異なる X-cut Qz 同 士を接合させた構造の縦型漏洩弾性表面波 (LLSAW)の伝搬特性と共振特性の解析結果に ついて述べる.

2. 伝搬特性

支持基板に X41°Y-Qz, 薄板として支持基板 より遅い位相速度を持つ X176.5°Y-Qz を用い た接合構造上の LLSAW の伝搬特性を解析し た.Fig. 1 に X176.5°Y-Qz/X41°Y-Qz における(a) 位相速度と伝搬減衰, (b)電気機械結合係数 K^2 と TCF を示す. 横軸は波長 λ で規格化した薄 板の板厚 h/λ である. $h/\lambda=0.99$ で伝搬減衰が最 小値(1.8×10⁻⁵ dB/ λ)を示した. そのときの K^2 は 0.14%であり, X41°Y-Qz 単体の K^2 (0.0026%)と 比較して約 50 倍である. さらに, その板厚の TCF は-8.6 ppm/°Cであり, X41°Y-Qz 単体の TCF(-58.9 ppm/°C)と比較して約 1/7 である.

3. 共振特性

上述の接合構造上に無限周期の Al 製すだれ 状電極(IDT)を設けたモデルに対して, FEM を 用いて LLSAW の共振特性を解析した.機械損 失は考慮していない. Al 膜厚と薄板板厚を最 適化した共振特性($h/\lambda=0.98$, $h_{Al}/\lambda=0.005$)を Fig. 2 に示す. 横軸は IDT 波長(8 μ m)と周波数を乗 じた位相速度である.アドミタンス比が 122 dB であり,水晶単体では得られない大きな共振特 性が得られた. Table I に X-cut Qz 同士の接合 構造の共振特性を示す. いずれの構造も水晶単 体では成し得ない大きな共振特性を見出した.

以上の解析結果から, 伝搬方位の異なる X カット水晶同士を接合させると, 低い伝搬減衰 や大きなアドミタンス比を示す LLSAW が現 れることを明らかにした.

参考文献

[1] T. Fujimaki, et al., JJAP 60 (2021) SDDC04.



Fig.2 Simulated resonance properties of LLSAW on single Qz substrate and X176.5°Y-Qz/X41°Y-Qz.

5900

Phase Velocity [m/s]

5800

6100

6000

Table ISimulated resonance properties.

10⁻⁸

5700

	アドミタンス比 [dB]	比帯域幅 [%]	共振 $Q_{\rm r}$	反共振 $Q_{\rm a}$
X59°Y-Qz(<i>h</i> /λ=0.40)/X41°Y-Qz	78	0.082	216,700	288,980
$X0^{\circ}Y-Qz(h/\lambda=0.97)/X41^{\circ}Y-Qz$	63	0.082	34,570	16,190
$X176.5^{\circ}Y-Qz(h/\lambda=0.98)/X41^{\circ}Y-Qz$	122	0.086	185,060	740,880