

ScAlN 薄膜/回転 Y カット水晶基板上 LSAW における最適構造探索 Analysis of LSAW propagation properties on ScAlN film/rotated Y-cut quartz substrate

山梨大学, °鈴木 雅視, 垣尾 省司
Univ. of Yamanashi, °Masashi Suzuki and Shoji Kakio
E-mail:masashis@yamanashi.ac.jp

1. あらまし

現在, 移動情報通信端末内の周波数フィルタに用いられる弾性表面波デバイスには高結合係数, 低損失, 高位相速度, 高い温度安定性等の高性能化が求められている。しかし, 従来 SAW デバイス構造(IDT/圧電基板)では, これらの要求の両立は困難とされてきた。一方で我々の研究グループでは, LiNbO₃(LN), LiTaO₃(LT) 圧電薄板/高音速基板(水晶, サファイヤ等)の層構造基板構造を用いることで, 高位相速度をもつリーキー SAW(LSAW), 縦型リーキー SAW(LLSAW)の高結合化, 低伝搬減衰化, 高温安定化を実験的, 理論的に明らかにした[1,2]。また LN, LT 薄板の代替として巨大圧電性をもつ ScAlN 膜を水晶基板上に装荷した構造においても, 理論的検討の段階ではあるが, LLSAW での高結合係数, 低伝搬減衰が得られると報告している[3]。これらの成果より, 我々は ScAlN/水晶基板では LLSAW と同様に, LSAW においても高結合係数および低伝搬減衰が得られると考えた。そこで本研究では, Farnell と Adler の SAW 伝搬理論解析および FEM 解析から得た ScAlN 薄膜/回転 Y カット水晶基板上 LSAW 伝搬特性から最適構造の探索を行った。

2. 理論解析結果

図 1 に(0° 90° 60°)ScAlN 層/(0° θ 0°)水晶基板構造での LSAW 結合係数(実線)および伝搬減衰(点線)の理論解析結果を示す。すべての規格化膜厚 h_{ScAlN}/λ において伝搬減衰は $\theta=129.5^\circ$ で極小値を示した。またこの水晶基板オイラー角での K^2 は 4.5% 以上を示している。よって水晶基板オイラー角は, (0° 129.5° 0°) が最適であると考えられる。次に, 各 h_{ScAlN}/λ における(0° 90° 60-72°)ScAlN/(0° 129.5° 0°)水晶構造上 LSAW の伝搬減衰, 結合係数の理論解析を行った(図 2)。伝搬減衰(点線)では, 極小値を示す h_{ScAlN}/λ が存在する。この極小値は ScAlN 単層の LSAW 伝搬減衰よりも一桁以上小さいため, ScAlN/水晶基板構造でも LSAW の低伝搬減衰化が得られることがわかった。結合係数(実線)は $h_{\text{ScAlN}}/\lambda=0.2$ 付近で最大値を示し, この値は ScAlN 単層の値より高結合化している。

図 3 に FEM 解析により計算した IDT/(0° 90° 66° ψ 72°)ScAlN/(0° 129.5° 0°)水晶基板でのアドミタンス特性を示す。各構造での h_{ScAlN}/λ は伝搬減衰が極小値付近となる値を設定した。 $\psi=69^\circ$ では帯域幅=2.9%, アドミタンス比=100 dB, 共振 Q=5,210, 反共振=5,620 と最も良い LSAW 共振特性が得られた。以上より, 高結合係数と高 Q 値を両立する(0° 90° 69°)ScAlN 層/(0° 129.5° 0°)水晶が最適構造であると考えられる。

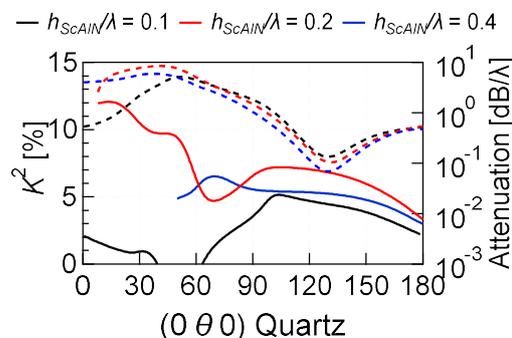


図 1 (0° 90° 60°)ScAlN/(0° θ 0°)水晶構造上 LSAW 結合係数(実線), 伝搬減衰(点線)

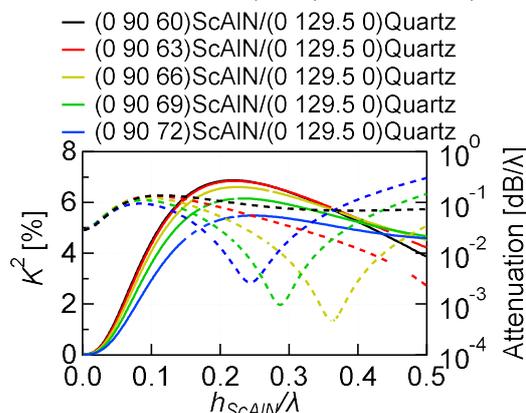


図 2 (0° 90° 60-72°)ScAlN/(0° 129.5° 0°)水晶構造上 LSAW 結合係数(実線), 伝搬減衰(点線)

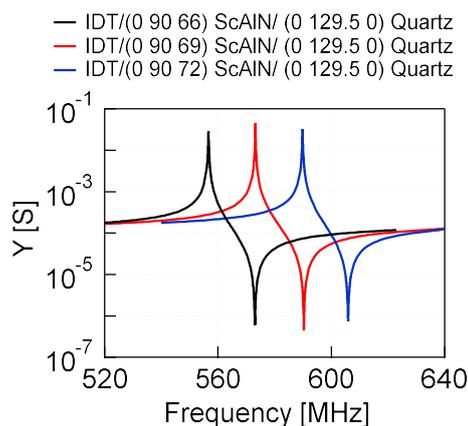


図 3 FEM 解析による IDT/ScAlN/水晶構造 LSAW 共振子のアドミタンス周波数特性

- [1] M. Gomi, et al., JJAP, 56, 07JD13 (2017)
[2] J. Hayashi, et al., JJAP, 57, 07LD21 (2018)
[3] 鈴木ら, 第 79 回応用物理学会秋季講演会, 18a-231B-1, 2018.