

ScAlN 圧電層 / LiNbO₃ 圧電基板での縦型リーキーSAW 伝搬における オイラー角の検討

Optimization of Euler angles for longitudinal leaky SAW propagation on piezoelectric ScAlN layers / LiNbO₃ substrates

山梨大学, °(M1)高野 佑成, 鈴木 雅視, 垣尾 省司
Univ. of Yamanashi, °Yusei Takano, Masashi Suzuki and Shoji Kakio
E-mail : g20te013@yamanashi.ac.jp

1. あらまし 次世代通信システムには、高周波化・広帯域化等の高性能な SAW フィルタが求められており、高速な位相速度を有している LLSAW(Longitudinal Leaky SAW)が着目されている。しかし、LLSAW は 2 種類のバルク横波を基板内に放射しつつ伝搬するため、伝搬減衰が大きい欠点がある。当研究グループでは、位相速度の速いアモルファス AlN 膜を電気機械結合係数 K^2 が最も高い X36°Y-LiNbO₃(LN) 上に装荷することで、LN 単体が持つ伝搬減衰が低減することが明らかにした¹。しかし、アモルファス AlN 膜は圧電性がないため結合係数 K^2 が小さくなった。一方で、X36°Y-LN 基板に高圧電性を持つ ScAlN 薄膜を装荷した構造では、 K^2 は増幅したが伝搬減衰の低減は見られなかった²。そこで本研究では、LLSAW での高い位相速度、低伝搬減衰及び高い電気機械結合係数の両立を目的とし、ScAlN 薄膜 / X カット、Y カット、Z カット及び回転 Y カット LN 基板構造の LLSAW 伝搬特性の理論解析し、LN 基板のオイラー角の検討を行った。

2. 理論解析 ScAlN において、LLSAW にて高音速、高結合係数となる(0° 90° 90°) Sc_{0.4}Al_{0.6}N を薄膜とし、様々なオイラー角を持たせた LN を支持基板とした構造上の LLSAW 伝搬特性を解析した。Fig. 1 に、(0° 90° 90°) Sc_{0.4}Al_{0.6}N / X カット、Y カット、Z カット及び回転 Y カット LN 構造の(a)位相速度、(b)伝搬減衰、(c)結合係数の膜厚依存性を示す。第三オイラー角は、各カットごとに結合係数が最大値となる角度に設定した。位相速度について、いずれのオイラー角においても膜厚の増加に伴い位相速度が速くなった。特に(0° 142° 10°) LN、(0° 0° 144°) LN について、膜厚 $h/\lambda=0.3$ 付近で(0° 90° 90°) Sc_{0.4}Al_{0.6}N 単体(約 7,700 m/s)、X36°Y-LN 単体(約 7,400 m/s)を超える結果となった。伝搬減衰については、膜厚の増加に伴い 10⁰-10¹ dB/λ 程度に収束する結果がみられた。ScAlN 単体の値に収束しており、アモルファス AlN 膜で確認された減衰の低減は見られなかった。結合係数については、どのオイラー角の組み合わせにおいても K^2 の最大値が、ScAlN 単体の結合係数(約 12%)を大きく上回る結果となった。特に(0° 142° 10°) LN の場合、 K^2 は約 34%と ScAlN 単体の 2.8 倍となり、位相速度も約 8,200 m/s と ScAlN, LN 単体と比べても十分に早い結果となった。しかし、結合係数最大となる膜厚では、

伝搬減衰が小さくならず、また伝搬減衰が比較的小さい膜厚では、結合係数が小さくなり、低伝搬減衰と高結合係数を両立する構造は現状、発見には至っていない。今後は、伝搬減衰の低減を目指し、ScAlN のオイラー角検討等を行う。

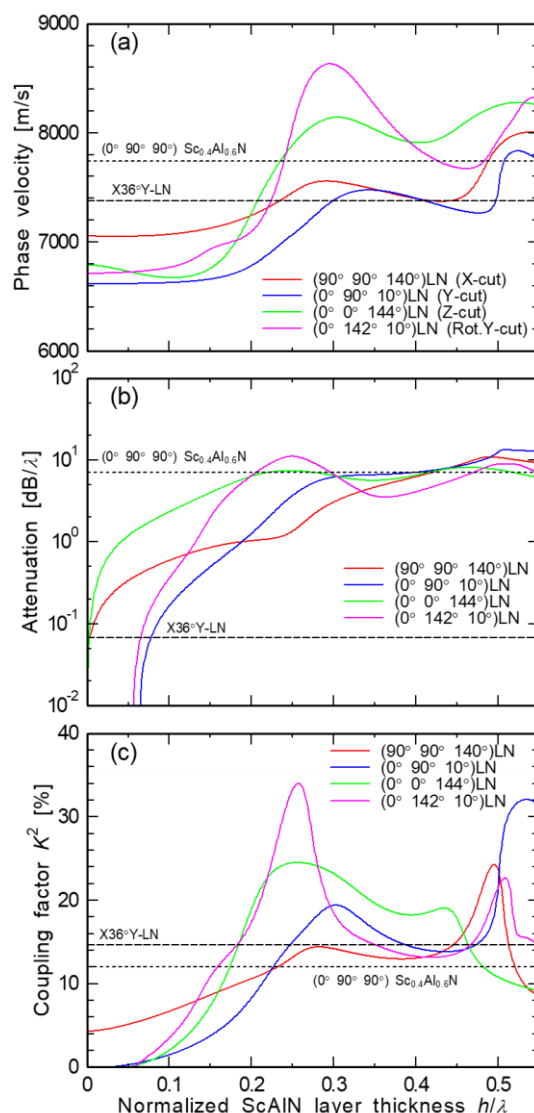


Fig.1 (a) Phase velocity, (b) attenuation and (c) coupling factor of LLSAW on (0° 90° 90°) Sc_{0.4}Al_{0.6}N layer / various LN substrates.

1. F. Matsukura, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **53**, 07KD04 (2014).
2. M. Suzuki, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **57**, 07LD06 (2018).