

LiNbO₃/SiC 構造上の縦型漏洩弾性表面波伝搬特性の解析

Analysis of propagation properties of longitudinal leaky SAW on LiNbO₃/SiC structure

山梨大¹, 山本エイデック² ◯(M1)武居 諒¹, 鈴木 雅視¹, 垣尾 省司¹, 山本 泰司²

University of Yamanashi¹, Yamamoto-ADEC LLC.²

◯Ryo Takei¹, Masashi Suzuki¹, Shoji Kakio¹, and Yasushi Yamamoto²

E-mail: g23te016@yamanashi.ac.jp

1. はじめに 高音速な縦型漏洩弾性表面波 (LLSAW) は SAW デバイスの高周波化に有利であるが, LiTaO₃(LT) や LiNbO₃(LN) の単体基板では伝搬減衰が大きく, SAW デバイスへの利用は困難である. 炭化ケイ素(SiC)は高音速, 高熱伝導率であるため, LLSAW の支持基板^[1]として利用できれば高周波, 高耐電力の SAW デバイスが期待できる. 前報では, SiC を支持基板とし LN 薄板と接合させた X36°Y-LN/4H-SiC 上の LLSAW 共振特性を解析し, 波長 λ で規格化した LN 板厚 h/λ が 0.30 のとき, 9% の比帯域幅と高い Q 値を得た^[2]. その位相速度は 6,200~6,900 m/s であり, SiC の高い音速が活かされていない. 本報では, h/λ が 0.20 以下の X36°Y-LN/4H-SiC 上の LLSAW 伝搬特性, 共振特性を解析した結果を報告する.

2. 伝搬特性 Fig. 1 に h/λ に対する LLSAW の位相速度と伝搬減衰の解析解を示す. 短絡表面では $h/\lambda=0.045, 0.161$ において小さな伝搬減衰を示し, それぞれの位相速度は 11,350 m/s, 7,800 m/s であった. また, LLSAW の位相速度が 4H-SiC 単体のバルク横波速度(7,126 m/s)より遅い h/λ において, 伝搬減衰が消失する非漏洩領域となることがわかった.

3. 共振特性 X36°Y-LN/4H-SiC において, 波長 $\lambda=10 \mu\text{m}$ の Al 製すだれ状電極(IDT)を無限周期とした場合の共振特性を有限要素法(FEM)により解析した. 各材料の材料 Q , 誘電損は考慮していない. Fig. 2 に $h/\lambda=0.161\sim 0.20$ における, 規格化 Al 膜厚 h_{Al}/λ に対する LLSAW の共振 Q 値(Q_r)を示す. $h/\lambda=0.161$ では, $h_{\text{Al}}/\lambda=0.001$ で最大値を示し, 上述の Al 膜厚を考慮していない伝搬解析と同様の結果を示した. h/λ の増加に伴い, 最大値を示す h_{Al}/λ が増加した. $h/\lambda=0.045$ においては, h_{Al}/λ の増加に伴い, Q_r , 反共振 Q 値(Q_a)は減少し, 例えば $h_{\text{Al}}/\lambda=0.03$ のとき, Q_r と Q_a はいずれも約 110 以下の値を示した.

$h/\lambda=0.19$ における, h_{Al}/λ をパラメータとしたときの共振特性を Fig. 3 に示す. 横軸は, 周波数に λ を乗じた位相速度である. $h_{\text{Al}}/\lambda=0.03$ において, 7,200~7,800 m/s の範囲で LLSAW の応答を示し, 7.6 % の比帯域幅, 112 dB のアドミタンス比, 30,000 以上の高い Q_r を示した.

参考文献

- [1] P. Zheng, *et al.*, Proc. IEEE MEMS, p. 1030 (2022).
- [2] 武居, 他, 応物春, 17p-C505-3 (2023).

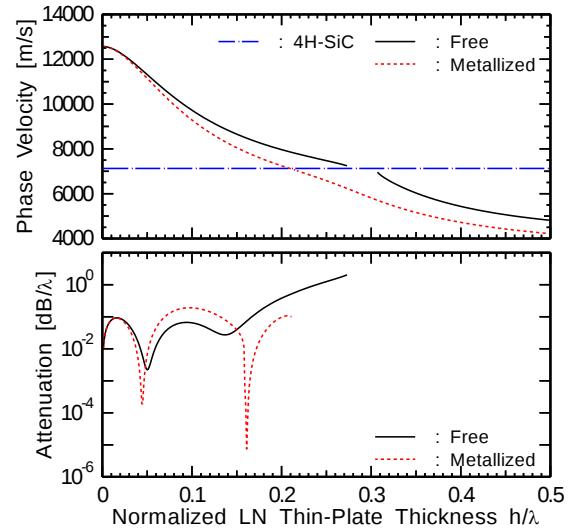


Fig. 1 Calculated phase velocity and attenuation of LLSAW on X36°Y-LN/4H-SiC.

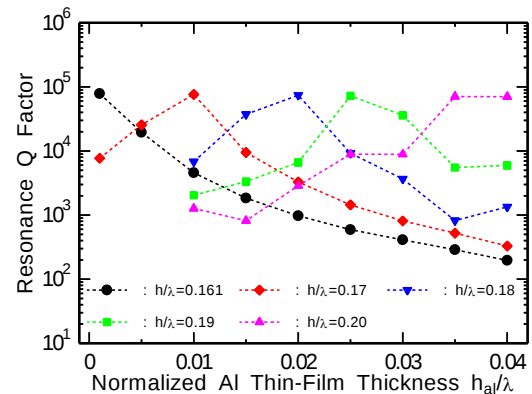


Fig. 2 Simulated resonance Q factor of LLSAW on X36°Y-LN/4H-SiC.

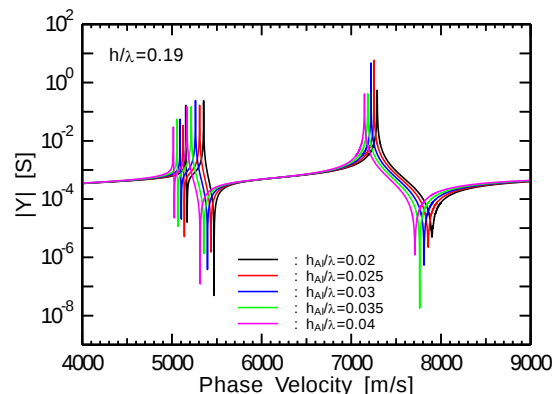


Fig. 3 Simulated resonance properties on X36°Y-LN/4H-SiC.