

直線集束ビーム超音波材料解析システムによる

SiO₂ 薄膜装荷 36° Yカット LiTaO₃ の評価

Evaluation of 36°Y-cut LiTaO₃ with SiO₂ thin film by the line-focus-beam ultrasonic material characterization system

○末永 凌大¹, 鈴木 雅視¹, 垣尾 省司¹, 大橋 雄二², 荒川 元孝², 櫛引 淳一²

(1. 山梨大学, 2. 東北大学)

○Ryota Suenaga¹, Masashi Suzuki¹, Shoji Kakio¹, Yuji Ohashi², Mototaka Arakawa², Jun-ichi Kushibiki²

(1. Univ. of Yamanashi, 2. Tohoku Univ.)

E-mail: g17te014@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

直線集束ビーム超音波材料解析(LFB-UMC)システムは, 弾性波デバイスに用いられる基板や薄膜材料の弾性的性質を非破壊・非接触で高精度に定量計測可能である^[1]. この手法は, 水を負荷した試料表面を伝搬する漏洩弾性表面波(Leaky SAW: LSAW)の位相速度と規格化伝搬減衰を測定する. 著者らは, 合成石英基板上に Ta₂O₅ 薄膜を装荷した試料を用いて, LFB-UMC システムによる減衰の測定値から LSAW の水への漏洩損失の理論値を差し引くことによる音響損失評価の可能性を示した^[2].

本報告では, 漏洩損失の大きさが音響損失と近い値を有する LSAW が励振される構造である, SiO₂ 薄膜装荷 36°Y カット X 軸伝搬 LiTaO₃(36°YX-LT)を取り上げ, LFB-UMC システムを用いて LSAW の位相速度と伝搬減衰を測定し, 理論値と比較した結果について述べる.

2. 理論解析

SiO₂ 薄膜を装荷した 36°YX-LT 上に, 水を負荷した構造について, LSAWs の位相速度と規格化減衰を計算した. 薄膜の膜厚 H と周波数 f の積 fH に対する位相速度を Fig. 1 に, 規格化減衰を Fig. 2 に示す. 理論計算に用いた SiO₂ と LiTaO₃ の材料定数は Kushibiki らの報告値である^{[3][4]}. LSAW の位相速度は, fH の増加に従って, 単体 SiO₂ 基板上的 LSAW 速度に収束せず, その速度よりも遅い速度に収束する. また, 規格化減衰は, fH が増加すると単調に減少していく傾向がある. 一方で, 0th LPSAW の速度と減衰は SiO₂ 単体の値へと収束する.

3. 実験

36°Y カット基板上に, RF スパッタリング装置を用いて SiO₂ 薄膜を成膜し, 膜厚 $H=9.8\ \mu\text{m}$ を有する試料を作製した. 成膜条件は, Ar:O₂ ガス流量比, 成膜中の雰囲気ガス圧, RF 電力を, それぞれ 5:1 sccm, 2.0 Pa, 200 W とした.

LFB-UMC システムを用いて, LSAWs の位相速度と規格化減衰を周波数 $f=100\text{--}275\ \text{MHz}$ の範囲で測定した. その結果を Figs. 1, 2 に示す. LSAW 速度と減衰測定値の fH に対する分散の様相は理論値と概ね一致している. また, 0th

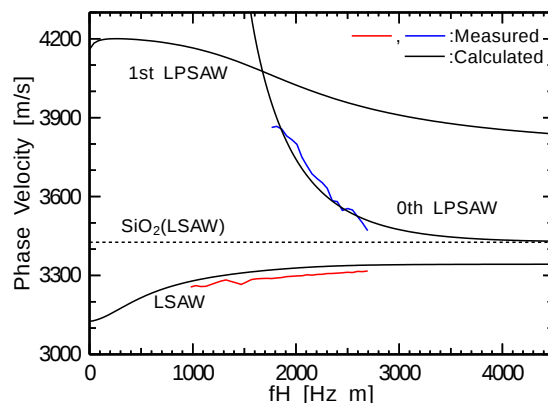


Fig. 1 Phase velocity vs fH for LSAWs.

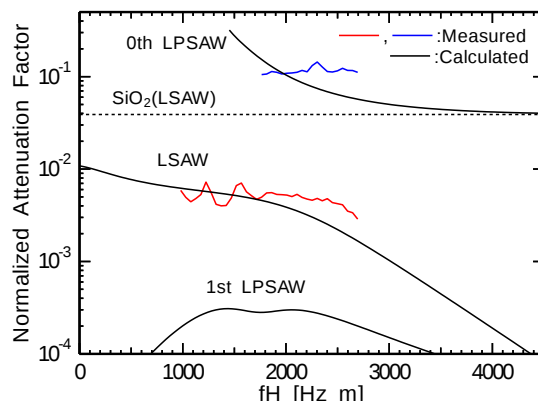


Fig. 2 Normalized attenuation vs fH for LSAWs.

LPSAW 速度測定値と理論値も概ね一致しているが, その減衰測定値は理論値と様相が異なった. 測定値と理論値の相違は, 作製した薄膜の弾性特性の相違を含んでいると考えられる. なお, 1st LPSAW の応答は観測されなかった.

今後, SiO₂ 薄膜の材料定数を算定し, 音響損失を評価する.

参考文献

- [1] J. Kushibiki and N. Chubachi: IEEE Trans. Sonics Ultrason. SU-32 (1985) 189.
- [2] 末永, 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演予稿集, 19p-P2-7 (2018).
- [3] J. Kushibiki, et al.: IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, 49 (2002) 827.
- [4] J. Kushibiki, et al.: IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, 53 (2006) 385.