

直線集束ビーム超音波材料解析システムによる 圧電性 Ta₂O₅ 薄膜の評価

Evaluation of piezoelectric Ta₂O₅ 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な手法である^[1]。この手法では、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。伝搬減衰の測定値から、水への漏洩損失の理論値を差し引くことで、材料の音響損失を評価できる可能性がある。著者らは、アモルファス Ta₂O₅ 薄膜を装荷した 128°Y-X LiNbO₃ 試料上に形成したすだれ状電極(IDT)を用いて、水負荷時の伝搬損失の測定値から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、圧電性 Ta₂O₅ 薄膜を取り上げて、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. 試料作製

合成石英ガラス基板上に、RF スパッタリング装置を用いて、X 軸配向圧電性 Ta₂O₅ 薄膜を成膜し、膜厚 $H=1.8\sim7.0\ \mu\text{m}$ を有する試料を作製した。成膜条件は、基板温度、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 750 °C、30:10 sccm、0.75 Pa、150 W とした。また、レイリー波(R-SAW)の伝搬損失を測定するために、薄膜上に送受 IDT 対(波長 $\lambda=8\ \mu\text{m}$)を形成した試料も作製した。

3. 実験

LFB-UMC システムを用いて、LSAW の位相速度と規格化減衰を周波数 $f=100\sim300\ \text{MHz}$ の範囲で測定した。Ta₂O₅ の膜厚 H と f の積 fH に対する LSAW の位相速度を Fig. 1, 規格化減衰を Fig. 2 に示す。図中には、理論値、および IDT を用いて測定した LSAW 速度と R-SAW の伝搬損失も示す。理論計算に用いた Ta₂O₅ の材料定数は Nakagawa らの報告値である^[3]。

Fig. 1 より、0th mode の位相速度の測定値は、理論値と概ね一致している。しかし、 $fH=400\sim1000\ \text{Hz}\cdot\text{m}$ の間で、測定値は単調に減

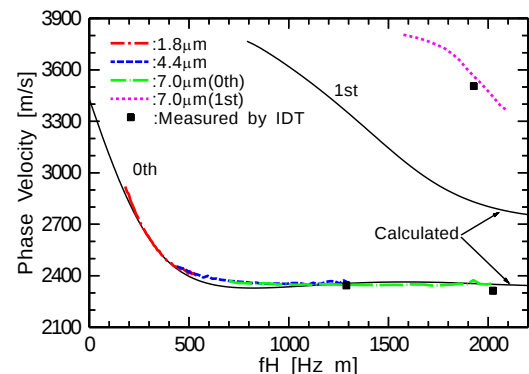


Fig. 1 Phase velocity vs fH for LSAW.

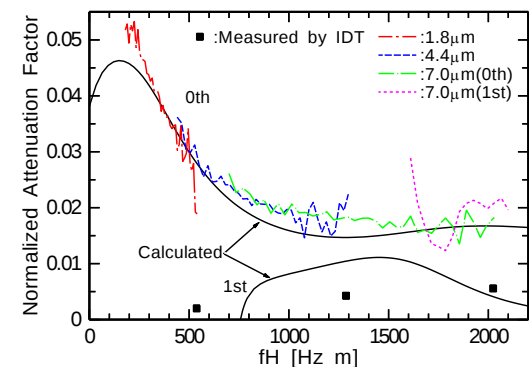


Fig. 2 Normalized attenuation vs fH for LSAW.

少するのに対して、理論値は減少した後わずかに増加する傾向があり、両者の間に相違がみられる。1st mode では、LFB-UMC と IDT の何れも測定値と理論値の間に大きな差がある。

Fig. 2 より、IDT で測定した R-SAW の伝搬損失(0.23 dB/ λ , $fH=1289\ \text{Hz}\cdot\text{m}$)は、減衰測定値と水への漏洩損失理論値の差分と同じオーダーであった。しかし、音響損失に相当すると考えられるその差分は、 fH に対して単調に増加するはずであるが、その傾向はみられない。

薄膜の弾性特性は作製条件に強く依存することから、今後、Ta₂O₅ の材料定数を再算定し、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] R. Suenaga, et al.: The 38th Symposium on ULTRASONIC ELECTRONICS, 1P2-7 (2017).
- [3] Y. Nakagawa and T. Okada: J. Appl. Phys. 68 (1990) 556.