

横波型弾性表面波センサの有限要素法での評価

Evaluation of Shear Horizontal Surface Acoustic Wave Sensor by Finite Element Method

静岡大¹ [○](M2)太田 雄大¹, 近藤 淳¹
Shizuoka Univ.¹, [○]Yudai Ota¹, Jun Kondoh¹
E-mail: kondoh.jun@shizuoka.ac.jp

1. 序論

圧電結晶表面にエネルギーを集中して伝搬する横波型弾性表面波(SH-SAW)は伝搬面と接する媒質の物理化学的変化により摂動を受ける。これにより生じる伝搬特性の変化を利用することで媒質の粘度、密度、誘電率、導電率を測定するセンサが実現できる。従来、数値解析法や摂動法による SH-SAW センサの評価が行われてきた。[1] これらの手法はセンサ構造に対する評価が難しい。有限要素法(FEM)モデルでの評価が可能になれば、センサ構造の最適化が容易になる。本稿では FEM モデルでの SH-SAW センサの評価の妥当性を、数値解析法と比較した結果について述べる。

2. SH-SAW センサと評価

SH-SAW センサは圧電結晶上に交流信号を印加するための楕型電極(IDT)を2つ作製することで構成されている。IDT の間にあるスペースが伝搬面であり、媒質の密度や粘度を測定する際には金属膜を装荷する。この膜厚を変化させると機械的摂動の一つである質量負荷効果により共振周波数における位相が変化するので、SH-SAW の伝搬速度の変化が得られる。

FEM ソフトを使用して SH-SAW センサのモデルを作成した。36YX-LiTaO₃ 上に金で IDT 電極を作製した。電極の間隔は共振周波数が 155[MHz]になるように設計した。はじめに基準として伝搬面に金を 200 [nm] 装荷した。このモデルで調和解析を行うことで S パラメータを取得し、振幅と位相が得た。金の膜厚を 210, 230, 250, 300, 400 (nm)と変化させて FEM 解析を行い、基準との位相差を求めた。この値から速度変化を計算した。

SH-SAW の数値解析は Campbell らの手法[2]を拡張した Yamanouchi らの手法[3]により行うことができる。これは圧電方程式と粒子の運動方程式、マクスウェル方程式を連立して数値的に解く手法

である。数値解析法により各膜厚での SH-SAW の伝搬速度を求めた。FEM と数値解析法により得られた速度変化を金膜厚の関数として表した結果を図 1 に示す。2 つの手法により得られた速度変化は一致することが確認できた。

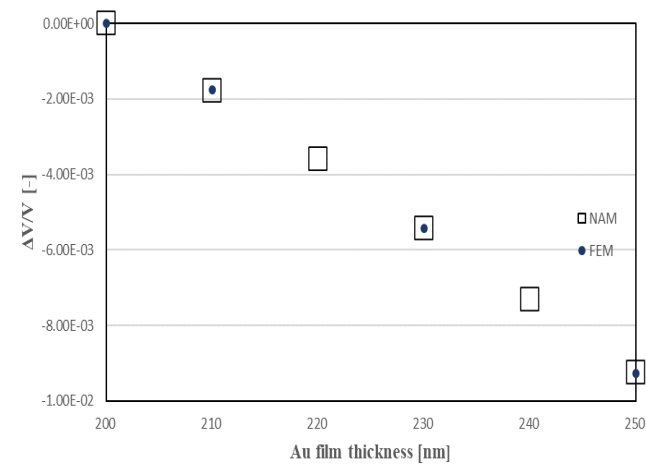


Fig.1 Velocity change as a function of gold thickness.

3. 結論

本研究で得られた結果から、FEM による SH-SAW センサの評価が可能であることを明らかにした。今後、圧電結晶の種類、接合構造の検討など、センサ構造の最適化を行う。また、電氣的摂動についても FEM での評価が可能か検証する。

参考文献

[1] 近藤淳, 工藤すばる: 弾性表面波・圧電振動型センサ, コロナ社 (2019)
[2] J. J. Campbell and W. R. Jones, IEEE Trans Sonics and Ultrason., Vol. SU-15, p. 209 (1968)
[3] K. Yamanouchi and K. Shibayama, J. Appl. Phys, Vol 43, p. 856(1972)