

質量負荷効果を用いたワイヤレス SAW センサのための素子認識方法

Identification method of wireless SAW sensor based on mass loading effect

静岡大院総合¹, 静岡大工² ○近藤淳^{1,2}, 堀川直起²

Shizuoka Univ. ○Jun Kondoh, Naoki Horikawa

E-mail: kondoh.jun@shizuoka.ac.jp

弾性表面波(SAW)素子を用いるとパッシブ SAW センサ計測系を構築することが出来る⁽¹⁾. 今後ますます重要となる Internet of things (IOT)において, センサ部が無電源化できることはメンテナンスフリーに繋がる. パッシブ SAW センサには, SAW の変化を検知する場合(例えば SAW 温度センサ)と SAW 素子とインピーダンス変化型センサを組み合わせる方法が提案されている^(1,2). パッシブ SAW センサを用いて多点計測を行うには, センサ個々の認識が必要である. 例えば, 文献(1)には反射電極のパターンにより認識する方法が示されている. この方法は振幅に着目した識別方法である. 応答信号の振幅は SAW センサと送受信装置(親機)の距離にも依存する. そこで, 本研究では位相差, すなわち時間差を用いた識別方法について提案する.

応答信号の到達時間を変化させるため, 図 1 に示すように SAW 伝搬面へ膜を装荷する. つまり膜による遅延効果を利用する. 質量負荷効果に対する摂動解は次式で表される⁽³⁾.

$$\frac{\Delta V}{V} = -\frac{Vh}{4P} \left[\left\{ \rho' - \frac{1}{V^2} \frac{4\mu'(\lambda' + \mu')}{\lambda' + 2\mu'} \right\} (v_1)^2 + \rho' (v_3)^2 \right]$$

ここで, h : 負荷膜の厚さ, P : 単位幅あたりのパワーフロー, ρ' : 負荷膜の密度, λ', μ' : ラメの定数, $v_1/\sqrt{P} = 2.206 \times 10^{-6}\sqrt{\omega}$, $v_3/\sqrt{P} = 2.947 \times 10^{-6}\sqrt{\omega}$, ω : 角周波数である. 膜材料を金または銅とし, 膜厚 h をパラメタとして摂動解を計算した. 次に膜の SAW 伝搬方向の長さ L を考慮して摂動解から膜がない場合との時間差 Δt を求めた.

膜厚長さ積に対する時間差を図 2 に示す. 圧電結晶は 128YX-LiNbO₃, SAW の周波数は 920 MHz とした. 図の縦軸は, 反射電極での SAW の反射を考慮した $2L$ を伝搬する時間である. 計算結果より, 膜材料, 膜厚, 長さにより時間差を制御でき, 同じ膜厚でも材料が異なると遅延時間が異なり, 膜なしを含めると 3 個の識別が可能となる.

謝辞 本研究は JST2019 年度 A-STEP 機能検証フェーズの補助を受けた.

参考文献

- (1) L. Reindl, et al., IEEE Trans. UFFC 45, p. 1281 (1998).
- (2) M. Oishi, et al., Jpn. J. Appl. Phys., vol. 55, 07KD06 (2016).
- (3) 近藤, 工藤, “弾性表面波・圧電振動型センサ,” コロナ社(2019).

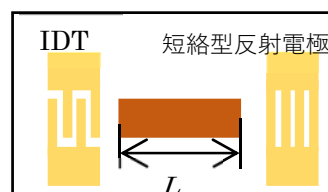


図1 解析のモデル (IDT: すだれ状電極).

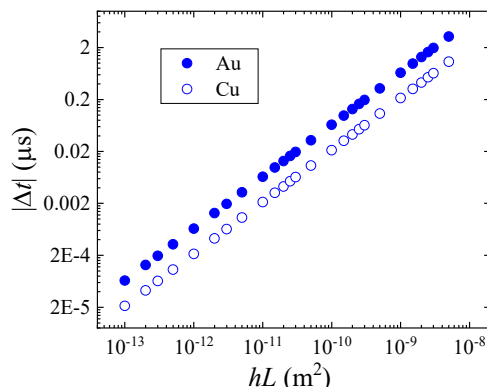


図2 厚さ長さ積に対する時間差の絶対値.