

# 質量負荷効果に基づくワイヤレス SAW センサ認識法

## Identification method of wireless SAW sensor based on mass loading effect

静岡大<sup>○</sup>(M1)堀川 直起, 近藤 淳

Shizuoka Univ. <sup>○</sup>Naoki Horikawa<sup>1</sup>, Jun Kondoh

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

### 1. 序 論

近年、建設から 50 年を超える橋梁の老朽化が深刻な問題となっている。それらの安全性確保のため点検及び補修が必須となるが、現在の点検方法は問題が多い。それらの問題解決のためワイヤレス弾性表面波(SAW)センサが提案されている。また、そのような SAW センサを同時に複数個使用する場合 SAW センサの識別が必要である。しかし、一般的な SAW センサの識別は反射電極による応答振幅を利用しているが、電極間の多重反射や時間応答の振幅がアンテナ間距離に依存するなどの問題がある。そこで、本研究では振幅ではなく位相による識別に着目した。

本研究では、質量負荷効果を利用した識別法を提案する。SAW 伝搬面上に金膜を相加することにより生じる位相変化ならびに伝搬時間変化の計測および検討を行った。

### 2. 実験方法

本研究で用いた実験系を Fig. 1 及び Fig. 2 に示す。位相差は連続波を用い、入出力間の位相差を時間差として測定した(Fig. 1)。伝搬時間はパルス波を利用して求めた(Fig. 2)。中心周波数 51.5 MHz の SAW デバイスを使用した。膜厚は蒸着を繰り返すことにより変化させた。蒸着時の金の蒸着量から換算式を用いて膜厚を推定した。本実験では 4 つの基板について同条件で測定を行った。

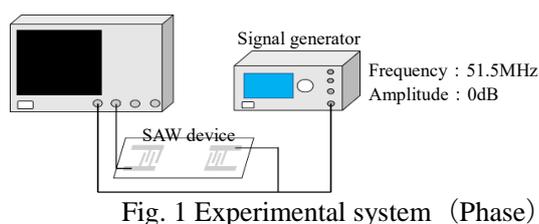


Fig. 1 Experimental system (Phase)

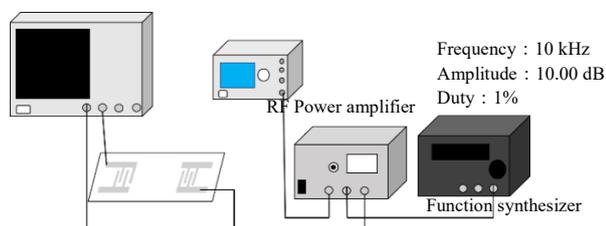


Fig. 2 Experimental system (Propagation time)

### 3. 結果と検討

Fig. 3 に各基板の荷膜装荷後の位相差と、荷膜装荷前の位相差の差を位相差変化(絶対値)とした図を示す。Fig. 3 より、どの基板も膜厚上昇とともに位相差が大きくなることが確認された。この結果より、位相変化を用いるとわずかな膜厚でも SAW センサを識別できることが明らかになった。

一方、Fig. 2 の測定系を用いた SAW 伝搬時間測定では、膜厚を上昇させても質量負荷による伝搬時間の変化が見られなかった。その原因は、膜厚の変化が微小だったため、伝搬時間に大きく影響するほど SAW 速度が変化せず本研究での実験系では、SAW 伝搬時間変化を測定できていないことが考えられる。しかし、膜厚を約 250 nm まで増加させた場合では、SAW 伝搬時間の変化を膜厚増加とともに伝搬時間が増加していることがわかった。よって、伝搬時間に影響が出るほど膜厚を大きく上昇させ、SAW 速度を変化させれば、SAW デバイス認識に応用できると考えられる。

膜厚が大きい場合での SAW 伝搬時間測定の結果を用いて、膜厚を 0~500[nm]の時の伝搬時間の変化の予測を行った。その結果、0.05[μs]まで計測可能な場合、500[nm]までの膜厚で 6 個のデバイスの識別が可能であることが分かった。Fig. 4 にその時のバースト波内部の正弦波についての位相差の変化と近似解である摂動解を示す。Fig.4 より、膜厚と位相差の変化には線形性があることがわかる。また、摂動解と比較するとその差は小さく、摂動解が近似解なのでこの結果は妥当だと考えられる。したがって、伝搬時間計測での波形の立ち上がり小さい場合や伝搬時間差が小さくてもでも位相を見ることがより多くのデバイスについて識別が可能と考えられる。

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。

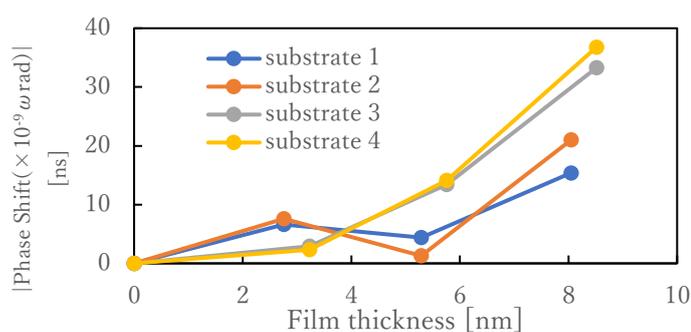


Fig. 3 Phase difference fluctuation

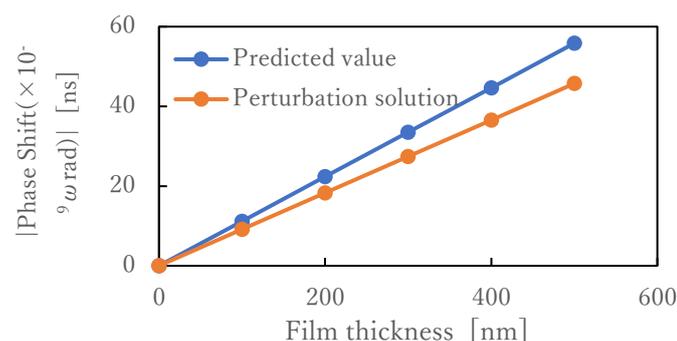


Fig. 4 Phase difference fluctuation of predicted value