

周期的空隙を用いた弾性表面波伝搬特性の制御 Control of SAW Propagation Properties Using Periodic Voids

山梨大 ◯(M2) 鈴木 渉志, 鈴木 雅視, 垣尾 省司
University of Yamanashi ◯Takashi Suzuki, Masashi Suzuki, and Shoji Kakio
E-mail: g22te017@yamanashi.ac.jp

1. はじめに 弾性表面波(SAW)デバイスには高周波化, 広帯域化等の高性能化が要求されている. 前報において, LN 薄板と水晶接合構造において, 周期的空隙から成るグレーティングを接合境界面に設けた構造のリーキークSAW(LSAW)の伝搬特性を解析し, 空隙周期によりバンドギャップ周波数が制御できることを明らかにした^[1]. 本研究では, 周期的空隙を用いた SAW 伝搬特性の制御を検討するために, Z-cut X-propagation LN (ZX-LN)基板内部に空隙を設けた構造の周波数特性を解析した.

2. 周期的空隙を有する構造の伝搬特性

レイリー型 SAW(R-SAW)と LSAW に対して同等の K^2 を有している ZX-LN^[2]を用いて, 基板内部に周期的空隙を設けた構造において, 波長 $\lambda=4.0 \mu\text{m}$ の入出力 Al 製すだれ状電極(IDT)間の周波数特性を解析した. 支持基板の厚みを 10λ , 薄板の板厚 h を 0.15λ , IDT の膜厚を 0.04λ , 対数を 25 対, 伝搬路長を 25λ に設定した. Fig. 1(a), (b)に解析モデルを示す. 伝搬路下の空隙周期を Λ とし, その凹部と凸部の幅を同一とした. まず, 空隙を設けない場合(without voids)の周波数特性を解析した結果を Fig. 2 に示す. $0.90 \text{ GHz} \sim 0.98 \text{ GHz}$ にメインローブを有する R-SAW と, $1.00 \text{ GHz} \sim 1.18 \text{ GHz}$ にメインローブを有する LSAW の応答が観測された.

次に, Fig. 1(a)に示すモデルにおいて, LN 薄板と LN 支持基板の境界面に深さ $d=0.01\lambda$ の空隙を $\Lambda/2$ の周期で IDT 下と伝搬路下に設けた場合の周波数特性を, Fig. 2 中 Voids under IDT and propagation path($\Lambda=2.0 \mu\text{m}$)として示す. LSAW の最小挿入損と応答が現れる周波数はほとんど変わらず, R-SAW の応答が低周波側にシフトすることがわかった.

また, Fig. 1(b)に示すモデルにおいて, 深さ $d=0.01\lambda$ の空隙を $\Lambda=3.5 \mu\text{m}$ の周期で伝搬路下のみ空隙を設けた場合の周波数特性を Fig. 2 中 Voids under propagation path($\Lambda=3.5 \mu\text{m}$)として示す. LSAW の最小挿入損は 12.4 dB であり空隙を設けていないとき(11.5 dB)と同等の値を示し, R-SAW の応答のみ損失が増大した. また, Fig. 2 中に示す Voids under propagation path($\Lambda=1.9 \mu\text{m}$)では, R-SAW, LSAW とともに損失が増大した.

Fig. 1(b)のモデルにおいて, $\Lambda=3.5 \mu\text{m}$ としたときの伝搬路長 L 依存性を Fig. 3 に示す. L を短くすることによって LSAW の最小挿入損には大きな変化は観測されなかったが, R-SAW の損失は L を短くすることで低減した. これは, R-SAW に対する反射係数が小さくなったことによるものと考えられる.

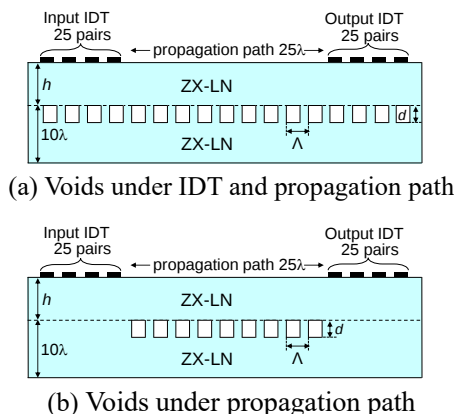


Fig. 1 Analytical model.

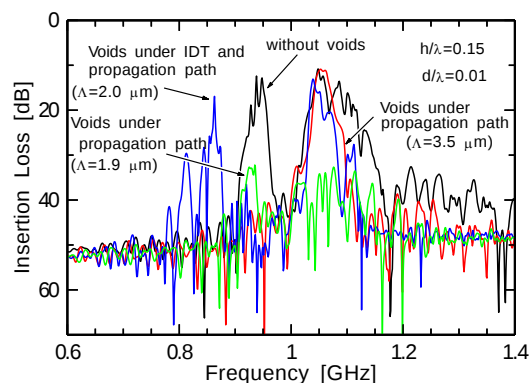


Fig. 2 Frequency responses between input and output IDTs.

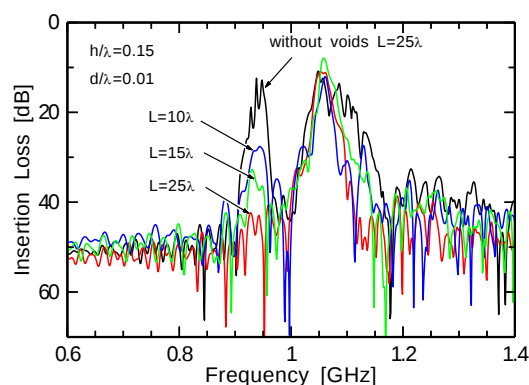


Fig. 3 Propagation path length L dependence on frequency response ($\Lambda=3.5 \mu\text{m}$).

謝辞

本研究の一部は科研費基盤研究(B)23H01443の補助を受けている.

参考文献

- [1] 鈴木, 他, 応物春, 17a-D505-7, 2023.
- [2] “弾性波デバイス技術,” pp. 94-95, 2004.