

課題番号 : F-21-TU-0056  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 超高周波 SAW デバイスの開発  
 Program Title (English) : Research of Ultra-high Frequency Acoustic Devices  
 利用者名(日本語) : 門田道雄  
 Username (English) : M. Kadota  
 所属名(日本語) : 東北大学大学院工学研究科  
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Tohoku University  
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, 露光, 基板エッチング, 弾性波デバイス, SAW デバイス

## 1. 概要(Summary)

スマートフォンの普及による既存周波数の過密化対策に加え、高速、大容量通信を目的として、既存周波数より高い周波数の 3.3~5 GHz および 24.25~40 GHz を使用する 5G の運用が始まった。しかし、そのような高い周波数帯を用いた通信は障害物があると通信できず、室内、構内といった近距離通信に限定される。5G や移動体通信で使用されていない 5 から 24 GHz の周波数は中距離通信に適した今後有望な周波数帯であり、3GPP において将来のデータ通信量の増大に対応して、その周波数帯に新たなバンドを作る議論が始まっている。弾性表面波(SAW)フィルタでは耐電力の制限から SAW を励振するすだれ状電極(IDT)の周期( $\lambda$ )は 1.2  $\mu\text{m}$  が限度であり、そのときの周波数は 3.2 GHz である。そのため、5 から 24 GHz で適したフィルタがない。筆者は、IDT 電極を LiNbO<sub>3</sub>(LN)の基板内に埋め込むことにより、基本波の 3 次が励振されるのではないかと考え、シミュレーションした。Fig. 1 に(a)LN 上に 0.08 $\lambda$  厚の Al の IDT を形成、(b) LN 内に 0.08 $\lambda$  深さの、(c)0.28 $\lambda$  深さの Al の IDT を埋め込んだ特性を示す。通常構造(a)は 3.2 GHz の基本モードしか励振されていないが、電極を LN 内に埋め込むことにより基本波の 2.5 倍の 3 次の高調波が励振され、0.28 $\lambda$  深さまで埋め込むと、基本波より大きく励振されることが明らかになった。この構造を用い、8.1 GHz の SAW デバイスを実現した。

## 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 EB 描画装置

【実験方法】 LN 基板にレジスト塗布、EB 露光、現像後、ドライエッチングで LN に溝を形成し、レジスト剥離、溝内に Al 電極を成膜、基板表面研磨後、周波数特性を測定した。用いた電極の  $\lambda$  は 1.3  $\mu\text{m}$  である。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 に実測の周波数特性を示す。予想通り基本波の 2.4 倍の 8.1 GHz の 3 次高調波が励振された<sup>[1][2]</sup>。得られた溝側面の傾きは 67° であり、この角度の改善で特性は大幅に改善される<sup>[1][2]</sup>。IDT の周期の限界 1.2  $\mu\text{m}$  を

用いると 8.8 GHz が励振される。この構造を用いて、IDT の周期を変更することにより、従来の SAW デバイスで実現出来なかった従来 SAW の上限 3.2 から 8.8 GHz までの SAW デバイスを実現できる。

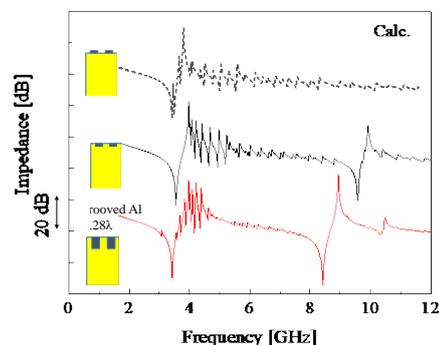


Fig. 1 Simulated frequency characteristics SAW resonators on LN using (a) 0.08 $\lambda$  thick Al IDT, grooved Al IDT with (b) 0.08 $\lambda$  depth and (c) 0.28 $\lambda$  depth.

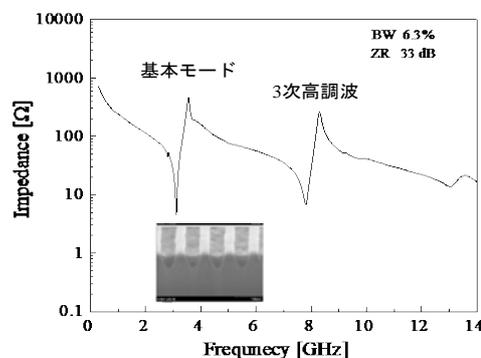


Fig. 2 Measured frequency characteristic of SAW resonator on LN with 0.27 $\lambda$  depth grooved Al IDT with  $\lambda$  of 1.3  $\mu\text{m}$ .

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は総務省の戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)(#JP019002001)の委託を受け行った。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] M. Kadota, T. Kojima, and S. Tanaka, Proc. IEEE Int. Ultrason. Symp., 2021, B1P-20-4.
- [2] 門田, 小島, 田中, 圧電材料・デバイスシンポ 2020, B-4.

## 6. 関連特許(Patent)

門田, 田中, PCT/JP 1 件.