

課題番号 : F-15-TU-0033  
 利用形態 : EB 露光機、成膜装置等機器利用  
 利用課題名(日本語) : 音響多層膜構造広帯域共振子の開発  
 Program Title (English) : Research of solidly mounted SH mode resonator with ultra-wide bandwidth  
 利用者名(日本語) : 門田道雄, 柚木良美  
 Username (English) : M. Kadota, Y. Yunoki  
 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

## 1. 概要(Summary)

LiNbO<sub>3</sub>(LN)薄板上の 0 次モード横波型(SH<sub>0</sub>)板波を用いてデジタル TV(DTV)帯の超広帯域な共振子(比帯域 22%)と、その共振子を 3 個 T 型, π 型に接続した超広帯域ラダーフィルタ(6 dB 帯域 51%)を実現した。その帯域は、日本, アメリカ, EU の DTV をフルカバーできるほど広く、Fig. 1(a)に示すキャビティ構造にて実現されていたが、その広帯域を実現するには 0.5 から 0.6 μm と超薄板が要求され、機械的強度に大きな課題があった。そこでバルク波で用いられている音響多層膜構造共振子(Solidly mounted resonator(SMR))を SH 型板波に適用することを新たに提案し、最適条件を理論解析により求めた<sup>2)</sup>。その条件で SMR 型共振子を作製し、キャビティ無しでキャビティ型の 4 倍の厚みの LN 薄板

で帯域 20 %を持つ共振子を実現した。これらのフィルタ、共振子はコグニティブ無線用フィルタ作製に有望な共振子である(Fig. 1(b))。

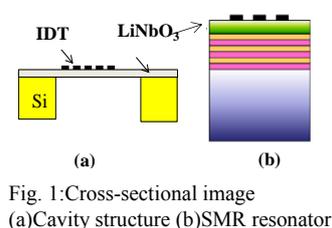


Fig. 1: Cross-sectional image (a) Cavity structure (b) SMR resonator

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

EB 描画, i-Mirror スパッタ, ウェハゴミ検査, SEM

### 【実験方法】

SMR 型については電極/LN 薄板/SiO<sub>2</sub>と AlN 膜が交互に各 3 層/ガラス構造で解析を行った。その結果、キャビティ型ではオイラー角(0°, 120°, 0°)のとき、SMR 型では(0°, 90°, 0°)のとき、最も広い帯域が得られることを明らかにした<sup>2)</sup>。一方、板波を励振させる電極の種類や厚み、LN 厚みについて解析したところ、広帯域が得られるのはキャビティ構造では Al 電極でかつ LN 厚が波長の 10 % 以下のときに対し、SMR 型では Au や Pt 電極でかつ LN 厚 40~60 %のときで、前者に対し 4~6 倍の厚みで広帯域が実現できることが明らかになった。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

350 μm 厚の LN に SiO<sub>2</sub>(波長の 5 %の厚み)と AlN 膜(同 11 %の厚み)を連続でそれぞれ 3 層スパッタ装置を用いて成膜したのち、成膜面を厚み 500 μm のガラスに接着し、LN をキャビティ型の 4 倍の厚み 2 μm まで研磨した。その後、基板洗浄, EB 露光装置, Au 蒸着等を経て、Au の電極を LN 表面に作製した。

作製した共振子の周波数特性を Fig. 2 に示す。解析結果どおり、インピーダンス比 46 dB と帯域 20 % の良好な結果が得られた。得られた帯域はキャビティ型の 22 % と比べ遜色のない値である。キャビティが不要で、かつ LN 厚を厚く出来るので加工性や強度的に大きな利点があり、実用化には適した構造である。このように SMR 構造 SH 型板波デバイスの最適条件を世界で初めて確立し、かつ実現した。

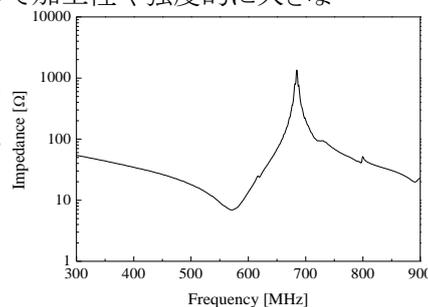


Fig. 2: Frequency characteristic SMR resonator

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は総務省の戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)により支援されたものである。

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

- [1] M. Kadota et al: IEEE trans. Ultrason. Ferroelec. Freq. Cont., vol.62, No.5, 2015, pp.939-946.
- [2] M. Kadota et al: Jpn. J. Appl. Phys., 54, 2015, 07HD09-1-4.
- [3] M. Kadota et al: Proc. IEEE Freq. Cont. Symp., 2015, pp. 412-415.
- [4] M. Kadota et al: Proc. IEEE Ultrason Symp., 2015, 978-1-4799-8182-3/15.
- [5] M. Kadota et al: Proc. IEEE Freq. cont. Symp., 2016, (Accept).

## 6. 関連特許(Patent)

### 登録(国内)

- [1] 日本特許 5747987, 登録日: H27.5.22, “弾性波装置”, 発明者: 門田道雄

### 登録(海外)

- [1] DE112007001259 B4 (2015.7.23), “Acoustic wave device”, M. Kadota.
- [2] DE11213002520T5 (2015.1.29), “Elastic wave device”, T. Kimura and M. Kadota.
- [3] DE112009001922 B4 (2015.12.24), “Elastic wave device”, T. Kimura and M. Kadota.