

課題番号 : F-17-TU-0006
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : HALSAW デバイスの開発
 Program Title (English) : Research of hetero acoustic layer (HAL) elastic devices
 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
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, HALSAW 共振子, SAW 共振子

1. 概要(Summary)

スマートフォンの普及により、移動体通信帯の周波数には 70 近いバンドがあり、非常に過密している。そのため、急峻な肩特性をもち、かつ温度変動に対し周波数の変化しない良好な周波数温度特性(TCF)をもつ弾性表面波(SAW)フィルタが要求されている。そのフィルタは共振子をはしご型に接続したラダーフィルタで構成されており、急峻な肩特性と良好な TCF を実現するためには、高インピーダンス比(共振と反共振子インピーダンスの比)と良好な TCF をもつ共振子を実現すればよい。移動体通信で用いられている LiTaO₃(以下 LT)や LiNbO₃(以下 LN)等のほとんどすべての圧電基板は温度に対し周波数が低下するマイナスの TCF を持ち、最も良好な TCF を示す 42° YX-LT でも -49 ppm/°C であった。筆者らは、唯一水晶基板が方位角により、マイナス、ゼロ、プラスの 3 種の TCF を持つことに着目し、プラスの TCF をもつ方位角の水晶基板とマイナスの TCF を持つ LT 基板とを組み合わせさせた LT 薄板/水晶構造 HALSAW デバイスで良好な TCF が得られるのではないかと考えた。一方、水晶基板は、レイリー波のほかに、音速の速い漏洩弾性波(LSAW)を持つ。横波成分を主成分に持つ LT の LSAW とその音速より速い LSAW 音速と横波成分を主成分とする方位の水晶基板とを組み合わせることで、高インピーダンス比が得られるのではないかと考えた。その結果、従来の LT 基板に比べ 31 dB 高いインピーダンス比と 1/25 小さい TCF の +2 ppm/°C を実現した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 芝浦スパッタ装置

【実験方法】 Cu 電極/LT薄板/水晶基板構造 HALSAW 共振子の試作を行った。参考として示す従来の 42°YXLTSAW 基板からなる SAW 共振子も作成した。LT と水晶を接合後、LT 基板を 0.44~1 μm まで研磨し、その後、EB 露光装置、Cu 蒸着等を経て、HALSAW 共振子を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した従来の SAW 共振子と HALSAW 共振子の周波数特性を図 1 に示す。従来の SAW 共振子に比べ 31 dB 高い 82 dB のインピーダンス比、6.4 倍大きい 3,000 の Bode Q、1.2 倍の広い帯域が得られ、当初の予想以上の特性が得られた。一方、図 2 に各種 LT 厚における HALSAW 共振子の温度変動に対する共振周波数の変化を示す。LT 厚 0.126λ における HALSAW の周波数変動は小さく、その TCF は +2 ppm/°C で、図中、赤破線で示した従来の SAW の TCF -49 ppm/°C の 1/25 まで改善された。

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)(175002002)の委託を受けた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- [1] M. Kadota and S. Tanaka, Proc. IEEE Freq. Cont. Symp., pp. 206-209, 2017. [2] M. Kadota and S. Tanaka, Proc. IEEE Ultrason. Symp, 5F-5, 2017.
- [3] M. Kadota and S. Tanaka, 7-th Int. Symp. on Acoustic Wave Devices for Future Mobile Communication Systems, 2C-3 (2018).

6. 関連特許 (Patent)

なし

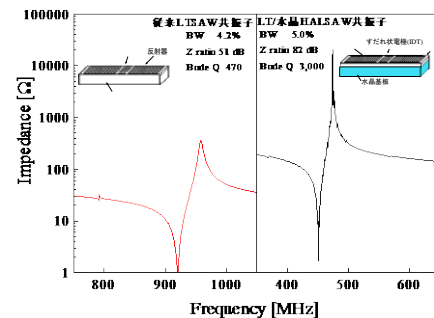


Fig. 1 Frequency characteristics of the conventional SAW resonator (left) and HALSAW resonator (right).

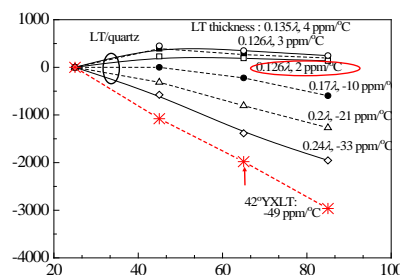


Fig. 2 Resonance frequency dependence on temperature for the conventional SAW resonator and HALSAW resonator.