

Разработка миниатюрного резонатора на поверхностных поперечных волнах на частоту 765 МГц для малошумящих ВЧ генераторов

Доклад подготовил
Студент ФГБОУ ВО ОмГУ
физический факультет
Кафедра ЭФир
Жилин Н.М.

Введение

При создании узкополосных резонаторов на поверхностных акустических волнах (ПАВ) на определенные частоты представляет собой решение ряда проблем, таких как выбор материала, разработка топологии резонатора, расчет характеристики и последующий их анализ.

Цель работы – разработка резонатора на центральную частоту 765 МГц и анализ его параметров для использования в миниатюрных малошумящих генераторах.

Типы ПАВ

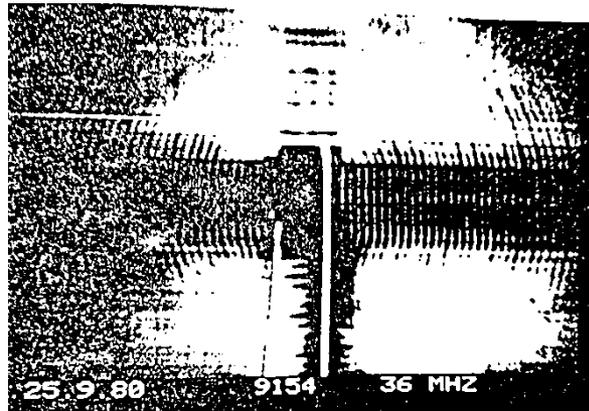


Рис.1 Изображение распространяющейся ПАВ от ВШП, полученное на электронном микроскопе

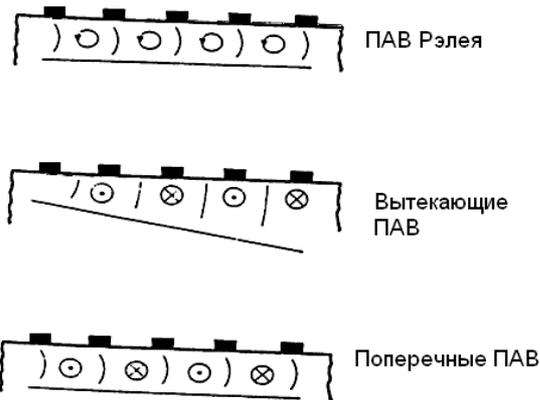


Рис.2 Распространение различных видов ПАВ в пьезоматериале

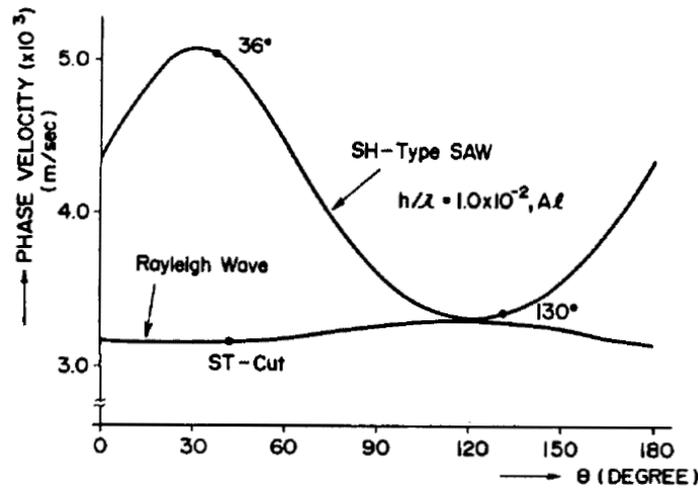


Рис. 3. Фазовые скорости поперечной ПАВ и ПАВ Рэлея на повернутом Y-срезе кварца

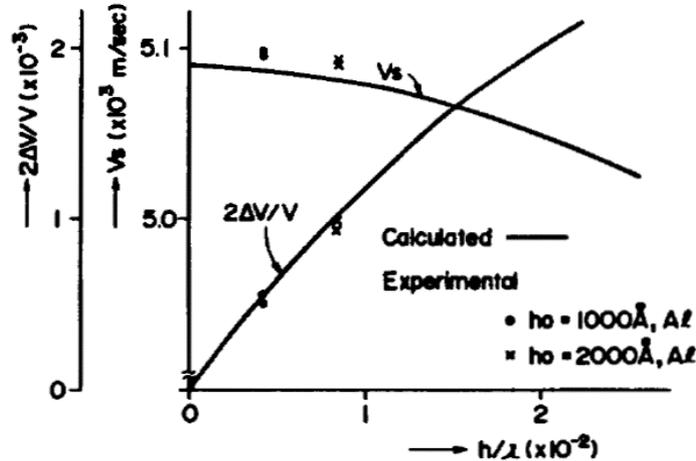


Рис. 4. Фазовая скорость и k^2 на срезе YX/36° кварца

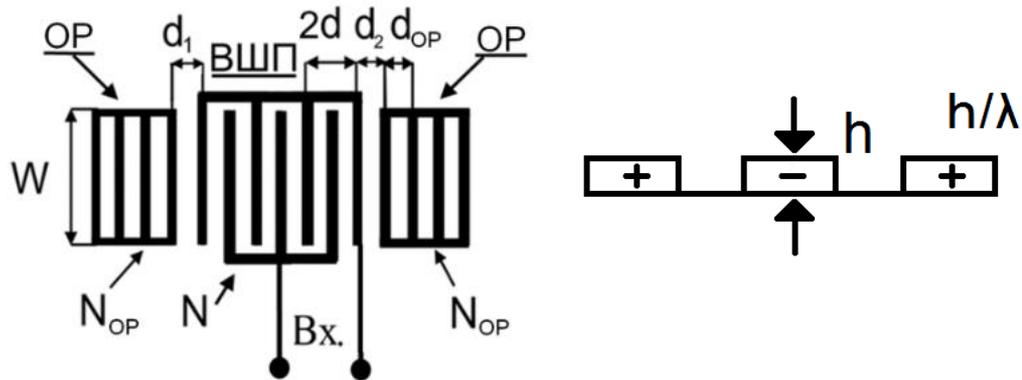


Рис. 5. Топология одноходового STW-резонатора

Параметрами топологии резонатора на ПАВ являются:

- 1) N Число электродов в ВШП
- 2) N_{OP} число электродов в ОР
- 3) d_{OP} шаг электродов в ОР
- 4) $2d$ шаг пары электродов в ВШП
- 5) W апертура
- 6) $d_{1,2}$ зазор между ВШП и ОР
- 7) h толщина электродов
- 8) λ длина ПАВ на центральной частоте ПАВ резонатора (частота последовательного резонанса)

Конструктивно-топологическая оптимизация STW-резонаторов проводилась с помощью компьютерного моделирования с использованием модели эквивалентных схем.

Особенности STW – потери на распространение вводятся специальными коэффициентами при расчете. Здесь P – матрица смешанных параметров ВШП; Z_0 – характеристический импеданс среды между ВШП и ОР, V_0 – скорость STW; $R=Z_0(1+\Gamma)/(1-\Gamma)$ – эквивалентный импеданс ОР; Γ – коэффициент отражения ОР.

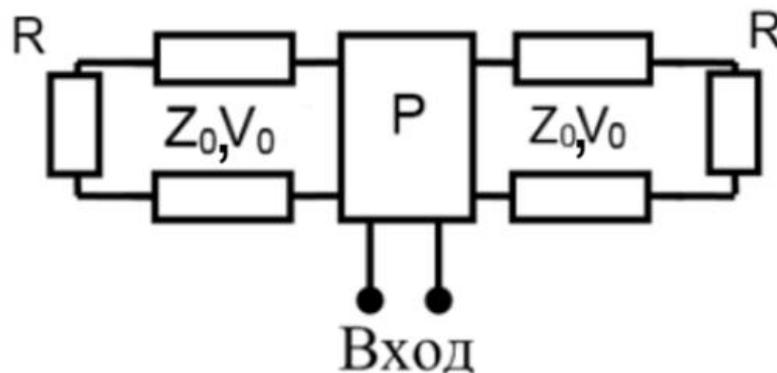


Рис. 6. Эквивалентная схема STW-резонатора

Таблица 1

Оптимальные параметры топологии одноходового резонатора

Параметры	765 МГц
Число электродов в ОР, N_{OP}	285
Число пар электродов в ВШП, N	100
Соотношение между периодами электродов в ВШП и ОР, d/d_{OP}	0,997
Расстояние между ВШП и ОР, $d_1=d_2$	d_{OP}
Апертура, W	80λ
Толщина электродов, h/λ	2,5%
Коэффициент металлизации	0,5

$$Y = \frac{S_{21}}{2R_0(1-S_{21})} \quad (1)$$

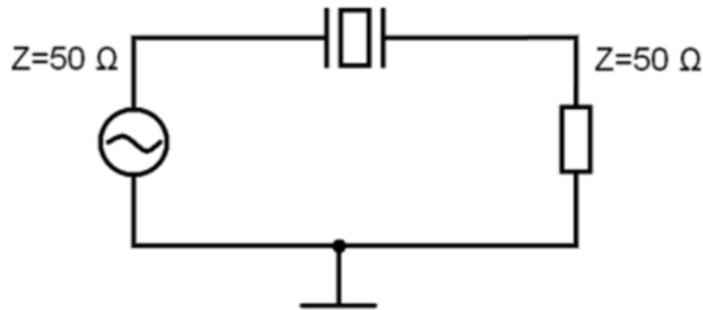


Рис.7. Последовательная схема измерения STW-резонатора

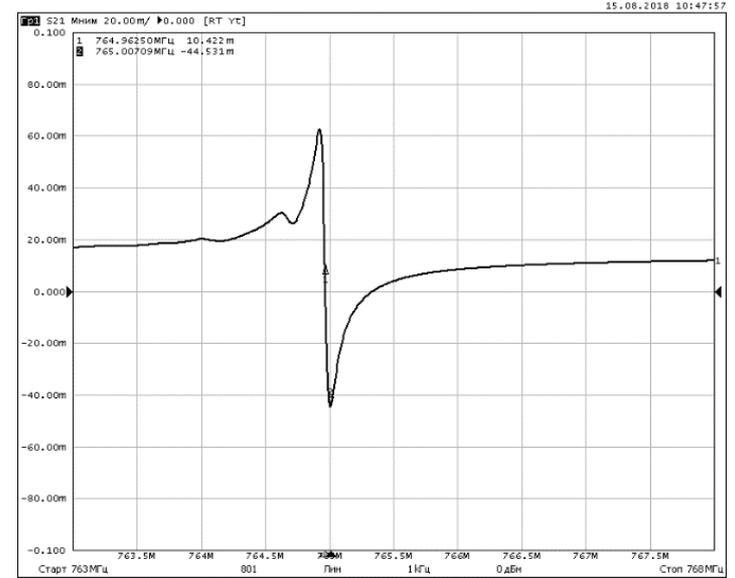
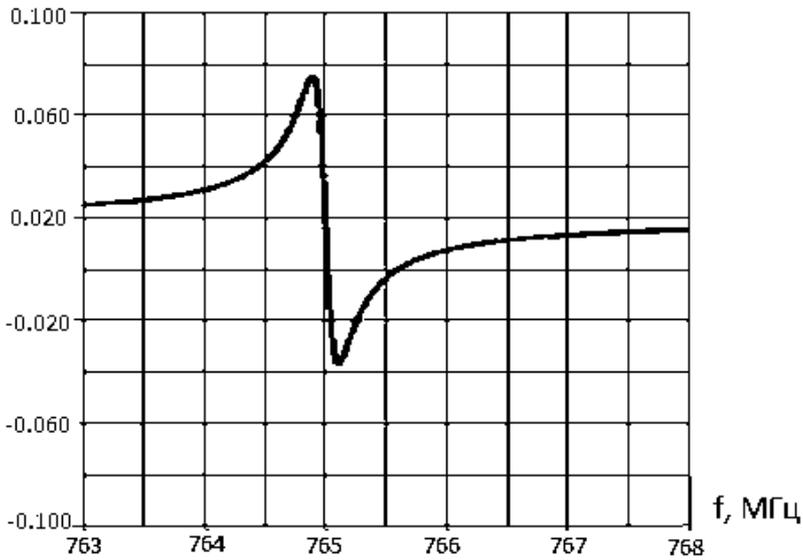
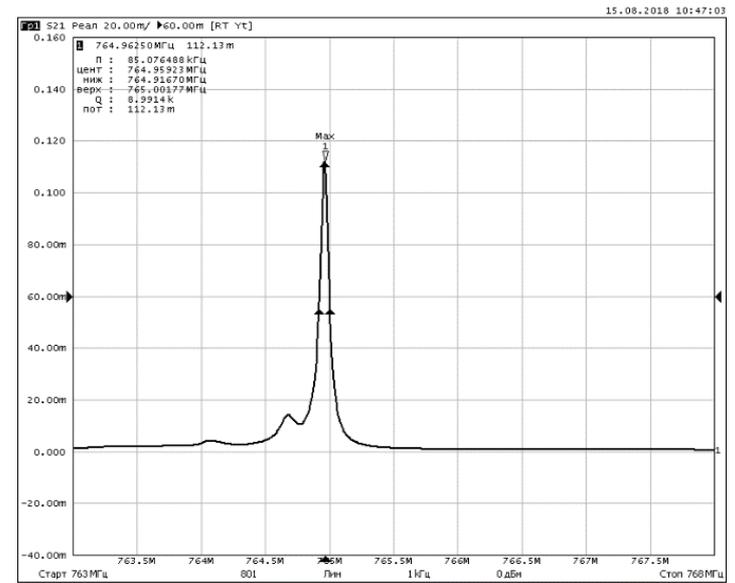
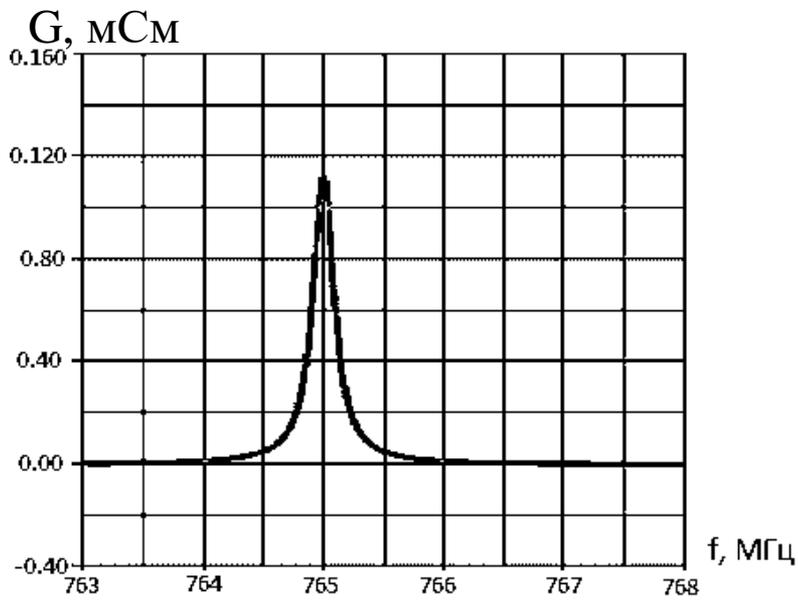


Рис.8. Расчетные и измеренные частотные характеристики проводимости STW-резонатора

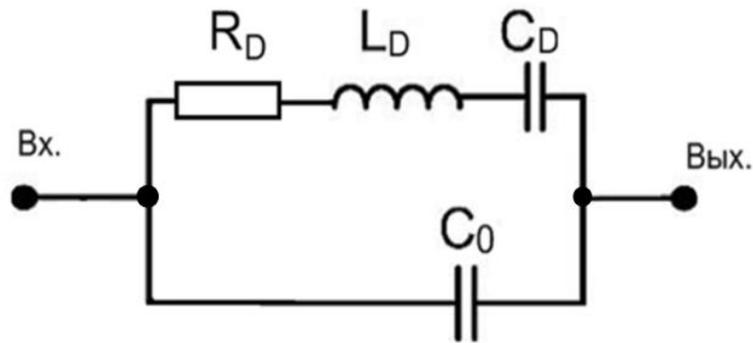


Рис. 9. Эквивалентная схема одноходового STW-резонатора с сосредоточенными элементами R,L,C

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} \quad R_D = \frac{1}{G_M} \quad L_D = \frac{QR_D}{2\pi f_0} \quad C_D = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 L_D} \quad (2)$$

Таблица 2

Измеренные параметры эквивалентной схемы STW-резонатора

Параметры	765 МГц
R_D , Ом	8,9
L_D , мкГн	16,7
C_D , Ф	$2,59 \cdot 10^{-15}$
C_0 , пФ	3,8

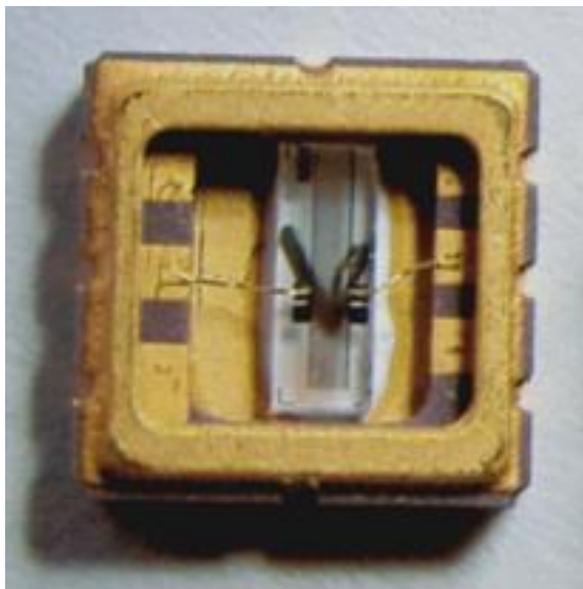


Рис.10 Одновходовый STW резонатор на частоту 765 МГц на срезе $YX/36^\circ+90^\circ$ кварца в SMD-корпусе QLCC 6/8-1 (5x5x1,8 мм)

Список литературы

1. Design of Asynchronous STW Resonators for Filters and High Stability Source Applications J.-M Friedt [et al.]// Proc.IEEE Ultrason.Symp. 2005, pp. 1315-1318.
2. Optimization of STW Resonator by Using FEM/BEM W. Wang [et al.] // Proc.IEEE Ultrason.Symp. 2006, pp. 1863-1865.
3. High Q-factor STW-Resonators on AT-Cut of Quartz C.U. Kim [et al.] // Proc.IEEE Ultrason.Symp. 2007, pp. 2582-2585.
4. GHz Range STW Resonators and Narrow Band Filters T. Thorwaldsson [et al.] // Proc.IEEE Ultrason.Symp. 1994, pp. 99-102.
5. И.В. Веремеев, С.А. Доберштейн, В.К. Разгоняев Моделирование ПАВ-резонаторов и лестничных ПАВ-фильтров методом Р-матриц / Техника Радиосвязи. 2018. Вып.3. С. 61-71.
6. W. Soluch Scattering Matrix Approach to One Port SAW Resonators// Proc.IEEE IFCS-EFTF. 1999, pp. 859-862.