

## Эллиптический резонатор на модифицированном компланарном волноводе

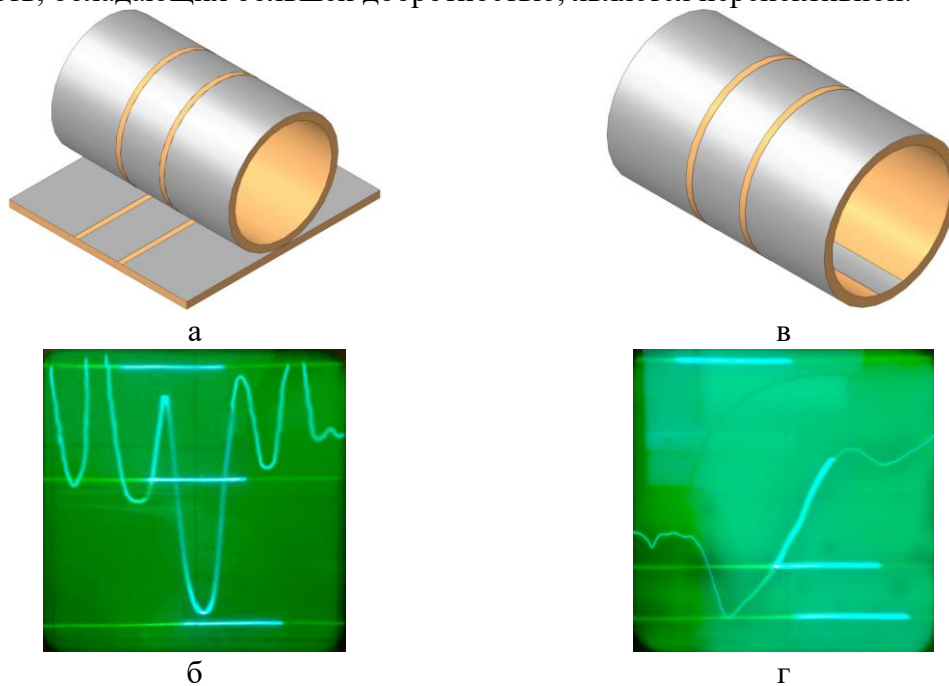
М.А. Кондрашова, Э.Ю. Седышев

СПБГУТ

**Аннотация:** в данном докладе представлен новый элемент интегральной схемотехники: кольцевой эллиптический резонатор на модифицированном компланарном волноводе. Рассмотрены его основные геометрические и электротехнические параметры. Представлена модель фильтра на предложенном резонаторе.

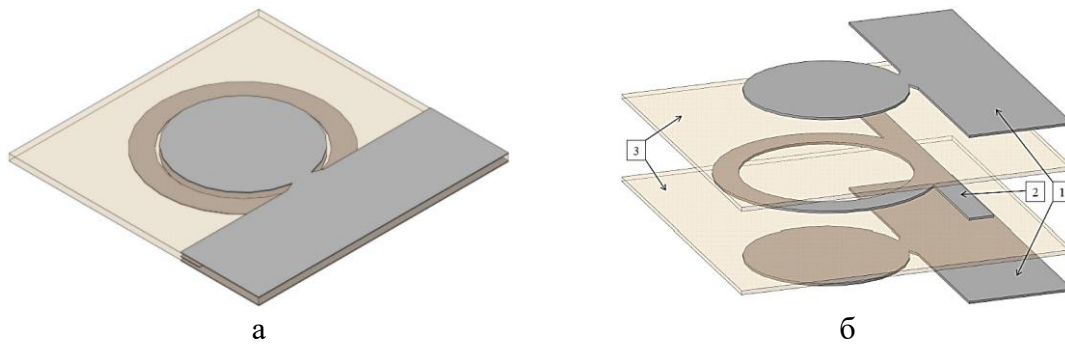
**Ключевые слова:** СВЧ, резонатор, кольцевые резонаторы, резонатор на компланарном волноводе, модифицированный компланарный волновод

Объемные резонаторы СВЧ являются основными элементами микроволновых генераторов, на их основе строят замедляющие системы и фильтры. Одним из основных параметров резонатора является его добротность. Поэтому разработка устройств, обладающих большей добротностью, является перспективной.



**Рисунок 1.** Модели объемного кольцевого резонатора на компланарном волноводе с питанием от компланарного волновода (а) и от микрополосковой линии (б), характеристики передачи макетов, синтезированных по моделям, соответственно (в, г).

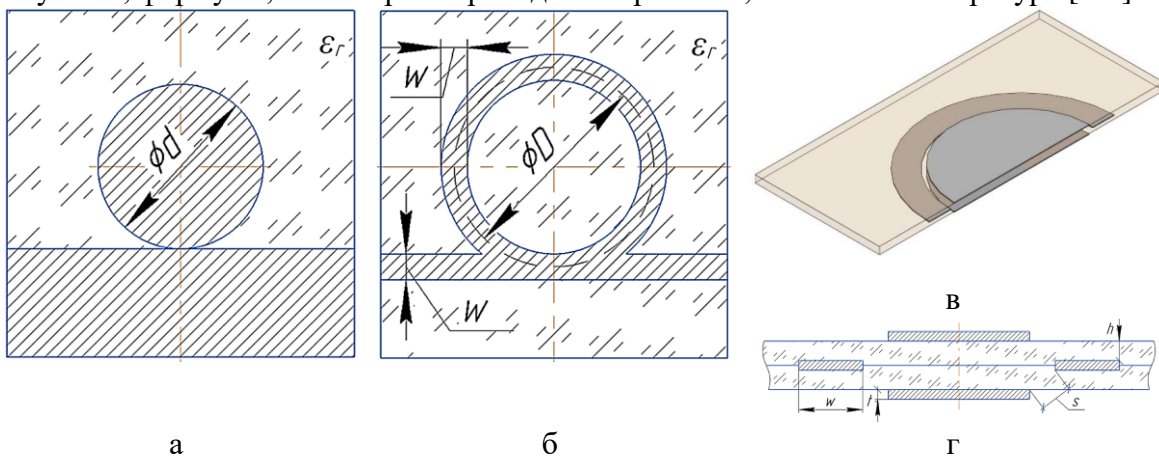
Ранее рассматривались модели, представленные на рисунке 1 а, б [1-3]. Они интересны в области гибридных интегральных схем СВЧ и их работоспособность уже доказана, но данные структуры сложны с точки зрения питания, а синтезированные макеты обладают небольшой режекцией (10-15 дБ), а значит и добротностью.



**Рисунок 2.** Модель кольцевого эллиптического резонатора на модифицированном компланарном волноводе (а) и её представление по слоям (б): 1 – «земля», 2 – «токонесущий», 3 – диэлектрик.

В данной работе предложена оригинальная структура – кольцевой эллиптический резонатор на модифицированном компланарном волноводе (рисунок 2а). Модификация заключается в том, что пластины компланарного волновода расположены в вертикальной плоскости (рисунок 2б), что позволяет использовать данную модель в многослойных структурах.

Выбор геометрии структуры осуществляется из соображений о необходимых значениях частоты резонанса ( $f = n\lambda_r$ ), волнового сопротивления и погонных параметров. Помимо настройки макета, на добротность влияет качество выбранных диэлектрика и металлизации. В таблице 1 представлены геометрические и электротехнические параметры макета, используемые размеры отображены на рисунке 3, формулы, по которым проводились расчеты, описаны в литературе [4-7].



**Рисунок 3.** Чертежи слоёв: а – «земля», б – «токонесущий»; сечение модели (в) и его чертеж (г).

**Таблица 1.** Параметры исследуемого резонатора

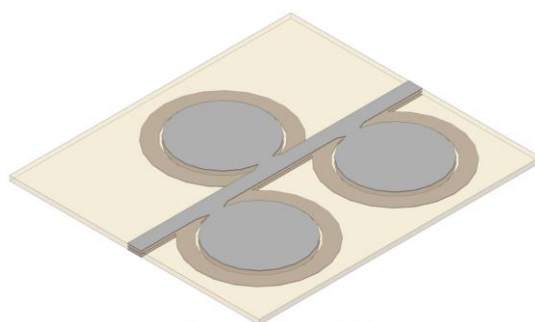
$w$ , мм	$s$ , мм	$t$ , мм	$D$ , мм	$l$ , мм	$f_{расч}$ , ГГц
3	0,57	0,03	21,5	67,54	2,31
$Z_{в}$ , Ом	$C_n$ , пФ	$L_n$ , нГн	$\lambda_r$ , мм	$\epsilon_r$	$\lambda_0$ , мм
69,55	20,74	100,32	67,54 ( $n=1$ )	3,7	129,92
$tg\delta \cdot 10^4$	$\mu_r$	$\sigma$ , См/м	$Q$	$A$ , дБ	$f_{жсп}$ , ГГц
8	1,000026	$3,81 \cdot 10^7$	120	30	2

Помимо модификации волновода, представленный на рисунке 4а макет отличается тем, что в качестве диэлектрика выбран более чистый, чем картон, материал, что положительно сказывается на характеристиках (рисунок 4б): удалось добиться ослабления более 30 дБ на частоте 2 ГГц.



**Рисунок 4.** Макет исследуемого резонатора (а) и его характеристика передачи (б).

Макет резонатора на модифицированном КПВ является работоспособным устройством и обладает добротностью на порядок большей, чем у предыдущих структур.



**Рисунок 5.** Модель фильтра на основе кольцевых резонаторов.

Фильтры диапазона СВЧ обычно представляют собой каскадное соединение объемных резонаторов (отрезки линии). Их преимуществом является удобство настройки [8]. Настройка фильтра, модель которого представлена на рисунке 5, может осуществляться использованием колец разного диаметра, при этом предполагается достижение добротности гораздо большей, чем у фильтров на отрезках линии. Рассмотренная структура может найти применение как в сфере фильтрации, так и в генерации.

#### Список литературы

1. Бочаров Е.И., Кондрашова М.А., Ракова К.А., Седышев Э.Ю., Тарасик К.Э. Кольцевые эллиптические резонаторы для СВЧ-устройств. СПб.: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2018. С. 688–692.
2. Кондрашова М.А., Седышев Э.Ю. Синтез компланарного резонатора на цилиндрической поверхности // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 3 т. СПб.: СПбГУТ, 2017. С. 386–391.
3. Седышев Э.Ю., Селиверстов Л.А. Микроволновый фильтр на кольцевом эллиптическом резонаторе // Проектирование и технология электронных средств. 2018. Выпуск 61. № 1. С. 52-56.
4. Боброва К. В., Булатова И. А., Иванова Е. А., Седышев Э. Ю. Расчёт модифицированных линий передач для объёмных интегральных схем СВЧ. СПб.: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), 2015. С. 161–170.
5. Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств. М.: Радио и связь, 1987. 432 с.
6. Гвоздев В. И., Нефедов Е. И. Объемные интегральные схемы СВЧ. М.: Наука, 1985. 256 с.
7. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ: учебник для студентов вузов по специальности «Электронные приборы». М.: Высшая школа, 1980. Т. 1. 440 с.
8. Мазепова О.И., Мещанов В.П., Прохорова Н.И., Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р. Справочник по элементам полосковой техники. М.: Связь, 1979. 336 с.