



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010149328/07, 02.12.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.12.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **02.12.2010**(45) Опубликовано: **27.04.2012** Бюл. № 12(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 53073 U1, 27.04.2006. RU 67341 U1, 10.10.2007. SU 359719 A1, 03.12.1972. RU 94031907 A1, 20.06.1996. WO 2009016947 A1, 05.02.2009. EP 1962371 A1, 27.08.2008. ОБЗОРЫ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ, СЕРИЯ 1, СВЧ ТЕХНИКА, ВЫПУСК 2 (1662). - М.: ЦНИИ ЭЛЕКТРОНИКА, 1992, с.24.**

Адрес для переписки:

660036, г.Красноярск, Академгородок, 50, стр.38, ИФ СО РАН, патентный отдел

(72) Автор(ы):

**Беляев Борис Афанасьевич (RU),
Лексиков Александр Александрович (RU),
Лексиков Андрей Александрович (RU),
Сержантов Алексей Михайлович (RU),
Сухин Федор Геннадьевич (RU)**

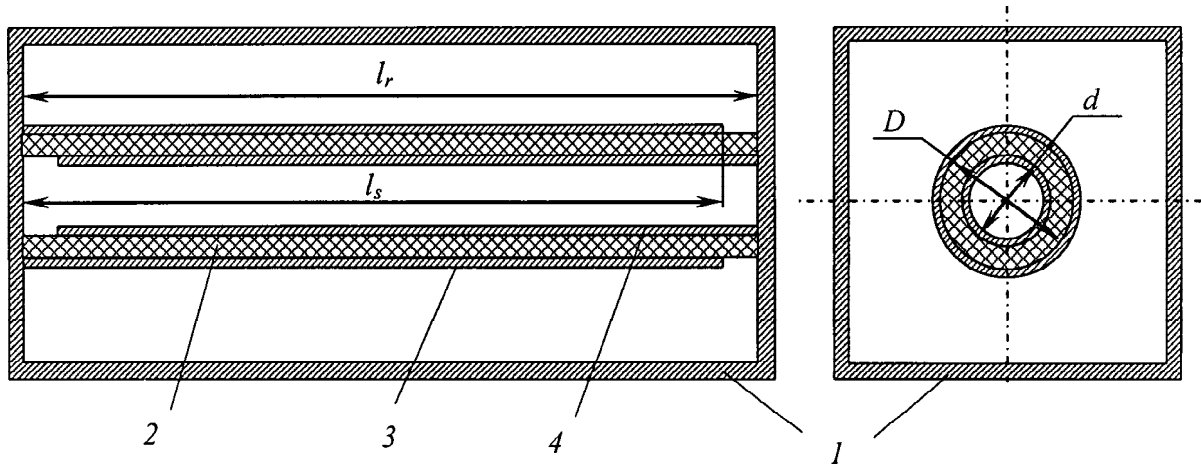
(73) Патентообладатель(и):

**Учреждение Российской академии наук
Институт физики им. Л.В. Киренского
Сибирского отделения РАН (RU)****(54) КОАКСИАЛЬНЫЙ РЕЗОНАТОР**

(57) Реферат:

Коаксиальный резонатор относится к технике сверхвысоких частот и предназначен для создания частотно-селективных устройств СВЧ, задающих цепей автогенераторов и др. Коаксиальный резонатор содержит корпус - экран, внутри которого расположен отрезок коаксиального волновода, заполненного диэлектриком, при этом внешний и внутренний

проводники коаксиального волновода замкнуты одним концом на экран с противоположных сторон. Техническим результатом изобретения является уменьшение размеров коаксиального резонатора, увеличение его добротности, а также увеличение отношения частот первых двух резонансов. 6 ил.



Фиг. 1

RU 2 4 4 9 4 3 2 C 1

RU 2 4 4 9 4 3 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H01P 7/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010149328/07, 02.12.2010**
 (24) Effective date for property rights:
02.12.2010
 Priority:
 (22) Date of filing: **02.12.2010**
 (45) Date of publication: **27.04.2012 Bull. 12**
 Mail address:
660036, g.Krasnojarsk, Akademgorodok, 50, str.38,
IF SO RAN, patentnyj otdel

(72) Inventor(s):
Beljaev Boris Afanas'evich (RU),
Leksikov Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Leksikov Andrej Aleksandrovich (RU),
Serzhantov Aleksej Mikhajlovich (RU),
Sukhin Fedor Gennad'evich (RU)
 (73) Proprietor(s):
Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut
fiziki im. L.V. Kirenskogo Sibirskogo otdelenija
RAN (RU)

(54) **COAXIAL RESONATOR**

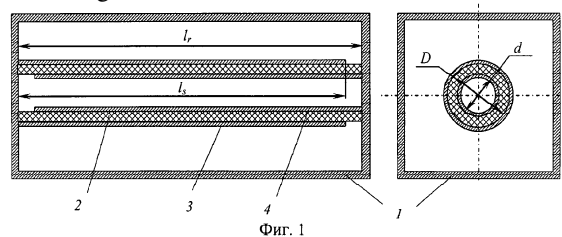
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: coaxial resonator relates to microwave frequencies technique and is intended for creation of microwave frequency-selective devices, driving circuits of active oscillators, etc. coaxial resonator contains housing - screen inside which section of coaxial waveguide is located where external and internal conductors of coaxial waveguide are closed by one end to screen from opposite sides.

EFFECT: decreased dimensions of coaxial resonator, increase in its quality factor, increased ratio of frequencies of the first two resonances.

6 dwg



Фиг. 1

R U 2 4 4 9 4 3 2 C 1

R U 2 4 4 9 4 3 2 C 1

Изобретение относится к технике сверхвысоких частот и предназначено, например, для создания частотно-селективных устройств СВЧ, задающих цепей автогенераторов и др.

Известна конструкция коаксиального резонатора [С.И.Орлов // Расчет и конструирование коаксиальных резонаторов. - М.: Сов. радио, 1970. - 256 с. Стр.32], образованного отрезком коаксиальной линии. Резонатор представляет собой короткозамкнутый с одной стороны отрезок коаксиальной линии с воздушным заполнением.

Недостатком резонатора является его сравнительно большие габариты на частотах метрового диапазона длин волн.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков аналогом является диэлектрический коаксиальный резонатор [Ю.М.Безбородов, С.И.Каленичий, Т.Н.Нарытник, В.Г.Цикалов // Коаксиальные диэлектрические резонаторы и устройства на их основе. Обзоры по электронной технике. Серия 1. СВЧ-техника. Выпуск 2 (1662) - М.: ЦНИИ «Электроника», 1992 - 38 с. Стр. 24. (Прототип)]. Он содержит корпус - экран, внутри которого расположен отрезок коаксиального волновода, заполненного диэлектриком с высокой диэлектрической проницаемостью, проводники которого с одной стороны замкнуты на экран.

Такой резонатор за счет большей взаимной емкости проводников коаксиальной линии имеет меньшие размеры по сравнению с первым аналогом, однако его добротность при этом меньше.

Техническим результатом изобретения является уменьшение размеров коаксиального резонатора, увеличение его добротности, а также увеличение отношения частоты второго резонанса к частоте первого.

Указанный технический результат достигается тем, что в коаксиальном диэлектрическом резонаторе, содержащем корпус - экран, внутри которого расположен отрезок коаксиального волновода, заполненного диэлектриком, новым является то, что внешний и внутренний проводники коаксиального волновода замкнуты одним концом на экран с противоположных сторон.

Отличия заявляемого устройства от наиболее близкого аналога заключаются в том, что внешний и внутренний проводники коаксиального волновода замкнуты одним концом на экран с противоположных сторон. Эти отличия позволяют сделать вывод о соответствии заявляемого технического решения критерию «новизна». Признаки, отличающие заявляемое техническое решение от прототипа, не выявлены в других технических решениях при изучении данной и смежной областей техники и, следовательно, обеспечивают заявляемому решению соответствие критерию «изобретательский уровень».

Известно, что коаксиальные резонаторы находят широкое применение для создания частотно-селективных устройств и, в частности, фильтров в различной измерительной аппаратуре, системах связи, радиолокации и радионавигации. Вместе с тем традиционные конструкции коаксиальных резонаторов не позволяют разрабатывать на их основе устройства метрового диапазона длин волн ($f < 300$ МГц) из-за значительных размеров и сравнительно низкой добротности на этих частотах.

Изобретение поясняется чертежами: Фиг.1 - конструкция предлагаемого коаксиального резонатора. Фиг.2 - эквивалентные схемы заявляемого резонатора и резонатора-прототипа для нижней моды колебаний. Фиг.3 - сравнение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) заявляемого коаксиального резонатора и резонатора-прототипа. Фиг.4 - измеренная АЧХ заявляемого коаксиального резонатора. Фиг.5 -

конструкция двухзвенного полосно-пропускающего фильтра на основе заявляемого коаксиального резонатора. Фиг.6 - измеренная амплитудно-частотная характеристика потерь на прохождение экспериментального двухзвенного полосно-пропускающего фильтра на основе заявляемого резонатора.

Заявляемое устройство (Фиг.1) содержит корпус - экран 1, внутри которого находится отрезок коаксиального волновода, заполненного диэлектриком 2. При этом внешний 3 и внутренний 4 проводники коаксиального волновода замкнуты на экран одним концом с противоположных сторон.

Предложенная конструкция коаксиального резонатора позволяет значительно уменьшить размеры и повысить собственную добротность по сравнению с прототипом, а значит, и уменьшить габариты и вносимые потери фильтров на их основе. Кроме того, отношение частоты второго резонанса к частоте первого для такого резонатора значительно больше, чем у прототипа, что позволяет реализовывать фильтры с широкой полосой заграждения.

Как известно, значение собственной добротности любого электродинамического резонатора можно выразить через параметры эквивалентного ему колебательного контура:

$$Q_0 = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (1)$$

где L и C - эквивалентные индуктивность и емкость, а R - эквивалентное активное сопротивление, характеризующие потери в резонаторе.

Для заявляемого коаксиального резонатора (Фиг.1) эквивалентная схема на сосредоточенных элементах вблизи частот первой (нижайшей) моды колебаний показана на Фиг.2а.

Резонансная частота первой моды заявляемого резонатора, соответствующая структуре электромагнитного поля с одинаково направленными токами в обоих проводниках, может быть выражена через параметры эквивалентного контура следующим образом:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{C(L + L_{12})}}, \quad (2)$$

а добротность резонатора определяется выражением:

$$Q_0 = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L + L_{12}}{C}}. \quad (3)$$

Для резонатора-прототипа эквивалентная схема имеет вид, представленный на Фиг.2б, а соответствующие формулы имеют вид:

$$\omega_{0п} = \sqrt{\frac{1}{C(L - L_{12})}}, \quad (4)$$

$$Q_{0п} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L - L_{12}}{C}}. \quad (5)$$

Понижение частоты и увеличение добротности заявляемого резонатора по отношению к резонатору-прототипу при одинаковых конструктивных параметрах можно охарактеризовать формулой:

$$\frac{\omega_{0п}}{\omega_0} = \frac{Q_0}{Q_{0п}} = \sqrt{\frac{L + L_{12}}{L - L_{12}}}. \quad (6)$$

Из формулы видно, что у заявляемого коаксиального резонатора при одинаковой его длине с прототипом резонансная частота ниже, или при одинаковой резонансной частоте - длина меньше, при этом также достигается выигрыш в добротности. В

заявляемом резонаторе, как показали исследования, понижение частоты, увеличение добротности и увеличение отношения первых двух резонансных частот по сравнению с резонатором-прототипом, при прочих равных условиях, зависит от разности диаметров проводников: чем она меньше, тем больше указанные эффекты.

5 Заявляемый технический результат достигается следующим образом. На резонансной частоте конструкции, когда на длине каждого проводника укладывается четверть длины волны электромагнитного колебания, токи в проводниках резонатора имеют одинаковое направление, т.е. магнитное взаимодействие токов в резонаторе
10 максимально. Следовательно, возрастает величина энергии, запасенная магнитным полем заявляемого резонатора по сравнению с резонатором-прототипом, в котором на низжайшей по частоте моде токи направлены противоположно. В результате за счет взаимодействия токов эквивалентная индуктивность заявляемого коаксиального резонатора будет значительно выше, чем у резонатора прототипа, а следовательно,
15 будет выше его собственная добротность и ниже резонансная частота.

На Фиг.3 представлены измеренные амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) потерь на прохождение заявляемого коаксиального диэлектрического резонатора (сплошная линия) и резонатора-прототипа (штриховая линия), включенных со слабой
20 связью в измерительный тракт. Отрезок коаксиальной линии был выполнен на основе материала с высокой диэлектрической проницаемостью $\epsilon=33$. Остальные конструктивные параметры были следующими: длина резонатора $l_r=12.5$ мм, длина цилиндрических проводников $l_s=12$ мм, их диаметры $d=2$ мм и $D=8.2$ мм, корпус-экран имел форму прямоугольного параллелепипеда с внутренними размерами $13 \times 13 \times 12.5$
25 мм³. Видно, что заявляемая конструкция при прочих равных условиях имеет меньшую резонансную частоту и более высокую добротность ($f_0=500$ МГц и $Q=200$) по сравнению с резонатором-прототипом ($f_0=700$ МГц и $Q=100$), кроме того, отношение второй резонансной частоты к первой для нее больше ($f_2/f_1=3.15$), чем у прототипа
30 ($f_2/f_1=2.7$), что подтверждает заявляемый технический результат.

Как показали проведенные исследования, уменьшение толщины диэлектрика в заявляемом резонаторе позволяет существенно увеличить отношение второй резонансной частоты к первой. Для подтверждения вышесказанного был изготовлен макет предлагаемого коаксиального резонатора, который имел следующие
35 конструктивные параметры: диэлектрическая проницаемость материала диэлектрика $\epsilon=33$, длина резонатора $l_r=35$ мм, длина цилиндрических проводников $l_s=34$ мм, их диаметры $d=3$ мм и $D=4$ мм, корпус-экран имел форму прямоугольного параллелепипеда с внутренними размерами $35 \times 24 \times 15$ мм³. На Фиг.4 представлена измеренная АЧХ изготовленного резонатора, для которого отношение второй резонансной частоты к первой составило $f_2/f_1 \approx 9$, что существенно больше, чем у известных конструкций коаксиальных резонаторов. При этом добротность первого резонанса составила $Q=250$, а его частота всего $f_1=100$ МГц, что при указанных
40 габаритах является существенным достижением.

На Фиг.5 представлена конструкция изготовленного макета двухзвенного полосно-пропускающего фильтра на основе заявляемого коаксиального резонатора. Конструктивные параметры фильтра были следующими: размеры корпуса, являющегося общим для обоих резонаторов, $34 \times 15 \times 15$ мм³, расстояние между осями
50 коаксиальных резонаторов $S=20$ мм, длина резонаторов $l_r=15$ мм, длина цилиндрических проводников $l_s=14$ мм, их диаметры $d=3$ мм и $D=4$ мм, диэлектрическая проницаемость материала $\epsilon=33$.

На Фиг.6 представлена измеренная АЧХ изготовленного макета двухзвенного фильтра. Фильтр имеет относительную ширину полосы пропускания $\Delta f_3/f_0=2\%$ (по уровню - 3 дБ) с центральной частотой $f_0 \approx 240$ МГц и КСВ < 1.4 в полосе пропускания. Видно, что использование заявляемого коаксиального диэлектрического резонатора

5 позволяет получать высокие селективные свойства фильтра в метровом диапазоне длин волн при небольших размерах. Так полоса заграждения по уровню - 80 дБ составляет почти 3 октавы, а вносимые потери в полосе пропускания всего - 2 дБ.

Таким образом, на основе предложенного коаксиального резонатора можно

10 создавать миниатюрные частотно-селективные устройства метрового диапазона длин волн с улучшенными электрическими характеристиками, которые могут найти применение в системах радиолокации, радионавигации, связи, в различной измерительной и специальной аппаратуре.

15 Формула изобретения

Коаксиальный резонатор, содержащий корпус - экран, внутри которого расположен отрезок коаксиального волновода, заполненного диэлектриком, отличающийся тем, что внешний и внутренний проводники коаксиального волновода

20 замкнуты одним концом на экран с противоположных сторон.

25

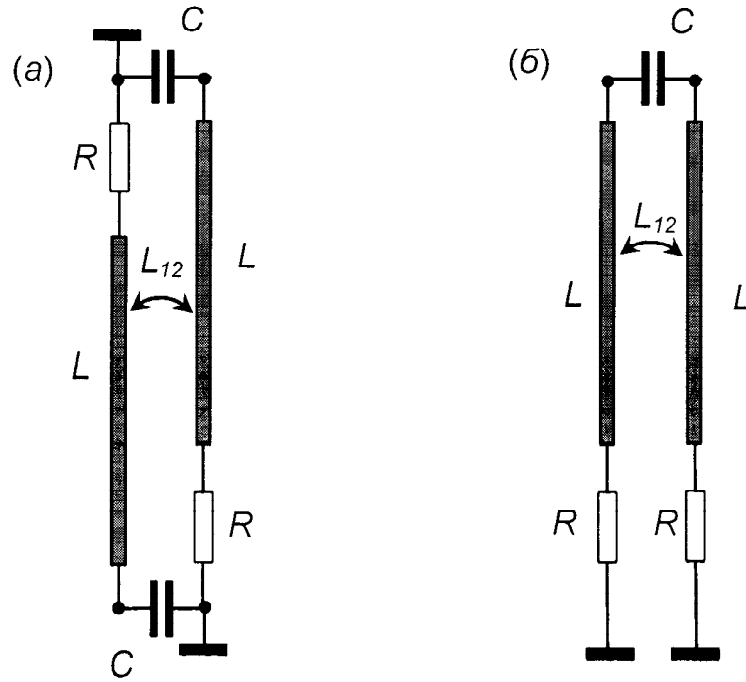
30

35

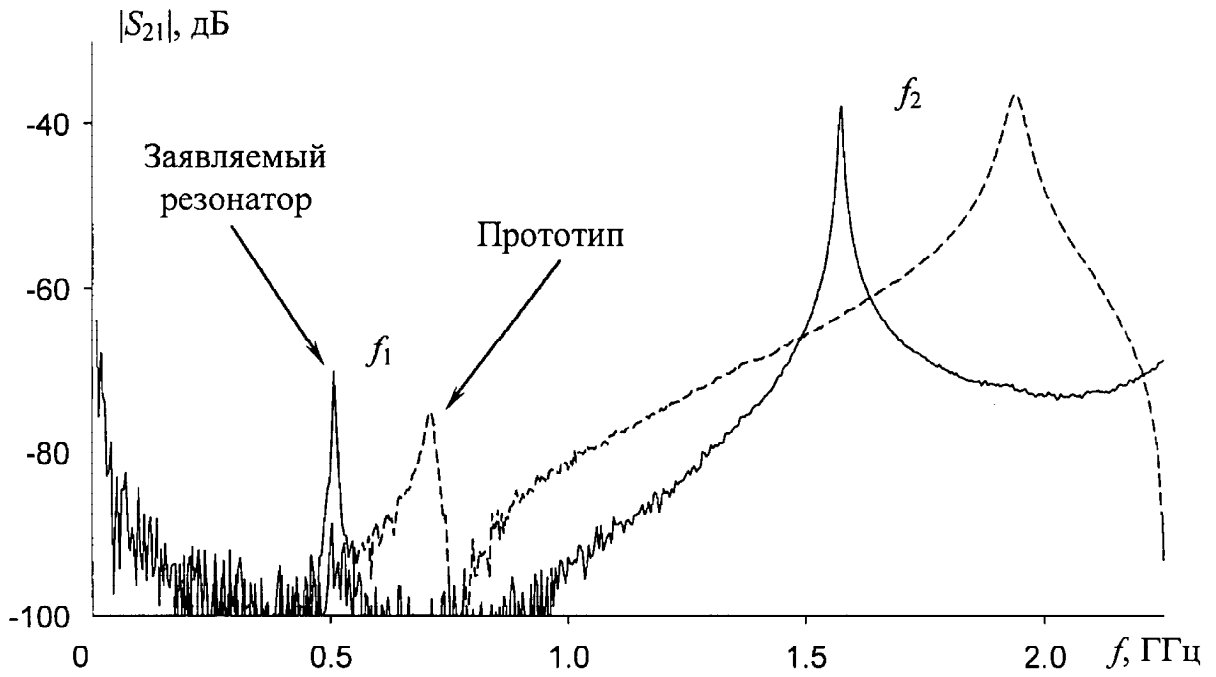
40

45

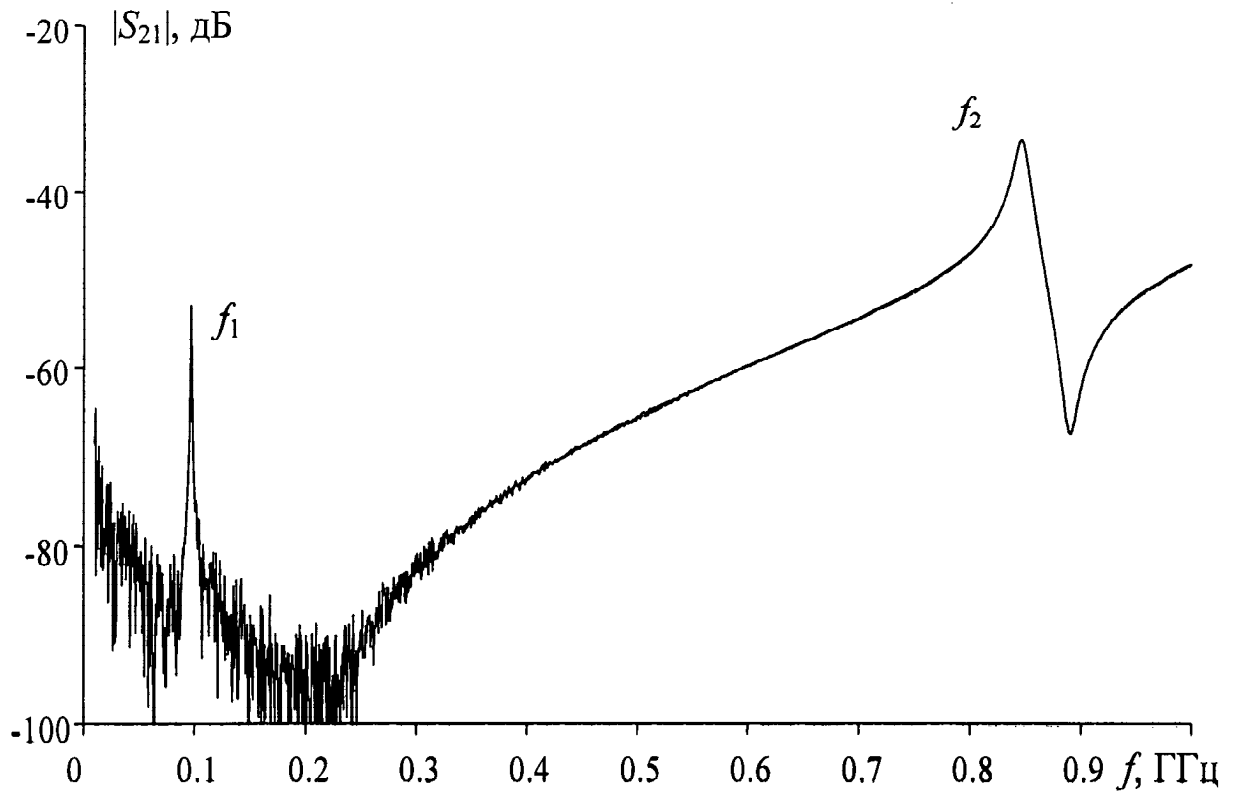
50



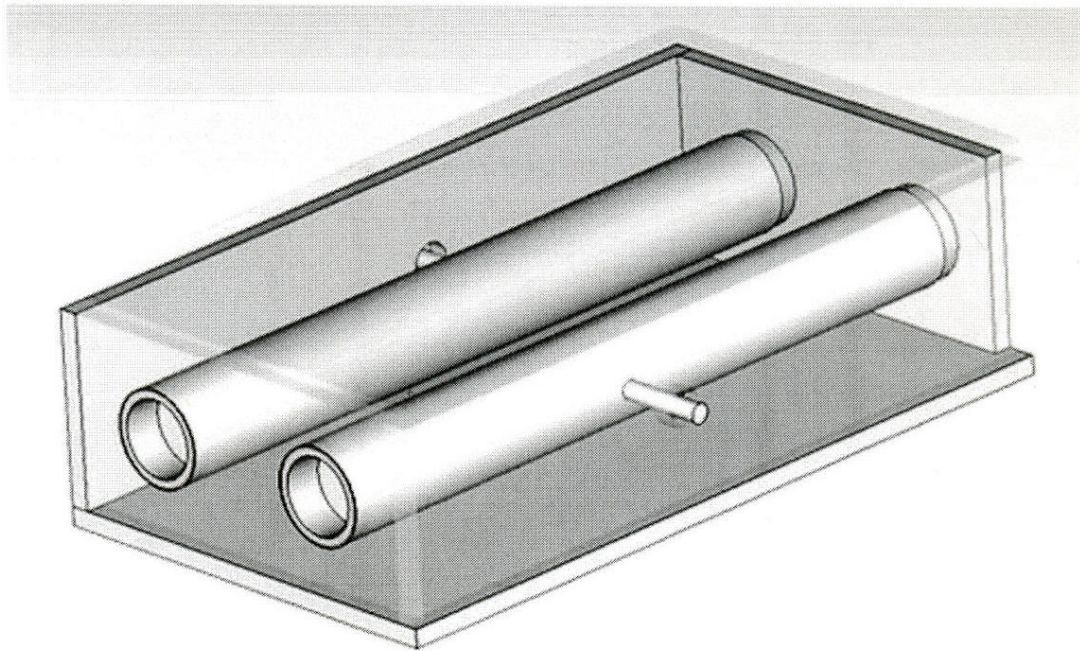
Фиг. 2



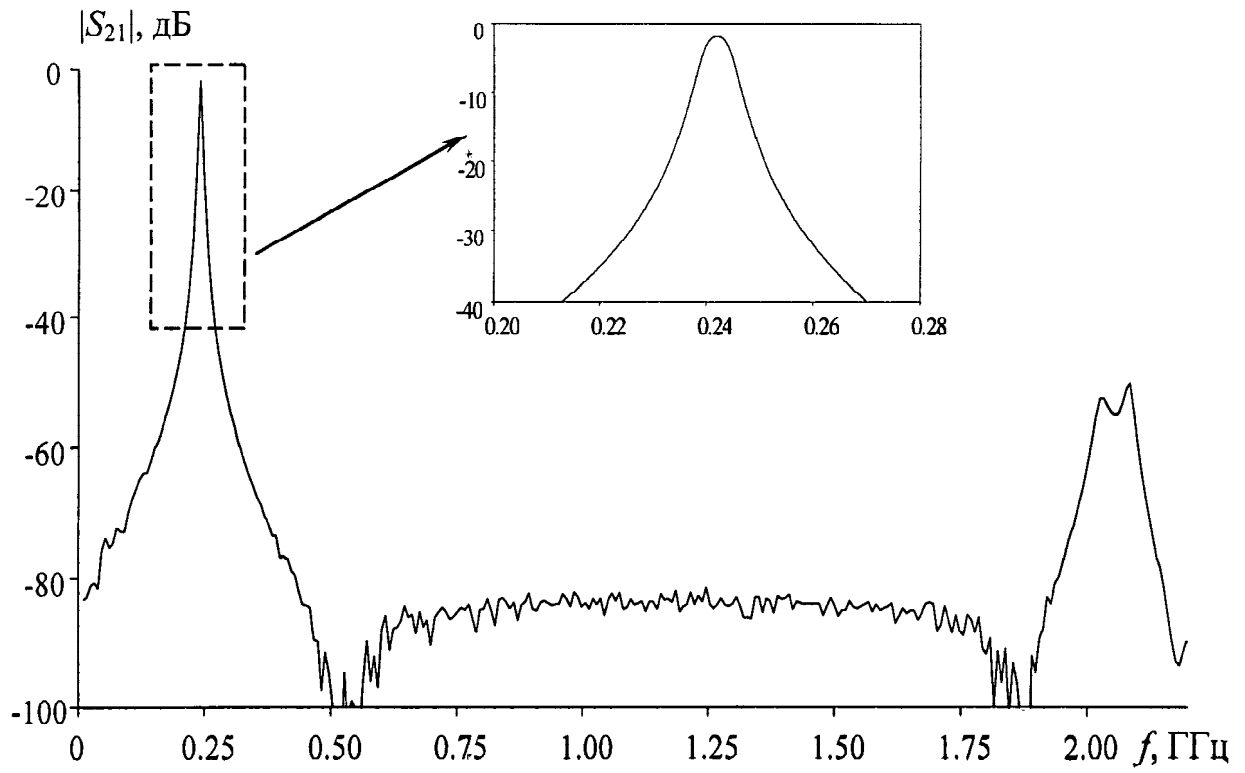
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6