



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H01P 1/203 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018122357, 18.06.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.06.2018

Дата регистрации:  
22.05.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.06.2018

(45) Опубликовано: 22.05.2019 Бюл. № 15

Адрес для переписки:

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79,  
ФГАОУ ВО СФУ, Отдел правовой охраны и  
защиты интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Беляев Борис Афанасьевич (RU),  
Сержантов Алексей Михайлович (RU),  
Лексиков Александр Александрович (RU),  
Денисенко Валерий Сергеевич (RU),  
Бальва Ярослав Федорович (RU),  
Лексиков Андрей Александрович (RU),  
Дмитриев Дмитрий Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Сибирский федеральный  
университет" (RU)

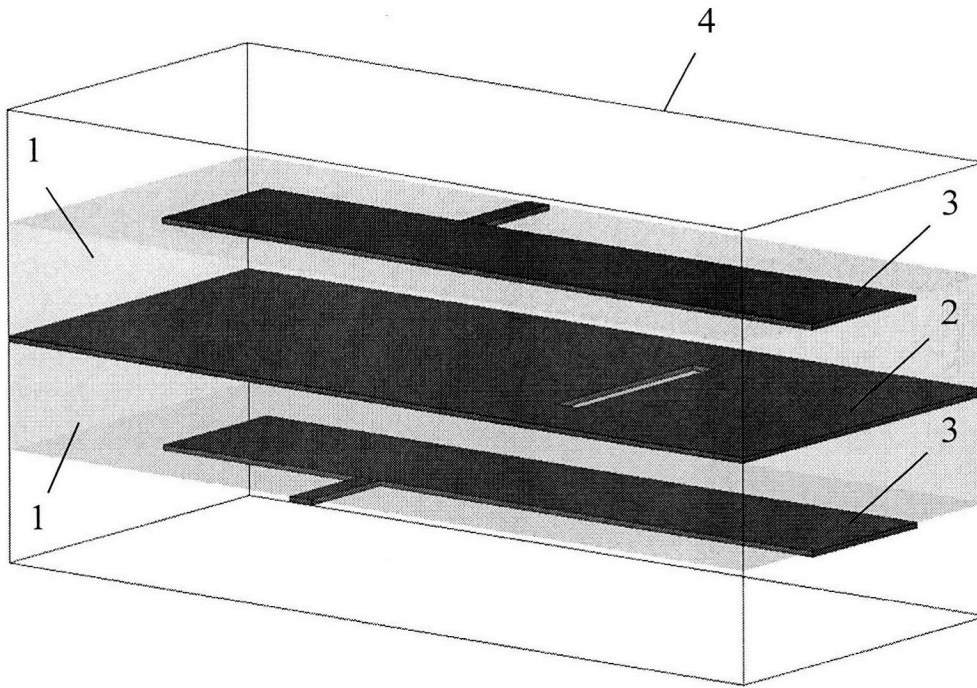
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 20150214594 A1, 30.07.2015 . EP  
0917234 A2, 19.05.1999 . WO 1995028746 A2,  
26.10.1995. US 5484764 A1, 16.01.1996. SU  
1494076 A1, 15.07.1989. SU 1185440 A  
15.09.1985. US 3771075 A1, 06.11.1973. KR  
101144565 B1, 11.05.2012. US 20050219123 A1,  
06.10.2005. US 5300903 A1, 05.04.1994. JPH  
04246901 A, 02.09.1992. В. С. Денисенко  
**МИНИАТЮРНЫЙ** (см. прод.)

## (54) МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиотехнике, в частности к фильтрам. Микрополосковый полосно-пропускающий фильтр содержит микрополосковые резонаторы, разделенные металлическими экранами и расположенные с образованием не менее чем двух ярусов, взаимодействие которых осуществляется через поперечную щель, выполненную в

разделительном экране между ярусами. Щель располагается в области, где у полосковых проводников находится узел высокочастотного тока на частотах паразитной полосы пропускания. Технический результат - уменьшение размеров микрополоскового полосно-пропускающего фильтра. 4 ил.



Фиг. 1

(56) (продолжение):

**МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР ШИРОКОЙ ПОЛОСОЙ ЗАГРАЖДЕНИЯ** // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. тр., 2018. Multi-Layered Planar Filters Based on Aperture Coupled, Dual mode, Microstrip or Stripline Resonators // 1992 IEEE MTT-S Digest.

RU 2688826 C1

RU 2688826 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01P 1/203 (2019.02)*

(21)(22) Application: **2018122357, 18.06.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**18.06.2018**

Registration date:  
**22.05.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **18.06.2018**

(45) Date of publication: **22.05.2019** Bull. № 15

Mail address:

**660041, g. Krasnoyarsk, pr. Svobodnyj, 79, FGAOU  
VO SFU, Otdel pravovoj okhrany i zashchity  
intelektualnoj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Belyaev Boris Afanasevich (RU),  
Serzhantov Aleksej Mikhajlovich (RU),  
Leksikov Aleksandr Aleksandrovich (RU),  
Denisenko Valerij Sergeevich (RU),  
Balva Yaroslav Fedorovich (RU),  
Leksikov Andrej Aleksandrovich (RU),  
Dmitriev Dmitrij Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sibirskij federalnyj universitet"  
(RU)**

(54) **MICROSTRIP BAND-PASS FILTER**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering and communications.

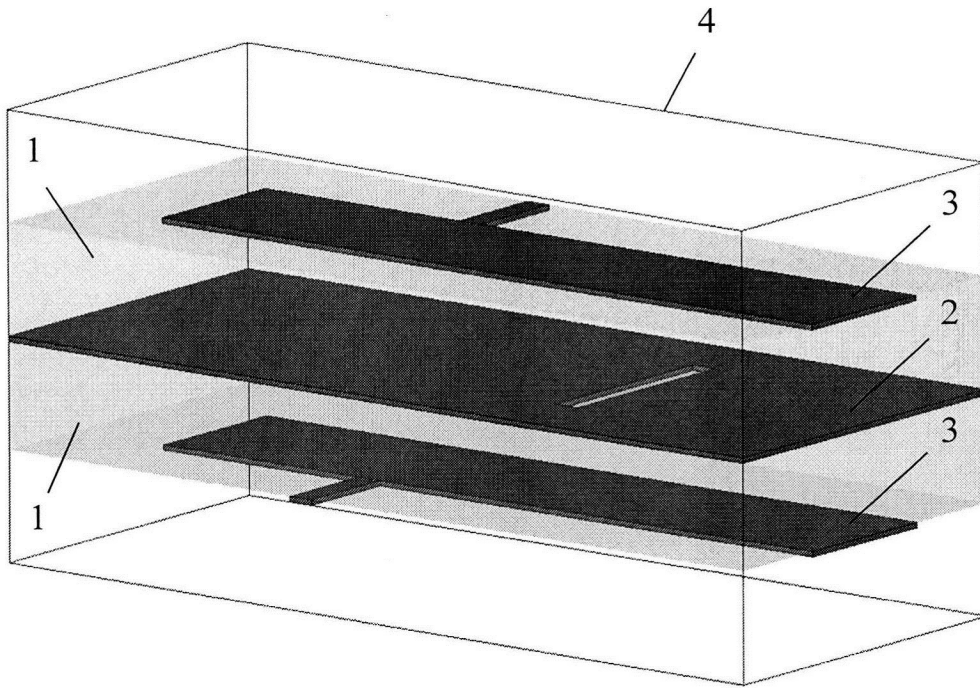
SUBSTANCE: invention relates to radio engineering, in particular to filters. Microstrip band-pass filter has microstrip resonators separated by metal screens and arranged to form at least two tiers whose interaction is carried out through a transverse slit made

in the separation screen between tiers. Slit is located in the area where the strip-line conductors have a high-frequency current unit at frequencies of the parasite pass band.

EFFECT: reduced size of microstrip band-pass filter.  
1 cl, 4 dwg

**RU 2 688 826 C 1**

**RU 2 688 826 C 1**



Фиг. 1

RU 2688826 C1

RU 2688826 C1

Изобретение относится к технике сверхвысоких частот и предназначено для частотной селекции сигналов в устройствах радиолокации, радионавигации, связи и измерительной техники.

5 Известен СВЧ-мультиплексор [Патент RU №2645033, МКИ<sup>7</sup> H01P 1/213, бюл. №5 от 15.02.2018], который содержит не менее трех параллельно расположенных в одном корпусе полосно-пропускающих фильтров. Каждый из фильтров выполнен в виде цепочки связанных резонаторов. Каждый из резонаторов представляет собой экранированную полость, ограниченную в направлении распространения СВЧ-сигналов плоскими поперечными диафрагмами. В плоских поперечных диафрагмах выполнены 10 щели связи. Посредством щелей осуществляется электромагнитная связь между резонаторами. Благодаря наличию диафрагм со щелями достигается уменьшение габаритов устройства. Недостатками такого фильтра, возникающими вследствие применения в его конструкции объемных резонаторов, являются большие размеры на низких частотах и неширокая полоса заграждения, которая ограничена второй 15 (паразитной) полосой пропускания, расположенной не дальше удвоенной центральной частоты первой (рабочей) полосы пропускания. Кроме того, устройства на объемных резонаторах нетехнологичны в производстве из-за несовместимости с интегральной технологией изготовления.

Известен микрополосковый полосно-пропускающий фильтр [Беляев Б.А., Сержантов 20 А.М. Особенности коэффициентов связи микрополосковых четвертьволновых резонаторов // Радиотехника и электроника. 2004. Т. 49. №3. С. 300-307], содержащий диэлектрическую подложку, одна сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую нанесены короткозамкнутые на землю с одного конца полосковые проводники, связанные между собой электромагнитно. 25 Фильтр более технологичен в изготовлении по сравнению с первым аналогом. Недостатками такого фильтра являются сравнительно большие размеры на низких частотах и неширокая полоса заграждения, которая ограничена второй (паразитной) полосой пропускания, расположенной на утроенной центральной частоте первой (рабочей) полосы пропускания.

30 Наиболее близким аналогом является микрополосковый полосно-пропускающий фильтр [Патент RU №2222076, МКИ<sup>7</sup> H01P 1/203, бюл. №2 от 20.01.2004 (прототип)]. Фильтр содержит микрополосковые четвертьволновые резонаторы, разделенные между собой металлическими экранами. Взаимодействие резонаторов осуществляется с 35 помощью сосредоточенных индуктивностей, каждая из которых припаяна своими концами к двум соседним резонаторам. Недостатками фильтра являются низкая технологичность в изготовлении, связанная с необходимостью использования сосредоточенных индуктивностей в виде катушек, сравнительно большие размеры фильтра на низких частотах и наличие паразитных резонансов сосредоточенных катушек. 40

Техническим результатом изобретения является уменьшение размеров микрополоскового полосно-пропускающего фильтра.

Указанный технический результат достигается тем, что в заявляемом полосно-пропускающем фильтре, содержащем микрополосковые резонаторы, разделенные 45 металлическими экранами, новым является то, что микрополосковые резонаторы расположены с образованием не менее чем двух ярусов, а их взаимодействие осуществляется через поперечную щель, выполненную в металлическом экране между ярусами.

Отличие заявляемого устройства от наиболее близкого аналога заключается в том,

что микрополосковые резонаторы расположены с образованием не менее чем двух ярусов, а их взаимодействие осуществляется через поперечную щель, выполненную в металлическом экране между ярусами.

Сущность изобретения поясняется рисунками:

5 На фиг. 1 изображена конструкция заявляемого микрополоскового фильтра второго порядка. На фиг. 2 изображено продольное сечение заявляемого микрополоскового фильтра второго порядка и распределение амплитуды высокочастотного тока в полосковых проводниках его резонаторов на частотах первой - рабочей (сплошная линия) и второй - паразитной (штрихи) полосы пропускания. На фиг. 3 изображена  
10 конструкция заявляемого микрополоскового фильтра четвертого порядка. На фиг. 4 представлена расчетная амплитудно-частотная характеристика фильтра четвертого порядка заявляемой конструкции (сплошная линия) и амплитудно-частотная характеристика соответствующего ему микрополоскового фильтра традиционной конструкции (штрихи).

15 Заявляемый микрополосковый полосно-пропускающий фильтр (фиг. 1) содержит диэлектрические подложки 1, одна сторона которых полностью металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания 2, а на вторую сторону нанесены полосковые проводники резонаторов 3, короткозамкнутые с одной стороны на экран 4. Полосковые проводники могут иметь как прямоугольную форму, так и быть  
20 нерегулярными. Микрополосковые резонаторы расположены с образованием не менее чем двух ярусов друг над другом. Электромагнитное взаимодействие резонаторов осуществляется через узкую щель, выполненную в экране между ярусами в области, где у полосковых проводников находится узел высокочастотного тока на частотах паразитной полосы пропускания. Входная и выходная линия передачи гальванически  
25 подключены к проводникам резонаторов.

Фильтр работает следующим образом. Входная и выходная линии передачи подключаются к проводникам резонаторов, как показано на фиг. 1, причем расстояние от разомкнутых концов проводников до точек подключения внешних линий передачи определяется заданным уровнем максимальных отражений в полосе пропускания  
30 фильтра. Сигналы, частоты которых попадают в полосу пропускания, проходят на выход фильтра с минимальными потерями, в то время как на частотах вне полосы пропускания происходит отражение сигналов от входа устройства.

Как известно, конструкции фильтров на основе микрополосковых резонаторов по совокупности таких характеристик, как миниатюрность, технологичность и стоимость  
35 являются одними из лучших. В тоже время, существенным недостатком таких фильтров является сравнительно узкая полоса заграждения. Заявляемая конструкция фильтра позволяет значительно подавить вторую (паразитную) полосу пропускания и существенно увеличить протяженность высокочастотной полосы заграждения. В основе работы фильтра заявляемой конструкции лежит тот факт, что распределение  
40 высокочастотных токов в полосковых проводниках фильтра на частотах первой (рабочей) и второй (паразитной) полосы пропускания различаются. На фиг. 2 изображено продольное сечение микрополоскового фильтра второго порядка и распределение амплитуды высокочастотного тока в полосковых проводниках его резонаторов на частотах первой - рабочей (сплошная линия) и второй - паразитной  
45 (штрихи) полосы пропускания. Видно, что на частоте второй (паразитной) полосы пропускания на расстоянии  $1/3$  длины прямолинейного полоскового проводника от точки его заземления наблюдается узел высокочастотного тока. В тоже время амплитуда высокочастотного тока на частотах первой - рабочей (сплошная линия) полосы

пропускания в этой области достаточна большая. Таким образом, учитывая тот факт, что взаимодействие микрополосковых резонаторов осуществляется через узкую щель, выполненную в экране между ярусами в области, где у полосковых проводников находится узел высокочастотного тока на частотах паразитной полосы пропускания, данная паразитная полоса пропускания будет сильно подавлена. При уменьшении ширины щели подавление паразитной полосы пропускания увеличивается.

Как известно, ширина полосы пропускания фильтра определяется, при прочих равных условиях, величиной коэффициента связи его резонаторов. Величину коэффициента связи резонаторов в заявляемой конструкции фильтра можно изменять, варьируя длину и ширину щели.

Известно, что фильтры на основе микрополосковых резонаторов могут иметь сравнительно большие размеры на низких частотах. Особенно сильно этот недостаток проявляется при реализации узкополосных устройств, так как для уменьшения взаимодействия резонаторов приходится увеличивать расстояния между ними. В фильтре заявляемой конструкции уменьшение коэффициента связи достигается укорочением щели при фиксированном, минимальном расстоянии между проводниками резонаторов. Уменьшение размеров фильтра заявляемой конструкции по сравнению с фильтром-прототипом достигается по двум причинам. Во-первых, за счет компактного расположения полосковых проводников микрополосковых резонаторов друг над другом, а во-вторых, за счет укорочения проводников резонаторов из-за наличия щели в заземляемом основании (экране), которая увеличивает их эквивалентную индуктивность. Еще одним преимуществом предлагаемого технического решения является отсутствие сосредоточенных катушек индуктивности, что существенно повышает технологичность изготовления фильтра (он может быть выполнен с применением интегральной технологии изготовления планарных структур). Кроме того, в отличие от сосредоточенных катушек индуктивности фильтра-прототипа, частоты резонансов щелей в экранах существенно выше, что значительно расширяет высокочастотную полосу заграждения.

На фиг. 3 представлен вариант реализации фильтра четвертого порядка заявляемой конструкции, а на фиг. 4 для приведена рассчитанная в программе электродинамического моделирования его амплитудно-частотная характеристика (сплошная линия). Фильтр имеет центральную частоту полосы пропускания  $f_0=1$  ГГц и относительную ширину полосы пропускания  $\Delta f/f_0=5\%$  по уровню -3 дБ, КСВ в полосе пропускания фильтра не хуже 1,5. В качестве материала подложек была выбрана керамика с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=80$ ; толщиной 1 мм. Высота наружных экранов над поверхностью микрополосковой структуры равна 1 мм. Материал полосковых проводников и корпуса - медь. Ширина регулярных полосковых проводников резонаторов равнялась 3 мм. Ширина щелей в экранах составила 200 мкм, длина щелей 3 мм. Из представленной зависимости видно, что при выбранных конструктивных параметрах у заявляемого фильтра практически полностью подавлена первая паразитная полоса пропускания. В результате ширина высокочастотной полосы заграждения у заявляемого фильтра при прочих равных условиях значительно шире, чем у фильтра-прототипа (штриховая линия на фиг. 4).

Размеры микрополосковой структуры в заявляемом фильтре составляют  $3 \times 8 \times 15.5 = 372$  мм<sup>3</sup>, в то время как размеры полосковой структуры фильтра-прототипа при прочих равных условиях равны  $2 \times 17.5 \times 20 = 700$  мм, т.е. заявленный фильтр имеет почти вдвое меньший объем, что подтверждает заявленный технический результат.

## (57) Формула изобретения

Микрополосковый полосно-пропускающий фильтр, содержащий микрополосковые резонаторы, разделенные металлическими экранами и расположенные с образованием не менее чем двух ярусов, взаимодействие которых осуществляется через поперечную щель, выполненную в разделительном экране между ярусами, отличающийся тем, что щель располагается в области, где у полосковых проводников находится узел высокочастотного тока на частотах паразитной полосы пропускания.

10

15

20

25

30

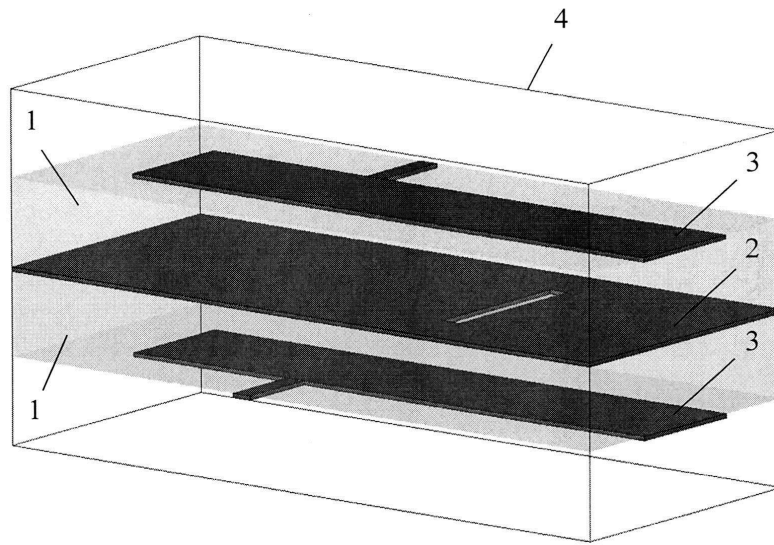
35

40

45

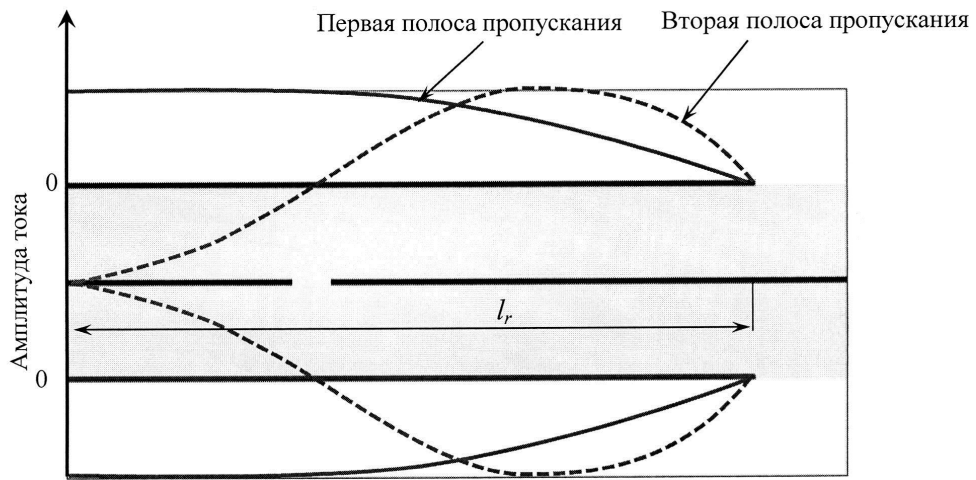


1

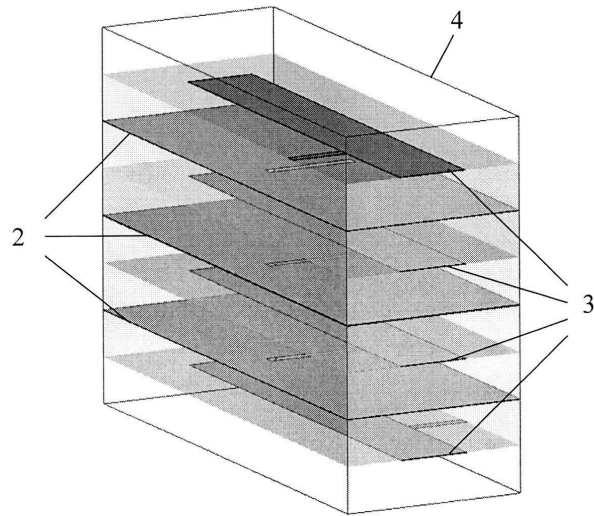


Фиг. 1

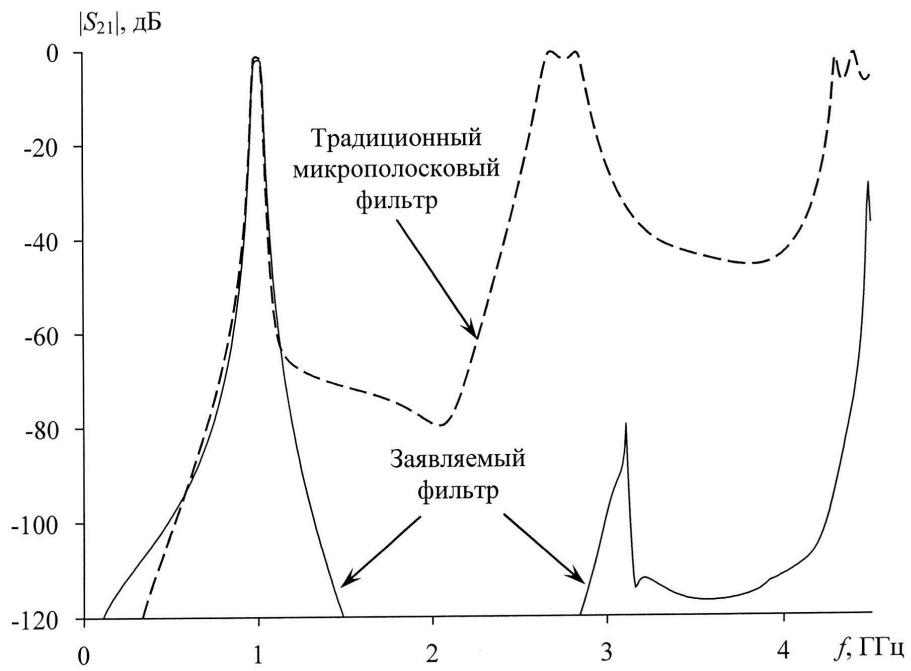
2



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4