



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013122468/08, 15.05.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.05.2013

(45) Опубликовано: 10.09.2014 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2475900 С1, 20.02.2013. RU 2402121 С1, 20.10.2010. RU 2321107 С1, 27.03.2008. SU 1793498 А1, 07.02.1993. RU 2065232 С1, 10.08.1996. RU 2174737 С2, 10.01.2001. US 2000143458 А1, 19.06.2008. US 5021757 А, 04.06.1991

Адрес для переписки:

660041, г.Красноярск, пр. Свободный-79,
ФГАОУ ВПО СФУ, отдел правовой охраны и
защиты ИС

(72) Автор(ы):

Беляев Борис Афанасьевич (RU),
Сержантов Алексей Михайлович (RU),
Бальва Ярослав Федорович (RU),
Лексиков Александр Александрович (RU),
Тюрнев Владимир Вениаминович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

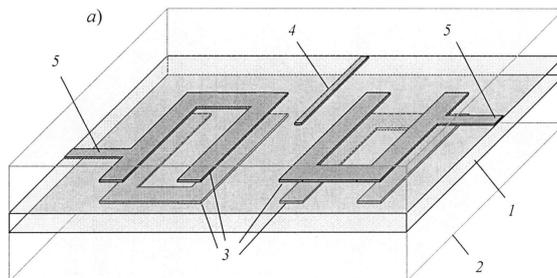
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Сибирский
федеральный университет" (RU)

(54) ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ СВЧ ФИЛЬТР

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике сверхвысоких частот и может использоваться в селективных трактах приемных и передающих систем. Технический результат - увеличение уровня подавления в полосах заграждения. Полосно-пропускающий СВЧ фильтр, содержащий полосковые резонаторы на подвешенной подложке, каждый из которых

образован парой П-образных полосковых проводников, расположенных друг над другом на разных сторонах подложки и развернутых разомкнутыми концами навстречу друг другу, при этом между проводниками соседних резонаторов расположен хотя бы один дополнительный полосковый проводник, замкнутый одним концом на экран. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013122468/08, 15.05.2013

(24) Effective date for property rights:
15.05.2013

Priority:

(22) Date of filing: 15.05.2013

(45) Date of publication: 10.09.2014 Bull. № 25

Mail address:

660041, g.Krasnojarsk, pr. Svobodnyj-79, FGAOU
VPO SFU, otdel pravovoj okhrany i zashchity IS

(72) Inventor(s):

**Beljaev Boris Afanas'evich (RU),
Serzhantov Aleksej Mihajlovich (RU),
Bal'va Jaroslav Fedorovich (RU),
Leksikov Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Tjurnev Vladimir Veniaminovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Sibirskij
federal'nyj universitet" (RU)**

(54) **BANDPASS MICROWAVE FILTER**

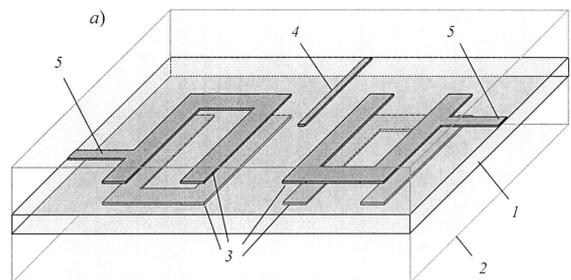
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: bandpass microwave filter comprises stripline resonators on a suspended substrate, each formed by a pair of flat-topped stripline conductors, arranged one over the other at different sides of the substrate and turned by open ends towards each other, wherein at least one additional stripline conductor, which is closed by one end at a screen, is placed between conductors of neighbouring resonators.

EFFECT: high level of attenuation in rejection bands.

4 dwg



Фиг. 1

RU 2 528 148 C1

RU 2 528 148 C1

Изобретение относится к технике сверхвысоких частот и может использоваться в селективных трактах приемных и передающих систем.

Известен шпильковый полосно-пропускающий микрополосковый фильтр, содержащий диэлектрическую подложку, одна сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую нанесены П-образные полосковые проводники резонаторов [Патент Microstrip filter № US 3754198 от 21.08.1973]. Недостатком такого фильтра является большая площадь подложки на частотах дециметрового и особенно метрового диапазона длин волн. Это связано с тем, что на низких частотах размеры шпильковых микрополосковых резонаторов становятся неприемлемо большими.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков является полосковый полосно-пропускающий фильтр [А.А. Лексиков, А.М. Сержантов, Ф.Г. Сухин//Известия ВУЗов. Физика. Том 53, №9/2, 2010 г., стр.219 (Прототип)]. Каждый резонатор в таком фильтре образован парой П-образных полосковых проводников, расположенных друг над другом на разных сторонах подложки и развернутых разомкнутыми концами навстречу друг другу. Размеры таких резонаторов существенно меньше, а добротность существенно выше, чем в первом аналоге. Недостатком фильтра является низкий уровень подавления в полосах заграждения, что связано с большой величиной взаимной емкости между проводниками соседних резонаторов, особенно при использовании подложек с высокой диэлектрической проницаемостью.

Техническим результатом изобретения является увеличение уровня подавления в полосах заграждения.

Указанный технический результат достигается тем, что в полосно-пропускающем фильтре, содержащем полосковые резонаторы на подвешенной подложке, каждый из которых образован парой П-образных полосковых проводников, расположенных друг над другом на разных сторонах подложки и развернутых разомкнутыми концами навстречу друг другу, новым является то, что между проводниками соседних резонаторов расположен хотя бы один дополнительный полосковый проводник, замкнутый с одного конца на экран.

Отличие заявляемого устройства от наиболее близкого аналога заключается в том, что между проводниками соседних резонаторов расположен хотя бы один дополнительный полосковый проводник, замкнутый с одного конца на экран.

Это позволяет 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».

Изобретение поясняется чертежами:

На фиг.1а, б представлены варианты реализации двухрезонаторного полоскового фильтра заявляемой конструкции на подвешенной диэлектрической подложке.

На фиг.2 приведены измеренные амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) заявляемого двухрезонаторного фильтра и фильтра прототипа.

На Фиг.3 приведена измеренная АЧХ двухрезонаторного заявляемого фильтра в узкой полосе частот.

На фиг.4 представлены рассчитанные АЧХ четырехрезонаторного полосно-пропускающего фильтра заявляемой конструкции и фильтра прототипа.

Заявляемый фильтр (Фиг.1а) содержит диэлектрическую подложку (1), подвешенную в металлическом корпусе (2), на обе поверхности которой нанесены полосковые П-

образные металлические проводники резонаторов (3), электромагнитносвязанные между собой. Каждый резонатор образован двумя П-образными полосковыми проводниками, расположенными друг над другом на разных сторонах подложки и развернутыми разомкнутыми концами навстречу друг другу. Между резонаторами по 5 крайней мере на одной поверхности подложки расположен полосковый проводник (4), замкнутый одним своим концом на экран. Входная и выходная линии передачи (5) подключены к полосковым П-образным проводникам резонаторов фильтра кондуктивно (гальванически).

Известно, что значение собственной добротности микрополосковых резонаторов в 10 метровом и дециметровом диапазонах длин волн на практике обычно не превышает двух-трех сотен, причем она уменьшается с понижением частоты. При этом, кроме низкой добротности резонаторов в метровом диапазоне длин волн, устройства имеют слишком большие размеры. Одним из решений данной проблемы является применение 15 многопроводных резонаторов на подвешенной подложке [Патент РФ №2237320, МПК 7 Н01Р 1/203, опубл. 27.09.2004, Бюл. №27]. Однако тот факт, что полосковые проводники в таком фильтре припаиваются к корпусу-экрану на обеих сторонах подложки, делает их неудобными в настройке. Кроме того, соединения проводников с экраном выполняются, как правило, посредством пайки припоем со сравнительно 20 высоким удельным сопротивлением, а так как на участки пайки приходится максимальная плотность тока, то это существенно снижает потенциально высокую добротность таких резонаторов. И, наконец, входная и выходная линии передачи фильтра оказываются закороченными по постоянному току, что в некоторых случаях 25 недопустимо.

В фильтре-прототипе проводники резонаторов не имеют соединений с экраном, 25 поэтому такая конструкция не имеет замыкания подводящих линий на землю, что иногда является необходимым условием подключения фильтра в тракт. Однако наряду с перечисленными достоинствами фильтра прототипа ему присущ один существенный недостаток - низкий уровень подавления в полосах заграждения, что связано с большой 30 величиной взаимной емкости между соседними резонаторами, особенно сильно это проявляется при использовании подложек с высокой диэлектрической проницаемостью.

Предлагаемая конструкция фильтра в значительной степени свободна от указанного 35 недостатка. Заявляемый технический результат достигается введением между соседними резонаторами, по крайней мере, одного дополнительного проводника, замкнутого с одного конца на экран. Так как электрическая длина проводника на частотах полосы 40 заграждения фильтра мала, то он представляет собой экран для СВЧ электрического поля. Таким образом, наличие дополнительного проводника существенно уменьшает величину взаимной емкости между соседними резонаторами фильтра и, следовательно, уменьшает коэффициент прохождения СВЧ мощности на частотах полосы заграждения.

Фильтр работает следующим образом. Входная и выходная линии передачи 40 подключаются к проводникам как показано на Фиг.1, причем расстояние от концов проводников до точек подключения внешних линий передачи определяется заданным уровнем отражений в полосе пропускания 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 45 от входа устройства.

Важно отметить, что введение дополнительного проводника практически не приводит к увеличению вносимых потерь в полосе пропускания фильтра. Это объясняется тем, что электрическая длина такого проводника на частотах полосы пропускания много

меньше электрической длины резонаторов и, следовательно, величина наводимых в нем СВЧ-токов незначительна.

На Фиг.2 представлены измеренные АЧХ заявляемого фильтра (штриховая линия) и фильтра-прототипа (точки). Фильтры отличались друг от друга только наличием
5 дополнительного экранирующего проводника, расположенного в центре зазора между резонаторами. Изготовленные фильтры имели следующие параметры полосковой структуры: диэлектрическая проницаемость подложки $\epsilon=9.8$, ее толщина $h=0.5$ мм, ширина полосковых проводников резонаторов $w=4$ мм, наружные размеры П-образных
10 проводников 14×14 мм², длина дополнительного проводника 8.5 мм при его ширине 0.5 мм, расстояние от поверхности подложки до верхнего и нижнего экранов $h_a=4.25$ мм. Фильтры имеют относительную ширину полосы пропускания $\Delta f/f_0 \approx 2\%$ (по уровню - 3 дБ) с центральной частотой $f_0 \approx 670$ МГц. Минимальные потери в полосе пропускания составили около 1.1 дБ. Из представленных зависимостей видно, что введение между
15 резонаторами дополнительного замкнутого с одного конца на экран проводника приводит не только к повышению крутизны склонов полосы пропускания, но и к существенному увеличению уровня подавления в полосах заграждения. При этом основные параметры полосы пропускания остаются практически неизменными.

Дальнейшего улучшения селективных свойств заявляемого фильтра можно достичь
20 при использовании не одного, а двух дополнительных полосковых проводников, расположенных между резонаторами и замкнутых одним концом на экран с противоположных сторон подложки (Фиг.1б). Измеренная АЧХ этого фильтра представлена на Фиг.2 сплошной линией. Такой фильтр имеет протяженную полосу заграждения - около двух октав и достаточно большую (для двухрезонаторной
25 конструкции) величину подавления за пределами полосы пропускания, существенно лучшую, чем у фильтра-прототипа. На Фиг.3 представлены частотные зависимости коэффициента прохождения (сплошная линия) и отражения (точки) этого же фильтра, измеренные вблизи полосы пропускания.

Как известно, одним из основных способов улучшения селективности фильтров
30 является увеличение количества резонаторов в них. На Фиг.4 представлена рассчитанная АЧХ четырехрезонаторного фильтра заявляемой конструкции (сплошная линия), в которой между парами соседних резонаторов расположены по два дополнительных полосковых проводника, замкнутых одним концом на экран с противоположных сторон подложки. Конструктивные параметры были такими же, как и для двухрезонаторного
35 фильтра, рассмотренного выше, за исключением зазоров между резонаторами. Расстояние между парой внутренних резонаторов в фильтре составило $S_1=4.25$ мм, а между наружными парами $S_2=3.5$ мм. На этом же рисунке для сравнения приведена АЧХ этого же фильтра (штриховая линия), но без дополнительных проводников
40 (фильтр-прототип). Из приведенных зависимостей видно, что заявляемый фильтр имеет значительно лучшие селективные свойства, в частности уровень подавления в полосах заграждения в среднем на 40 дБ выше, чем у фильтра-прототипа.

Таким образом, полосковый фильтр на основе заявляемой конструкции не только имеет малое вносимое затухание СВЧ сигнала в полосе пропускания, но и
45 характеризуется значительно более высоким уровнем подавления помех в полосах заграждения по сравнению с традиционными конструкциями полосковых и микрополосковых фильтров. Это позволяет использовать такие устройства в современных системах связи, радиолокации, а также в измерительной аппаратуре.

Формула изобретения

Полосно-пропускающий СВЧ фильтр, содержащий полосковые резонаторы на подвешенной подложке, каждый из которых образован парой П-образных полосковых проводников, расположенных друг над другом на разных сторонах подложки и развернутых разомкнутыми концами навстречу друг другу, отличающийся тем, что между проводниками соседних резонаторов расположен хотя бы один дополнительный полосковый проводник, замкнутый одним концом на экран.

10

15

20

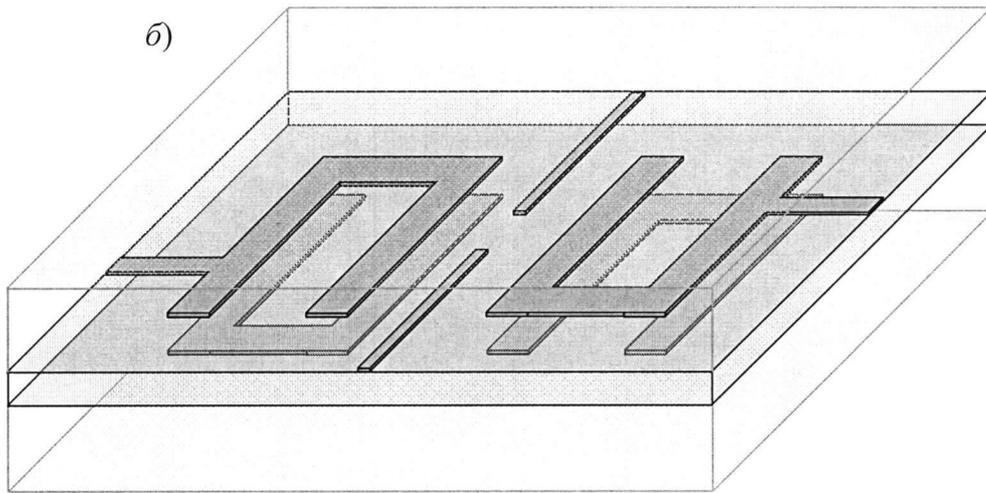
25

30

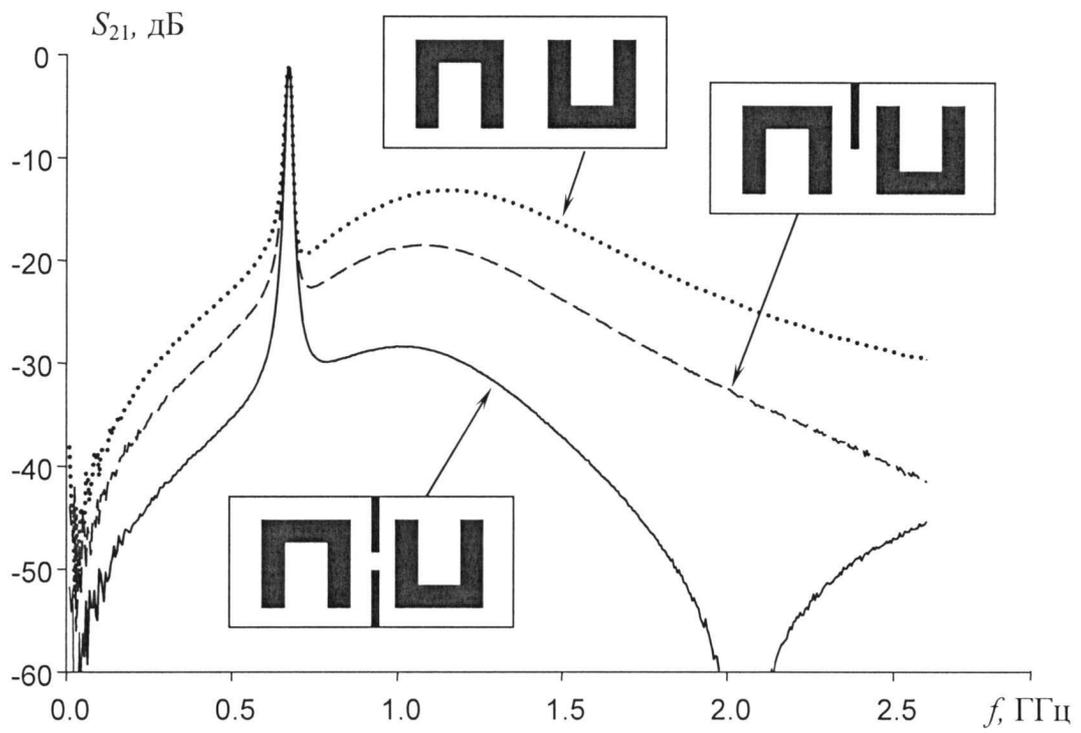
35

40

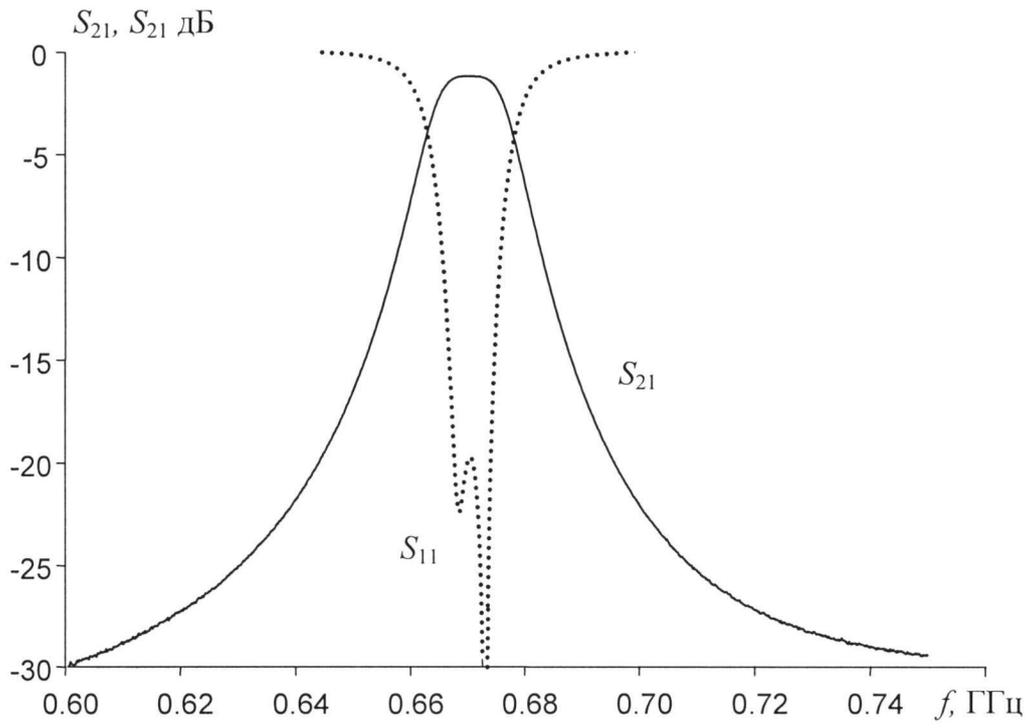
45



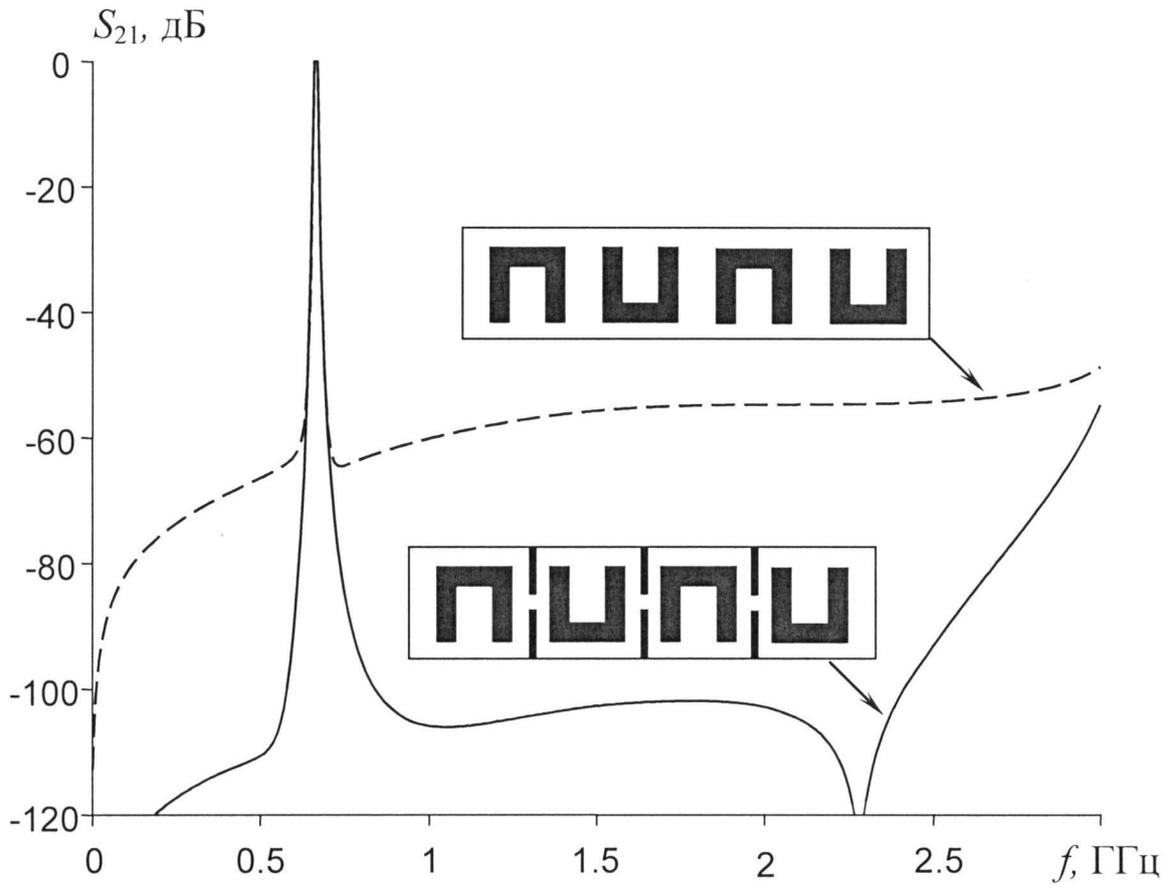
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4