



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2012111328/08, 23.03.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.03.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.03.2012

(45) Опубликовано: 27.04.2013 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2401490 C1, 10.10.2010. RU 2078395 C1, 27.04.1997. RU 2111583 C1, 20.05.1998. RU 2182738 C1, 20.05.2002. US 2005/0140472 A1, 30.06.2005. WO 2010/034049 A1, 01.04.2010.

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),  
Тюрнев Владимир Вениаминович (RU),  
Сержантов Алексей Михайлович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

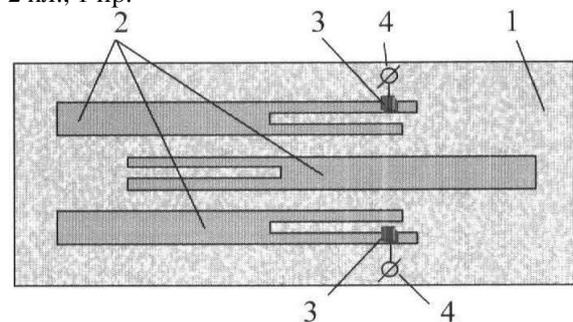
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Сибирский федеральный университет" (RU)****(54) МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ДВУХПОЛОСНЫЙ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР**

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике сверхвысоких частот и предназначено для частотной селекции сигналов на двух несущих частотах. Техническим результатом является улучшение селективных свойств двухполосного полосно-пропускающего фильтра за счет возможности расположения двух полос пропускания на заданных частотах, в том числе сколь угодно близких. Микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр содержит диэлектрическую подложку, одна сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую нанесены параллельные прямолинейные полосковые проводники, являющиеся электромагнитно связанными микрополосковыми резонаторами, из которых входной и выходной проводник подключены к портам фильтра. Новым является то, что

полосковый проводник каждого резонатора расщеплен продольной щелью с одного конца не более чем на половину своей длины, а проводники каждой смежной пары связанных резонаторов направлены в противоположные стороны и смещены один относительно другого в сторону нерасщепленных концов не более чем на длину нерасщепленного участка.

2 ил., 1 пр.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012111328/08, 23.03.2012

(24) Effective date for property rights:  
23.03.2012

Priority:

(22) Date of filing: 23.03.2012

(45) Date of publication: 27.04.2013 Bull. 12

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),  
Tjurnev Vladimir Veniaminovich (RU),  
Serzhantov Aleksej Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

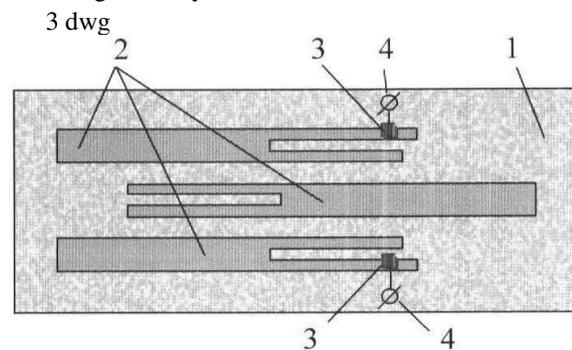
**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Sibirskij  
federal'nyj universitet" (RU)**(54) **MICROSTRIP DUAL BAND PASS BAND FILTER**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: microstrip dual band pass band filter comprises a dielectric substrate, one side of which is metallised and performs a function of a grounded base, and on the second one parallel rectilinear strip conductors are applied, which are electromagnetically connected microstrip resonators, out of which the input and the output conductor are connected to filter ports. The novelty is the fact that the strip conductor of each resonator is split with a longitudinal slot at one end by not more than a half of its length, and conductors of each adjacent pair of joined resonators are directed to opposite sides and are displaced one relative to the other towards non-split ends by not more than the length of the non-split section.

EFFECT: improved selective properties of a dual-band pass band filter due to the possibility to arrange two pass bands on specified frequencies, including arbitrary close ones.



Фиг. 1

Изобретение относится к технике сверхвысоких частот и предназначено для частотной селекции сигналов на двух несущих частотах.

Известен микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр, содержащий диэлектрическую подложку, одна сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую нанесены четыре свернутых полосковых проводника с завернутыми вовнутрь параллельными концами, являющиеся электромагнитно связанными миниатюризованными шпильковыми резонаторами. Входной и выходной резонаторы кондуктивно подключены к портам фильтра [J.-T.Kuo, H.-S.Cheng. Design of quasi-elliptic function filters with a dual-passband response // IEEE Microwave and Wireless Components Letters. 2004. V.14. №10. P.472-474].

В этом фильтре в формировании низкочастотной полосы пропускания используется первая (нечетная) мода колебаний в каждом резонаторе, а в формировании высокочастотной полосы пропускания - вторая (четная) мода колебаний. Требуемая разность центральных частот для двух полос пропускания регулируется величиной зазора между концами полоскового проводника в шпильковом резонаторе и/или величиной скачка ширины проводника на его концах. Ширина низкочастотной и высокочастотной полосы пропускания регулируется величиной зазора между полосковыми проводниками смежных резонаторов. Соотношение ширины низкочастотной полосы пропускания к ширине высокочастотной полосы пропускания регулируется величиной длины взаимодействующих участков полосковых проводников в смежных резонаторах.

Недостатком этого аналога является то, что высокочастотная полоса пропускания далеко отстоит по частоте от низкочастотной полосы пропускания и не может быть к ней близко расположена. Это связано с тем, что в миниатюризованных микрополосковых шпильковых резонаторах вторая резонансная частота всегда выше удвоенного значения первой резонансной частоты [M.Sagawa, K.Takahashi, and M.Makimoto. Miniaturized hairpin resonator filters and their application to receiver front-end MIC's // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. 1989. V.37. №12. P.1991-1997].

Наиболее близким аналогом является микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр, содержащий диэлектрическую подложку, одна сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую нанесены параллельные прямолинейные полосковые проводники со скачком ширины на центральном участке, являющиеся электромагнитно связанными микрополосковыми резонаторами со скачком волнового сопротивления. Входной и выходной резонаторы кондуктивно подключены к портам фильтра [J.-T.Kuo, T.-H.Yeh, and C.-C.Yeh. Design of microstrip bandpass filters with a dual-passband response // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. 2005. V.53. №4. P.1331-1337].

В этом фильтре в формировании низкочастотной полосы пропускания используется первая мода колебаний в каждом резонаторе, а в формировании высокочастотной полосы пропускания - вторая мода колебаний. Требуемая разность центральных частот для двух полос пропускания регулируется величиной скачка ширины полоскового проводника на центральном участке резонатора. Увеличение ширины полоскового проводника на центральном участке резонатора приводит к сближению высокочастотной полосы пропускания с низкочастотной полосой пропускания, уменьшение ширины - к отдалению. Ширина низкочастотной и высокочастотной полосы пропускания регулируется величиной зазора между полосковыми проводниками смежных резонаторов. Соотношение ширины низкочастотной полосы

пропускания к ширине высокочастотной полосы пропускания регулируется величиной длины взаимодействующих участков полосковых проводников в смежных резонаторах, обеспечиваемой раздвижкой резонаторов в противоположные стороны при неизменном зазоре между ними.

5 Недостатком наиболее близкого аналога является то, что высокочастотная полоса пропускания далеко отстоит по частоте от низкочастотной полосы пропускания и не допускает сильного сближения. Это связано с тем, что разность между центральными частотами высокочастотной и низкочастотной полос пропускания фильтра  
10 определяется разностью частот второй и первой моды колебаний резонатора. Уменьшение этой разности требует неприемлемо большого скачка ширины полосковых проводников, при котором резко падает собственная добротность резонаторов и возбуждаются паразитные поперечные моды колебаний.

15 Техническим результатом изобретения является улучшение селективных свойств двухполосного полосно-пропускающего фильтра за счет возможности расположения двух полос пропускания на заданных частотах, в том числе сколь угодно близких.

Технический результат достигается тем, что в микрополосковом двухполосном полосно-пропускающем фильтре, содержащем диэлектрическую подложку, одна  
20 сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую нанесены параллельные прямолинейные полосковые проводники, являющиеся электромагнитно связанными микрополосковыми резонаторами, из которых входной и выходной проводники подключены к портам фильтра, новым является то, что полосковый проводник каждого резонатора расщеплен продольной  
25 щелью с одного конца не более чем на половину своей длины, а проводники каждой смежной пары связанных резонаторов направлены в противоположные стороны и смещены один относительно другого в сторону нерасщепленных концов не более чем на длину нерасщепленного участка.

30 Отличие заявляемого устройства от наиболее близкого аналога заключается в том, что полосковый проводник каждого из электромагнитно связанных микрополосковых резонаторов фильтра расщеплен продольной щелью с одного конца не более чем на половину своей длины, а проводники каждой смежной пары  
35 связанных резонаторов направлены в противоположные стороны и смещены один относительно другого в сторону нерасщепленных концов не более чем на длину нерасщепленного участка.

Признаки, отличающие заявляемое техническое решение от прототипа, не выявлены в других технических решениях и, следовательно, обеспечивают  
40 заявляемому решению соответствие критериям «новизна» и «изобретательский уровень».

Сущность изобретения поясняется графическими материалами.

На фиг.1 изображен пример выполнения микрополоскового двухполосного полосно-пропускающего фильтра.

45 На фиг.2 приведена измеренная амплитудно-частотная характеристика действующего макета микрополоскового двухполосного полосно-пропускающего фильтра.

50 Микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр (фиг.1) содержит диэлектрическую подложку (1), одна сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую сторону параллельно нанесены прямолинейные полосковые проводники (2), образующие электромагнитно связанные микрополосковые резонаторы. Проводники входного и выходного резонаторов

подключены через емкости связи (3) к портам (4) устройства. Каждый полосковый проводник (2) расщеплен продольной щелью с одного конца не более чем на половину своей длины. Проводники каждой смежной пары связанных резонаторов направлены в противоположные стороны и смещены один относительно другого в сторону нерасщепленных концов не более чем на длину нерасщепленного участка.

Микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр работает следующим образом. Моды колебаний расщепленных микрополосковых резонаторов разделяются на два типа - четный тип и нечетный [Turnev V.V., Serzhantov A.M. Dual-mode split microstrip resonator for compact narrowband bandpass filters // Progress In Electromagnetics Research C.2011. V.23. P.151-160]. У четных мод колебаний токи на расщепленном участке полоскового проводника по обе стороны щели текут в одном направлении, а у нечетных мод - в противоположных направлениях.

Электромагнитное поле четных колебаний распределяется по всей длине резонатора, а поле нечетных колебаний - только по длине его расщепленного участка. Поэтому частота четных колебаний определяется длиной всего резонатора, а частота нечетных колебаний - длиной только расщепленного участка.

В формировании двух полос пропускания фильтра от каждого резонатора используются первая четная и первая нечетная моды колебаний. Так как длина расщепленного участка не более половины длины всего полоскового проводника, то частота нечетных колебаний всегда выше частоты четных колебаний. Это значит, что низкочастотную полосу пропускания формируют четные моды резонаторов, а высокочастотную полосу - нечетные моды. Поэтому варьирование длины резонатора позволяет легко регулировать центральную частоту низкочастотной полосы пропускания, а варьирование длины расщепленного участка резонатора позволяет легко регулировать разность центральных частот высокочастотной и низкочастотной полос пропускания.

Варьирование величины взаимного смещения полосковых проводников смежных резонаторов позволяет изменять величину их взаимодействия, причем увеличение связи резонаторов на частоте четных колебаний сопровождается ее уменьшением на частоте нечетных колебаний, и наоборот. Это дает возможность добиваться требуемого отношения ширины низкочастотной полосы пропускания к ширине высокочастотной полосы в широком диапазоне значений.

Варьирование величины зазора между полосковыми проводниками смежных резонаторов позволяет легко настраивать среднюю величину связи резонаторов на частотах четных и нечетных колебаний и тем самым добиваться требуемого среднего значения ширины низкочастотной и высокочастотной полос пропускания.

Таким образом в заявляемой конструкции фильтра можно легко и независимо управлять центральными частотами и ширинами двух полос пропускания.

Пример выполнения микрополоскового двухполосного полосно-пропускающего фильтра с тремя резонаторами приведен на фиг.1.

Его диэлектрическая подложка (1) изготовлена из поликора с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_r=9.8$ . Подложка (1) имеет размеры 53мм × 20мм × 1 мм. Полосковые проводники (2) всех трех резонаторов расположены параллельно и обращены расщепленными концами вовнутрь фильтра. Два наружных резонатора через емкости (3) величиной 0.63 пФ связаны с портами (4) фильтра. Эти емкости расположены на расщепленном участке полоскового проводника по внешнюю сторону от щели. Полосковые проводники (2) всех резонаторов имеют ширину 3 мм, ширину щели 1 мм. Длина центрального проводника резонатора равна 37.5 мм, а

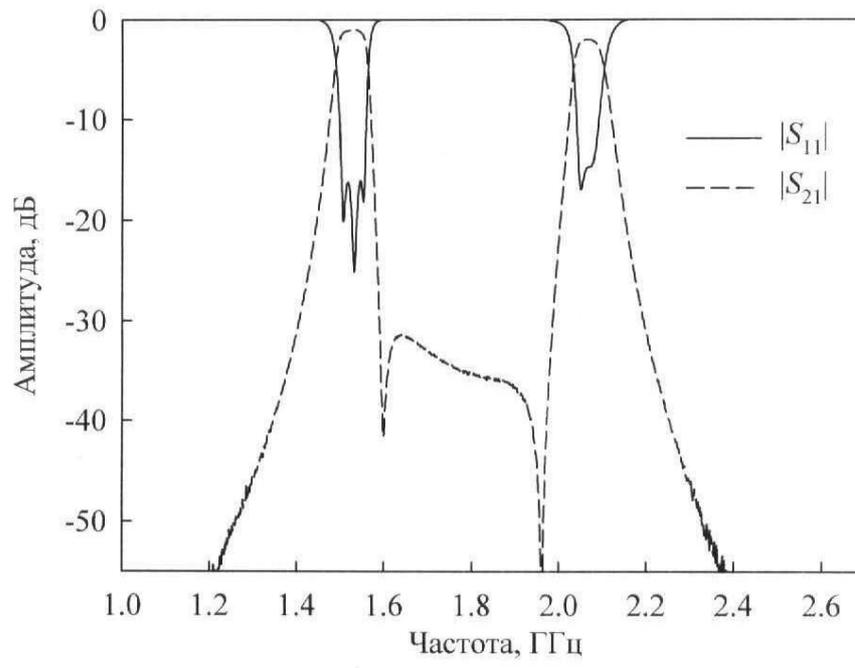
длина щели в нем - 14 мм. Длина крайних проводников равна 33 мм, а их щели - 13.5 мм. Зазор между полосковыми проводниками смежных резонаторов равен 2 мм. Величина связи наружных резонаторов с портами фильтра регулируется величиной емкости (3) и местом ее расположения на полосковом проводнике. От величины этой связи зависят уровни максимумов отражения мощности в полосах пропускания фильтра.

Измеренная амплитудно-частотная характеристика действующего макета фильтра для приведенного примера представлена на фиг.2. Его низкочастотная полоса пропускания имеет центральную частоту  $f_{10}=1.53$  ГГц, ширину  $\Delta f_1=0.07$  ГГц по уровню 3 дБ, минимальные потери  $L_1=1.0$  дБ. Высокочастотная полоса пропускания имеет центральную частоту  $f_{20}=2.07$  ГГц, ширину  $\Delta f_2=0.07$  ГГц по уровню 3 дБ, минимальные потери  $L_2=2.0$  дБ.

Таким образом, заявлен микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр, позволяющий реализовывать заданные полосы пропускания, расположенные на заданных частотах, в том числе сколь угодно близких.

#### Формула изобретения

Микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр, содержащий диэлектрическую подложку, одна сторона которой металлизирована и выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую нанесены параллельные прямолинейные полосковые проводники, являющиеся электромагнитно связанными микрополосковыми резонаторами, из которых входной и выходной проводники подключены к портам фильтра, отличающийся тем, что полосковый проводник каждого резонатора расщеплен продольной щелью с одного конца не более чем на половину своей длины, а проводники каждой смежной пары связанных резонаторов направлены в противоположные стороны и смещены один относительно другого в сторону нерасщепленных концов не более чем на длину нерасщепленного участка.



Фиг. 2