



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(51) МПК
H01P 1/203 (2006.01)
H01P 1/205 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008128809/09, 14.07.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.07.2008

(45) Опубликовано: 20.07.2009 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2152113 C1, 27.06.2000. RU 2148286 C1, 27.04.2002. RU 2211507 C2, 27.08.2003. SU 886106 A1, 30.11.1981. SU 134467 A1, 07.10.1987. US 4429289 A, 31.01.1984. US 4371853 A, 01.02.1983. US 5506553 A, 09.04.1996.

Адрес для переписки:
660036, г.Красноярск, Академгородок,
Институт физики СО РАН, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Беляев Борис Афанасьевич (RU),
Лексиков Александр Александрович (RU),
Тюрнев Владимир Веньяминович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

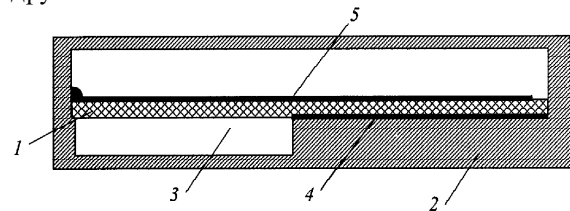
Институт физики им. Л.В. Киренского
Сибирского отделения РАН (RU)

(54) ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике высоких и сверхвысоких частот и может использоваться, например, в селективных трактах приемопередающих систем. Техническим результатом является уменьшение размеров подложки, расширение рабочей полосы пропускания фильтра и расширение его полосы заграждения. Технический результат достигается за счет того, что фильтр содержит диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую сторону нанесены короткозамкнутые полосковые проводники, образующие четвертьволновые резонаторы. Резонаторы выполнены со скачком волнового сопротивления, сформированным как скачком ширины полоскового проводника каждого из резонаторов, так и тем, что заземляемое основание подложки выполнено лишь под широкими отрезками полосковых

проводников, образующими резонаторы, в то время как узкие, короткозамкнутые на корпус, отрезки полосковых проводников, образующие резонаторы, выполнены на подвешенной части подложки. Кроме того, между резонаторами осуществлена дополнительная кондуктивная связь посредством того, что узкие короткозамкнутые отрезки полосковых проводников соседних резонаторов либо имеют общие участки на своей длине, либо соединены отрезком полосковой линии друг с другом. 3 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H01P 1/203 (2006.01)
H01P 1/205 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008128809/09, 14.07.2008**
(24) Effective date for property rights:
14.07.2008
(45) Date of publication: **20.07.2009 Bull. 20**
Mail address:
660036, g.Krasnojarsk, Akademgorodok, Institut fiziki SO RAN, patentnyj otdel

(72) Inventor(s):
**Beljaev Boris Afanas'evich (RU),
Leksikov Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Tjurnev Vladimir Ven'jaminovich (RU)**
(73) Proprietor(s):
Institut fiziki im. L.V. Kirenskogo Sibirskogo otdelenija RAN (RU)

(54) PASS-BAND FILTER

(57) Abstract:

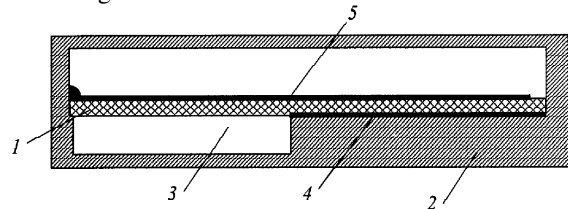
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to high and super high frequency equipment; it can be used, for example, in selective paths of transmitter-receiver systems. Effect is attained due to availability of insulating substrate in the filter; one side of substrate is covered with earth grounded primer, on the other side there are short-circuit strip conductors forming quarter-wave resonators. Resonators are made with wave impedance jump formed both by width jump of strip conductor and by substrate location only under wide sections of strip resonators arranged in resonators. Narrow frame grounded sections of strip conductors forming resonators are made at suspended part of substrate.

Besides, between resonators there is auxiliary conductive coupling arranged either as common sections along length of adjacent narrow sort-circuit sections of strip conductors or as sections connected by strip line section with each other.

EFFECT: reduction of substrate size, widening of filter pass band and suppression band.

3 dwg



Фиг.1

RU 2 362 241 C1

RU 2 362 241 C1

Изобретение относится к технике высоких и сверхвысоких частот и может использоваться в селективных трактах приемопередающих систем.

Известен полосовой гребенчатый фильтр [А.С. №886106, МПКЗ H01P 1/205, Бюл. №44, от 30.11.81], содержащий диэлектрическую подложку, металлизированную с одной стороны, на другой стороне которой размещены полосковые проводники, закороченные с одного конца и выполненные четвертьволновой длины. В такой конструкции полосковые проводники вместе с диэлектрической подложкой и заземляемым экраном образуют регулярные четвертьволновые микрополосковые резонаторы, электромагнитно связанные между собой. К ее достоинствами следует отнести миниатюрность и технологичность. Однако фильтры на основе такой конструкции имеют полосу заграждения не более двух октав, а возможности расширения полосы пропускания ограничиваются тем обстоятельством, что емкостное взаимодействие растет при сближении резонаторов быстрее индуктивного и, находясь в противофазе с индуктивным взаимодействием, тем самым препятствует росту общего коэффициента связи между резонаторами, необходимому для расширения полосы пропускания фильтра. Кроме того, на частотах ниже 500 МГц размеры стандартных керамических подложек становятся недостаточными для практической реализации фильтров.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков является микрополосковый гребенчатый полосно-пропускающий фильтр [Ohm G., Alberty M., Ritter J. Miniature Microstrip Bandpass Filter on a Barium Tetratitanate Substrate. - Microwave Journal, 1985, v.28, N11, p.129-136. (прототип)], отличающийся от вышеописанного тем, что его полосковые проводники изогнуты таким образом, чтобы тип взаимодействия между соседними резонаторами чередовался, т.е. чтобы оно было либо преимущественно индуктивным, либо преимущественно емкостным. Благодаря этим отличиям такая конструкция в принципе допускает возможность расширения полосы пропускания до 20-30%, при этом, однако, ширина высокочастотной полосы заграждения остается сравнительно узкой, как и у первого аналога.

Техническим результатом при использовании изобретения является уменьшение размеров фильтра, расширение рабочей полосы пропускания фильтра и расширение его полосы заграждения.

Указанный технический результат достигается тем, что заявляемый фильтр содержит диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую сторону нанесены короткозамкнутые на корпус (экран) полосковые проводники, образующие четвертьволновые резонаторы, связанные между собой электромагнитно и кондуктивно. Причем проводники резонаторов выполнены со скачком волнового сопротивления, сформированным как скачком ширины самих полосковых проводников каждого из резонаторов, так и тем, что заземляемое основание выполнено лишь под широкими отрезками полосковых проводников, образующими резонаторы, в то время как узкие, короткозамкнутые, отрезки полосковых проводников, образующие резонаторы, выполнены на подвешенной части подложки. Кроме того, узкие, короткозамкнутые, отрезки полосковых проводников соседних резонаторов либо имеют общие участки на своей длине, либо они соединены отрезком полосковой линии друг с другом.

Отличия заявляемого фильтра от наиболее близкого аналога заключаются в том, что резонаторы выполнены со скачком волнового сопротивления, сформированным как скачком ширины полоскового проводника каждого из резонаторов, так и тем, что заземляемое основание выполнено лишь под широкими отрезками полосковых проводников, образующими резонаторы, в то время как узкие, короткозамкнутые, отрезки полосковых проводников, образующие резонаторы, выполнены на подвешенной части подложки. Кроме того, между резонаторами осуществлена дополнительная, кондуктивная, связь посредством того, что узкие,

короткозамкнутые, отрезки полосковых проводников соседних резонаторов либо имеют общие участки на своей длине, либо соединены отрезком полосковой линии друг с другом.

Изобретение поясняется чертежами, на которых изображены конструкция фильтра в сечении (Фиг.1) и топология его полосковых проводников (Фиг.2) с указанием обозначений конструктивных параметров. Сечение произведено вдоль линии, показанной на Фиг.2 штрихпунктиром. На Фиг.3 приведена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) конкретной реализации заявляемого устройства, демонстрирующая его работоспособность.

Заявляемый фильтр содержит диэлектрическую подложку (Фиг.1, поз.1, и Фиг.2, поз.1), частично подвешенную в корпусе (Фиг.1, поз.2), в дне которого имеется углубление (Фиг.1, поз.3). Одна сторона подложки частично металлизирована, и металлизированная часть подложки (Фиг.1, поз.4) выполняет функцию заземляемого основания, а на вторую сторону подложки, в том числе и на подвешенную ее часть, нанесены полосковые короткозамкнутые проводники (Фиг.1, поз.5 и Фиг.2, поз.5) резонаторов, связанных электромагнитно и кондуктивно. На Фиг.2 более светлым фоном показана подвешенная часть подложки, которая не имеет металлизации на нижней стороне и располагается над углублением в дне корпуса. Возможна бескорпусная реализация фильтра, в этом случае подвешивание части подложки осуществляется за счет углубления в металлическом основании корпуса всей схемы.

Фильтр работает следующим образом.

Входная и выходная линии передачи подключаются к проводникам внешних резонаторов, например, кондуктивно в точках, определяемых заданным уровнем отражений в полосе пропускания. Сигналы на частотах, попадающих в полосу пропускания, с минимальными потерями проходят с входа фильтра на выход, а на частотах вне полосы пропускания - отражаются от входа фильтра. Благодаря большому скачку волнового сопротивления отрезков линий, образующих каждый резонатор, реализованному как скачком ширины названных отрезков, так и тем, что узкие, короткозамкнутые, отрезки выполнены на подвешенной части подложки, осуществляется более широкая, по сравнению с аналогами, раздвижка резонансных частот первых двух мод колебаний резонаторов (понижением частоты первой и повышением второй), а вместе с этим реализуется и более широкая полоса заграждения фильтра. Кроме того, благодаря подвешиванию части подложки распределение амплитуд высокочастотных токов и напряжений на резонансных частотах в резонаторах заявляемого фильтра таково, что емкостное взаимодействие становится ничтожно малым по абсолютной величине в сравнении с индуктивным и практически не уменьшает общий коэффициент электромагнитной связи.

Использование кондуктивной связи между резонаторами, реализованной посредством того, что узкие отрезки полосковых линий, образующих резонаторы, являются общими у последних на части длины, примыкающей к «земле», а также реализованной отрезком полосковой линии, соединяющей полосковые проводники соседних резонаторов на подвешенной части подложки, позволяет еще более увеличить общий коэффициент связи.

Благодаря использованным приемам на такой конструкции можно реализовывать резонаторные полосно-пропускающие фильтры с относительной шириной полосы пропускания до 100% и шириной высокочастотной полосы заграждения, в 5 раз превышающей ширину полосы пропускания, в частотном диапазоне, ранее доступном лишь конструкциям на сосредоточенных элементах.

На Фиг.3 приведена АЧХ экспериментального фильтра, выполненного на подложке из керамики В-80 ($\epsilon=80$) толщиной 0.5 мм и поперечными размерами 24×48 мм. Здесь же сплошной линией приведена АЧХ этого же фильтра, рассчитанная на одномерной модели конструкции с применением квазистатического приближения, геометрические размеры которого, в соответствии с обозначениями на Фиг.2, были (в

миллиметрах) следующими: $l_T=47.00$, $l_c=4.97$, $l_1=17.88$, $l_2=9.69$, $l_3=17.96$, $W_1=0.27$,
 $W_2=2.48$, $W_3=3.19$, $w_1=0.185$, $w_2=0.175$, $w_3=0.185$, $w_4=0.195$, $l_s=23.63$, $S_{1,2,3}=1$, $S_e=1.5$, $S_b=1$
и $l_b=1$, расстояние от поверхности подложки до верхнего и нижнего экранов в

5 фильтре 3 мм. Видно, что имеется достаточно хорошее совпадение рассчитанной и измеренной зависимостей, что позволяет при проектировании подобных фильтров с успехом использовать их одномерные модели и квазистатическое приближение. Центральная частота полосы пропускания $f_0=119.3$ МГц, а ее ширина, измеренная по
10 уровню -3 дБ от минимальных потерь, равна 100.7 МГц, что соответствует относительной ширине полосы пропускания 84%. При этом полоса заграждения имеет ширину по уровню -30 дБ почти 500 МГц.

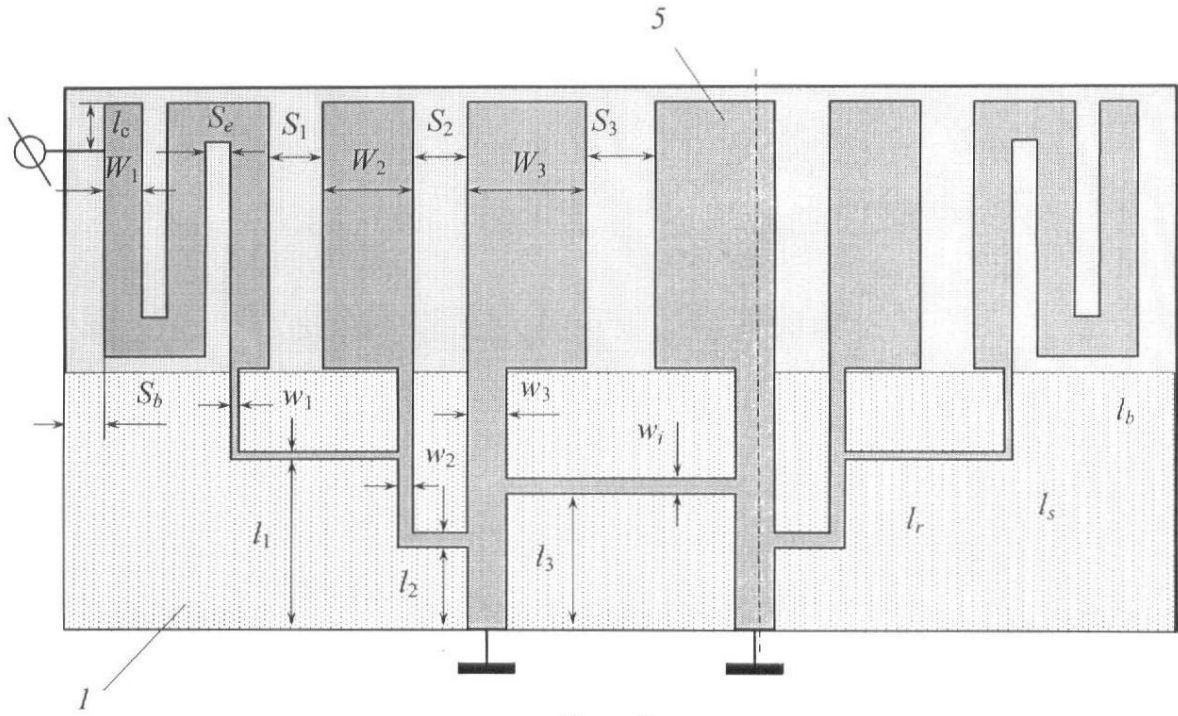
В многозвенном полосно-пропускающем фильтре все резонаторы настраиваются на центральную частоту полосы пропускания, а между ними устанавливается баланс
15 связей, обеспечивающих заданную ширину полосы пропускания. Потери на отражение определяются величиной связи крайних резонаторов с линиями передачи, которая, в первую очередь, зависит от скачка волновых сопротивлений подводящих линий и отрезков микрополосковых линий, образующих резонатор. В широкополосных
20 фильтрах этот скачок волновых сопротивлений должен быть небольшим, а значит ширина полосковых проводников на микрополосковых (имеющих экран) участках наружных резонаторов в такой конструкции должна быть мала. В результате длина этих отрезков микрополосковых линий, необходимая для совпадения резонансных частот всех звеньев, оказывается почти в три раза больше, чем у внутренних резонаторов. Поэтому эти отрезки удобно свернуть в виде меандра с внутренними зазорами между участками этого проводника S_e (Фиг.2). Зазоры между соседними
25 резонаторами $S_{1,2,3}$ определяют величины взаимных индуктивностей соседних звеньев наряду с остальными параметрами конструкции: $l_{1,2,3}$ и w_1 .

К достоинствам заявляемой конструкции, наряду с хорошим совпадением рассчитанных и измеренных АЧХ, следует отнести и то, что она по вибро- и
30 термоустойчивости не уступает микрополосковым, т.е. значительно превосходит фильтры на сосредоточенных элементах.

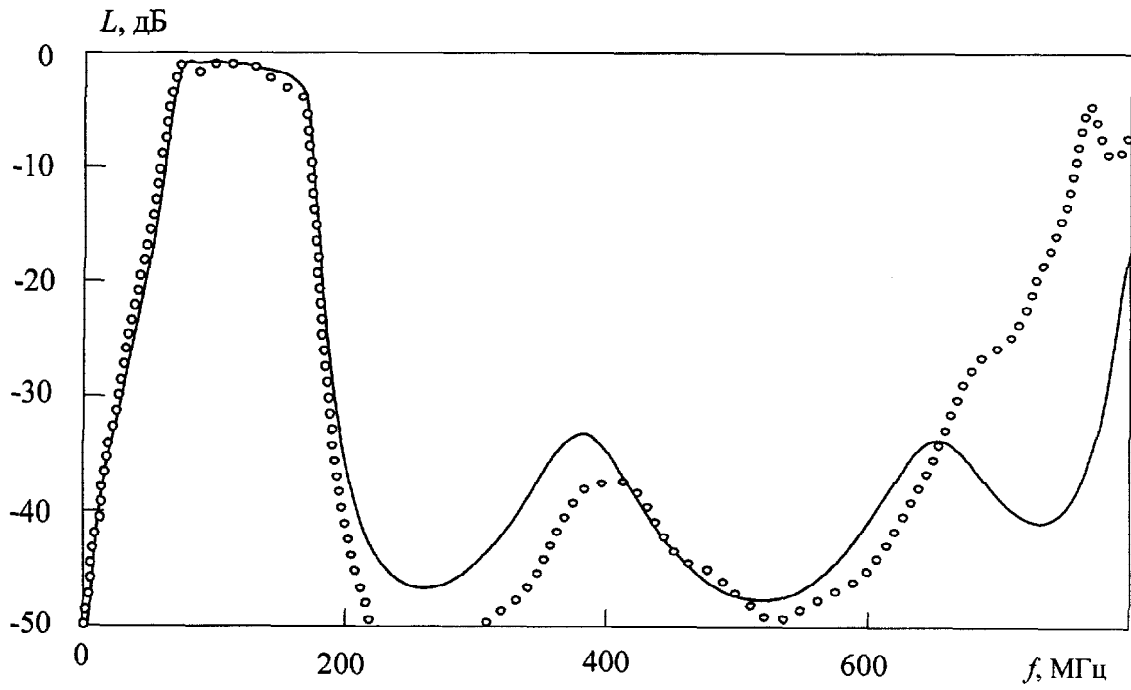
Формула изобретения

Полосно-пропускающий фильтр, содержащий диэлектрическую подложку, на одну
35 сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую сторону нанесены короткозамкнутые полосковые проводники, образующие четвертьволновые резонаторы, отличающийся тем, что полосковые проводники резонаторов выполнены со скачком ширины, а заземляемое основание подложки выполнено лишь под широкими отрезками полосковых проводников, образующими резонаторы, в то время
40 как узкие, короткозамкнутые на корпус, отрезки полосковых проводников, образующие резонаторы, выполнены на подвешенной части подложки, кроме того, между резонаторами осуществлена дополнительная кондуктивная связь посредством того, что узкие короткозамкнутые отрезки полосковых проводников соседних резонаторов либо имеют общие участки на своей длине, либо соединены отрезком
45 полосковой линии друг с другом.

50



Фиг. 2



Фиг. 3