



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010144740/07, 01.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.11.2010

(45) Опубликовано: 20.01.2012 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2340046 C1, 27.11.2008. RU 70412 U1, 20.01.2008. RU 2395872 C1, 27.07.2010. US 4647877 A, 03.03.1987. US 5258626 A, 02.11.1993. US 2003227348 A1, 11.12.2003. EP 0612118 A1, 24.08.1994.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Беляев Борис Афанасьевич (RU),
Говорун Илья Валерьевич (RU),
Лексиков Александр Александрович (RU),
Сержантов Алексей Михайлович (RU)

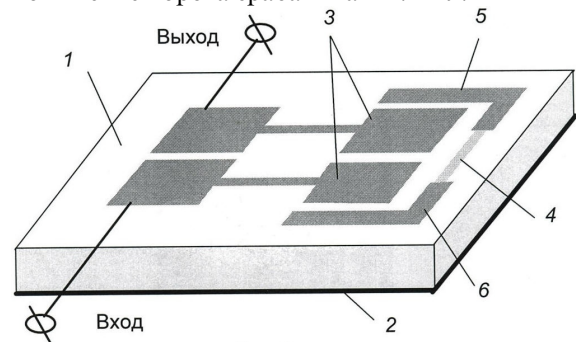
(73) Патентообладатель(и):

Учреждение Российской академии наук
Институт физики им. Л.В. Киренского
Сибирского отделения РАН (RU)**(54) МИКРОПОЛОСКОВОЕ ЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО**

(57) Реферат:

Микрополосковое защитное устройство относится к технике сверхвысоких частот и предназначено для защиты радиоприемных устройств, в частности приемников радиолокационных станций от воздействия электромагнитных колебаний большой мощности. Оно содержит диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесен металлический слой, являющийся заземляемым основанием, а на вторую нанесены металлические полосковые проводники входного и выходного резонаторов, связанных между собой электромагнитно, причем их конфигурация и расстояние между ними выбраны такими, чтобы на центральной частоте рабочей полосы устройства их коэффициент связи был близок к нулю. В режиме пропускания связь между этими резонаторами осуществляется через линию,

состоящую из трех отрезков, два из которых выполнены из нормального металла, а один - из высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП), причем суммарная электрическая длина этой линии является резонансной на рабочей частоте устройства или близкой к ней. Техническим результатом изобретения является расширение полосы рабочих частот и понижение порога срабатывания. 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010144740/07, 01.11.2010**
 (24) Effective date for property rights:
01.11.2010
 Priority:
 (22) Date of filing: **01.11.2010**
 (45) Date of publication: **20.01.2012 Bull. 2**
 Mail address:
**660036, g.Krasnojarsk, Akademgorodok, 50, str.38,
 IF SO RAN, patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):
**Beljaev Boris Afanas'evich (RU),
 Govorun Il'ja Valer'evich (RU),
 Leksikov Aleksandr Aleksandrovich (RU),
 Serzhantov Aleksej Mikhajlovich (RU)**
 (73) Proprietor(s):
**Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut
 fiziki im. L.V. Kirenskogo Sibirskogo otdelenija
 RAN (RU)**

(54) **MICROSTRIP PROTECTIVE DEVICE**

(57) Abstract:

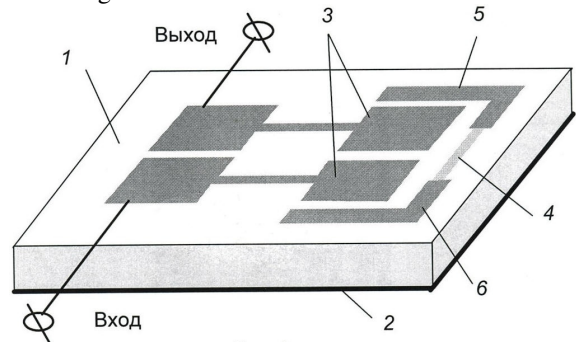
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: microstrip protective device is related to ultrahigh frequency equipment and is designed for protection of radio receiving devices, in particular, receivers of radiolocating stations against exposure of electromagnetic oscillations of high capacity. It comprises a dielectric substrate, on one side of which there is a metal layer applied, being a grounded base, and on the second side there are metal strip conductors of input and output resonators applied and joined to each other in an electromagnetic manner, besides, their configuration and distance between them are selected so that at the central frequency of the device working strip their communication ratio is close to zero. In the pass mode the communication between these resonators is carried out via a line made of three sections, two of

which are made of normal metal, and one - from high-temperature superconductor (HTSC), besides, the total electric length of this line is resonant at the working frequency of the device or close to it.

EFFECT: expansion of working frequencies band and reduced threshold of actuation.

4 dwg



RU 2 440 645 C1

RU 2 440 645 C1

Изобретение относится к технике сверхвысоких частот и предназначено для защиты радиоприемных устройств, в частности приемников радиолокационных станций от воздействия электромагнитных колебаний большой мощности.

5 Известно микрополосковое защитное устройство [А.Б.Козырев. Эффект быстрого переключения сверхпроводниковых пленок и возможности его использования в СВЧ-микроэлектронике. Соросовский образовательный журнал, т.8, №1, 2004, с.93-100],
10 содержащее диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесена пленка из материала, обладающего высокотемпературной сверхпроводимостью (ВТСП), являющаяся заземляемым основанием, а на вторую нанесены полосковые
15 проводники, также из ВТСП материала, образующие микрополосковые резонаторы, связанные между собой электромагнитно. Так как потери СВЧ-сигнала в таких пленках, находящихся в сверхпроводящем состоянии, очень малы, то коэффициент передачи в полосе пропускания устройства близок к единице. Под действием мощного
20 электромагнитного импульса ВТСП пленки переходят из сверхпроводящего состояния в нормальное, с высоким сопротивлением, в результате амплитудно-частотная характеристика устройства изменяется, обеспечивая ослабление выходного сигнала по сравнению с входным.

25 Недостатком данного защитного устройства является малая предельно допустимая мощность СВЧ-колебаний, с которой оно может работать без выхода из строя. Это связано с недостаточно большим значением поверхностного сопротивления пленки из материала, обладающего высокотемпературной сверхпроводимостью, в нормальном состоянии. Что приводит, как показывают расчеты, к практически полному
30 поглощению микрополосковыми резонаторами и выделению в виде тепла энергии принимаемой электромагнитной волны, что является причиной разрушения полосковых проводников резонаторов при мощности на входе устройства, превышающей предельно допустимую.

35 Известно также микрополосковое защитное устройство [Б.А.Беляев, Н.А.Дрокин., А.А.Лексиков, А.М.Сержантов, М.А.Конов, В.Н.Хахалкин, Ю.В.Шапотковский, патент РФ №2340046, опубл. 27.11.2008, Бюл. №33], содержащее диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесен металлический слой, являющийся заземляемым основанием, а на вторую сторону нанесены металлические полосковые
40 проводники двух резонаторов, связанных между собой электромагнитно, между полосковыми проводниками резонаторов на поверхности подложки или над этими проводниками без гальванического контакта с ними расположена пленка из материала, обладающего высокотемпературной сверхпроводимостью, при этом резонаторы выполнены так, что электрическая и магнитная связи между ними
45 взаимно скомпенсированы на центральной частоте рабочей полосы устройства при нормальном состоянии указанной пленки. В этом устройстве полоса пропускания формируется благодаря нарушению взаимной компенсации электрической и магнитной связи резонаторов пленкой из высокотемпературного сверхпроводника.
50 Под действием мощного электромагнитного импульса пленка переходит в нормальное состояние, вследствие чего восстанавливается взаимная компенсация упомянутых связей, и устройство переходит в «запертое» состояние, характеризующееся более высоким, по сравнению с первым аналогом, уровнем отражения СВЧ-мощности от его входа, что повышает предельно допустимую мощность СВЧ-колебаний, с которой оно может работать без выхода из строя.

Недостатком данного защитного устройства является то, что для обеспечения в нем широких, более 1%, относительных полос рабочих частот необходимо применять

сравнительно большую по площади пленку из высокотемпературного сверхпроводника, и, как следствие, для понижения порога срабатывания требуются большие по величине смещающие токи в этой пленке.

5 Наиболее близким по совокупности существенных признаков является микрополосковое защитное устройство [Б.А.Беляев, А.А.Лексиков, А.М.Сержантов, И.В.Говорун, патент РФ №2395872, опубл. 27.07.2010, Бюл. №21], отличающееся от
10 вышеописанного тем, что пленка из материала, обладающего высокотемпературной сверхпроводимостью, выполнена в виде замкнутого полоскового проводника, например, в форме рамки, посредством которого осуществляется электромагнитная связь между резонаторами, формирующая полосу пропускания устройства. Под
15 действием мощного электромагнитного импульса сверхпроводник переходит в нормальное состояние с высоким сопротивлением, благодаря чему коэффициент передачи устройства резко падает, и оно переходит в «запертое» состояние. Это устройство имеет более низкий, по сравнению со вторым аналогом, порог срабатывания, который зависит от ширины полоскового проводника, образующего
20 рамку: чем он уже, тем ниже порог срабатывания. Однако при уменьшении ширины этого полоскового проводника падает и связь между резонаторами, что ведет к сужению полосы пропускания устройства. Кроме того, относительная ширина полосы пропускания такого устройства уменьшается с ростом его рабочей частоты, так как поверхностное сопротивление ВТСП пленок растет с частотой.

25 Техническим результатом при использовании изобретения является увеличение относительной ширины полосы рабочих частот устройства и снижение порога срабатывания.

Указанный технический результат достигается тем, что в заявляемом микрополосковом защитном устройстве, содержащем диэлектрическую подложку, на
30 одну сторону которой нанесен металлический слой, являющийся заземляемым основанием, а на вторую нанесены металлические полосковые проводники двух резонаторов, связанных между собой электромагнитно, на поверхности подложки или над ней без гальванического контакта с проводниками резонаторов расположен
35 полосковый проводник из материала, обладающего высокотемпературной сверхпроводимостью, и упомянутые резонаторы выполнены так, что электрическая и магнитная связи между ними взаимно скомпенсированы на центральной частоте рабочей полосы устройства при нормальном состоянии указанного полоскового
40 проводника, новым является то, что полосковый проводник из высокотемпературного сверхпроводника соединен с полосковыми проводниками, выполненными из нормального металла. Причем суммарная электрическая длина линии, образованной указанными проводниками, является резонансной на рабочей частоте устройства или близкой к ней.

Отличия от наиболее близкого аналога заключаются в том, что связь между двумя резонаторами, электрическое и магнитное взаимодействие между которыми взаимно
45 скомпенсировано, осуществляется фактически с помощью третьего резонатора, в состав которого входит полосковый проводник из высокотемпературного сверхпроводника, а его собственная частота равна или близка к рабочей частоте устройства.

50 Изобретение поясняется чертежами, на которых изображены:

- Фиг.1, 2 и 3 - варианты конструкции защитного устройства;
- Фиг.4 - частотные характеристики коэффициента передачи конкретной реализации устройства, демонстрирующие его работоспособность, для двух состояний

плночного полоскового проводника из ВТСП - сверхпроводящего и нормального.

Предлагаемое защитное устройство содержит диэлектрическую подложку 1 (Фиг.1, 2, 3), на одну сторону которой нанесен металлический слой 2, являющийся заземляемым основанием, а на вторую нанесены полосковые металлические проводники двух резонаторов 3, имеющих конфигурацию, обеспечивающую взаимную компенсацию магнитной и электрической связи между ними на рабочей частоте устройства [Б.А.Беляев, А.М.Сержантов. Исследование коэффициентов связи шпильковых резонаторов. «Радиотехника и электроника», т.49, №1, 2004, с.1-9]. Иначе говоря, непосредственная связь между входным и выходным резонаторами отсутствует. Также на этой же стороне подложки нанесена линия, состоящая из отрезков, выполненных из высокотемпературного сверхпроводника 4 и нормального металла 5, 6, причем суммарная электрическая длина линии (отрезков 4, 5 и 6) выбирается из того условия, чтобы на рабочей частоте устройства в ней возбуждался резонанс, а положение ее участка 4 таким, чтобы он находился в максимуме высокочастотного тока на резонансной частоте. Таким образом, полосковые проводники 4, 5 и 6 образуют составной резонатор, а по своей структуре заявляемое устройство представляет собой трехзвенный микрополосковый фильтр. При этом конфигурация полосковых проводников 4, 5 и 6 и зазор между ними и полосковыми проводниками резонаторов 3 выбираются из условий требуемой ширины полосы пропускания устройства в открытом состоянии и уровня подавления сигнала в «запертом». Указанный составной резонатор (линия) может быть выполнен на отдельной подложке и подвешен над резонаторами 3, его конфигурация и положение относительно резонаторов 3 выбираются из тех же условий.

Устройство имеет два режима работы. В первом из них, режиме пропускания, когда полосковый проводник 4 находится в сверхпроводящем состоянии и его сопротивление мало, высокочастотные электромагнитные поля входного резонатора наводят в составном резонаторе высокочастотные токи, которые, в свою очередь генерируют высокочастотные электромагнитные поля, индуцирующие высокочастотные токи в выходном резонаторе. Благодаря этому осуществляется связь между резонаторами 3, и формируется полоса пропускания устройства. В результате устройство в этом режиме работает как 3-звенный полосно-пропускающий фильтр с малыми вносимыми потерями, ширина полосы пропускания которого определяется величиной связи резонаторов 3 с составным резонатором. Во втором режиме, запертом, когда полосковый проводник 4 находится в нормальном состоянии, его сопротивление велико, а добротность резонатора, в состав которого он входит, снижается настолько, что он теряет свои резонансные свойства, благодаря чему связь через него между резонаторами 3 нарушается. Поскольку непосредственное взаимодействие между этими резонаторами отсутствует (их конфигурация и расстояние между ними таково, что имеет место взаимная компенсация электрического и магнитного взаимодействий), то, очевидно, что в этом случае практически вся мощность отражается от входа устройства.

Устройство работает следующим образом. При температурах ниже фазового перехода ВТСП материала в сверхпроводящее состояние и невысоких уровнях мощности сигнала на входе устройства плотность тока, индуцируемого в полосковом проводнике 4, не превышает критического значения, и его сопротивление мало. В этом случае составной резонатор обеспечивает достаточную величину связи между резонаторами 3, благодаря чему устройство работает в режиме полосно-пропускающего фильтра с малыми вносимыми потерями. При увеличении мощности

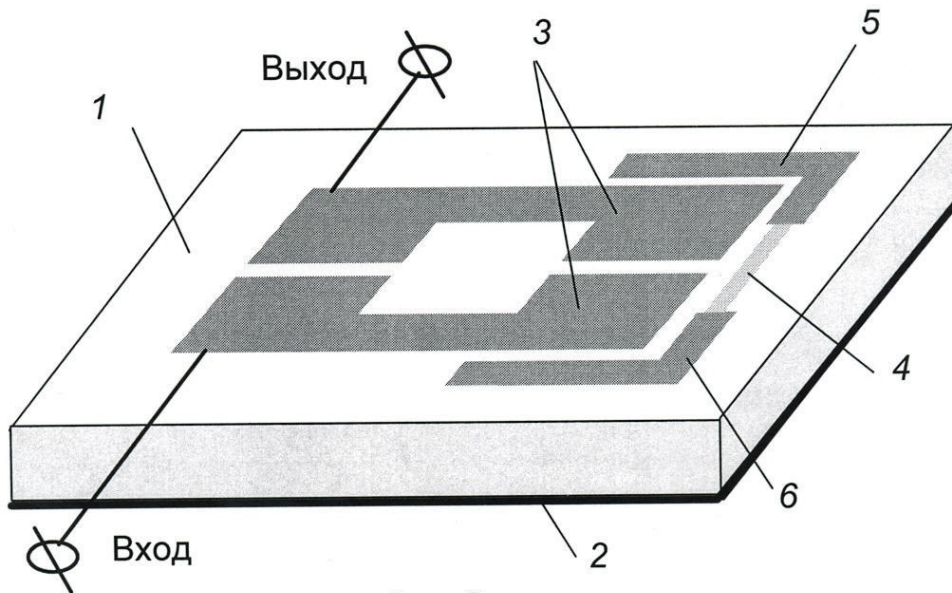
на входе устройства до пороговой плотности высокочастотного тока, индуцируемого в составном резонаторе и протекающего по полосковому проводнику 4, превышает критическое для ВТСП значение, сопротивление полоскового проводника 4
5 возрастает скачком на несколько порядков вследствие перехода его в нормальное состояние, соответственно падает и добротность резонатора. Вследствие этого на несколько порядков уменьшается коэффициент передачи устройства в полосе рабочих частот, причем в основном благодаря тому, что практически вся СВЧ-мощность отражается от входа.

10 На Фиг.4 приведены амплитудно-частотные характеристики макета устройства для двух режимов работы: полосно-пропускающего фильтра (сплошная линия) и запертого (точки), изготовленного в соответствии с Фиг.3. Устройство было изготовлено на подложке из сапфира толщиной 0.5 мм. Полосковые проводники резонаторов 3 имели ширину 1.6 мм, а образованные ими «шпильки» - размеры 11.3×8
15 мм. Расстояние между резонаторами 3 составляло 3.2 мм. Полосковые проводники 5 и 6 имели ширину 0.2 мм, длину 12.3 мм. Полосковый проводник 4 имел ширину 0.5 мм и длину 6.6 мм.

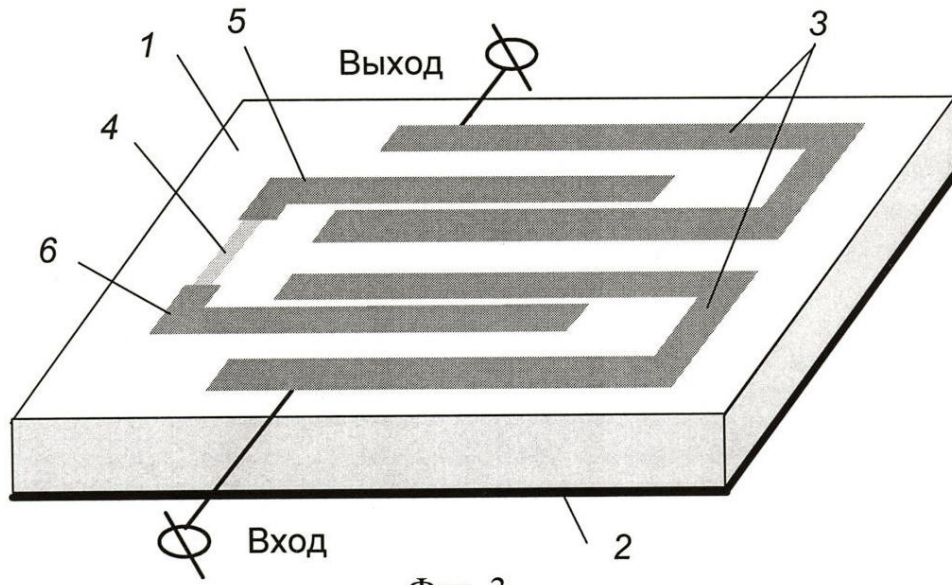
Благодаря тому, что связь между резонаторами в режиме пропускания носит в
20 заявленном устройстве преимущественно емкостной характер, то ее величина, а вместе с ней и относительная ширина полосы пропускания, растут, в отличие от прототипа, с рабочей частотой. Так как ВТСП полосковый проводник находится в области максимума высокочастотного тока резонатора, он переходит в нормальное состояние, а вместе с этим устройство переключается в «запертый» режим, при меньших, по
25 сравнению с прототипом, значениях мощности, поступающей на вход устройства защиты. Кроме того, при уменьшении ширины этого проводника в нем увеличивается плотность тока на рабочих частотах: используя это обстоятельство, можно задавать порог срабатывания устройства без применения смещающего тока или магнитного
30 поля. При этом не будет происходить уменьшения величины связи между резонаторами, определяющей относительную ширину полосы пропускания устройства.

Формула изобретения

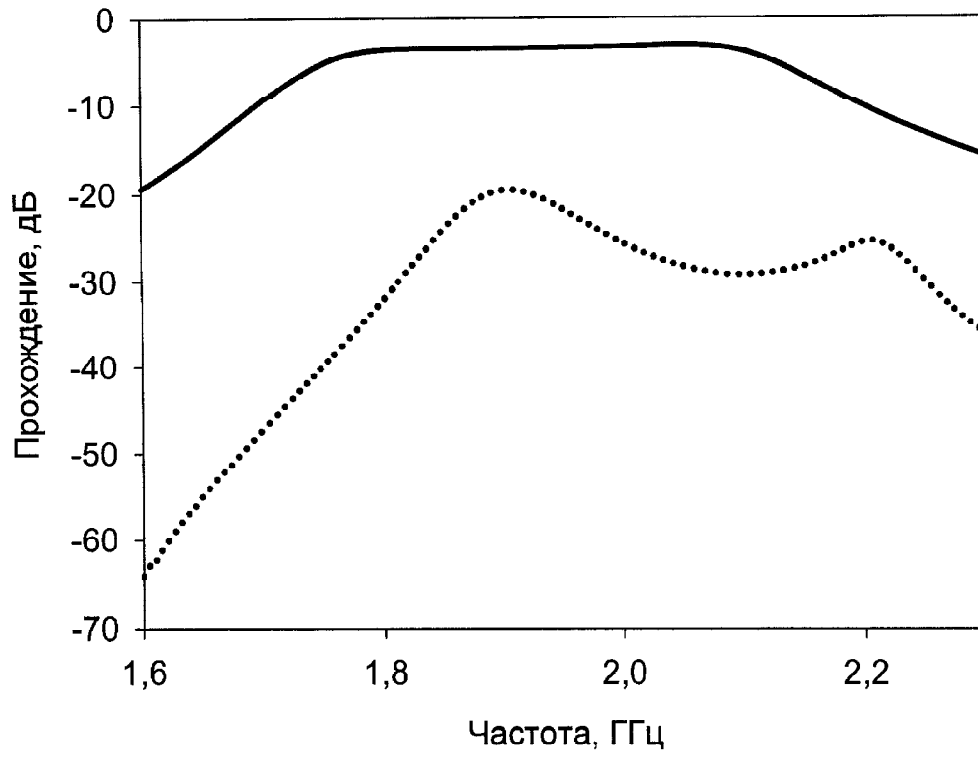
35 Микрорезонаторное защитное устройство, содержащее диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесено заземляемое основание, а на вторую нанесены полосковые проводники двух резонаторов, связанных между собой электромагнитно, при этом заземляемое основание и проводники резонаторов выполнены
40 металлическими, а на поверхности подложки или над ней без гальванического контакта с проводниками резонаторов расположен полосковый проводник из материала, обладающего высокотемпературной сверхпроводимостью, указанные резонаторы выполнены с возможностью взаимной компенсации электрической и магнитной связи между ними на центральной частоте рабочей полосы устройства при
45 нормальном состоянии указанного полоскового проводника, отличающееся тем, что полосковый проводник из высокотемпературного сверхпроводника соединен с полосковыми проводниками, выполненными из нормального металла, причем суммарная электрическая длина линии, образованной указанными проводниками,
50 является резонансной на рабочей частоте устройства или близкой к ней.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4