

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **182 127** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[H01P 5/16 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 17.08.2018)
Пошлина: учтена за 1 год с 27.12.2017 по 27.12.2018

(21)(22) Заявка: [2017146434](#), 27.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.12.2017

Дата регистрации:
03.08.2018

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 27.12.2017

(45) Опубликовано: [03.08.2018](#) Бюл. № [22](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 849343 A1, 23.07.1981. RU 2367066 C1, 10.09.2009. RU 2611697 C1, 28.02.2017. US 5926076 A1, 20.07.1999. US 8044748 B2, 25.10.2011.

Адрес для переписки:
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УРФУ, Центр интеллектуальной
собственности, Маркс Т.В.

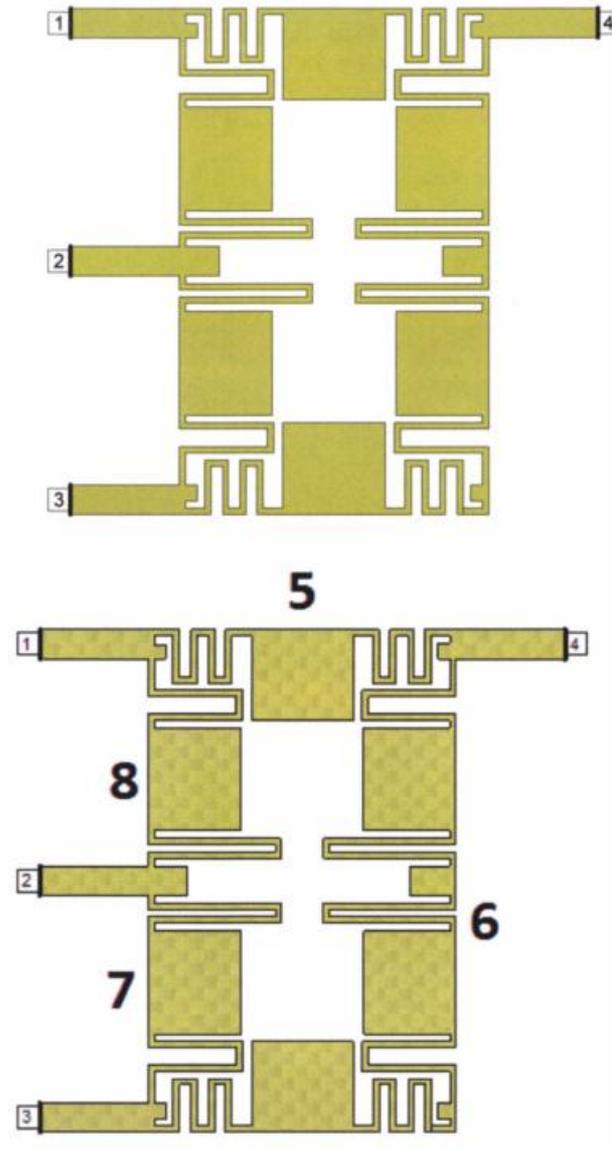
(72) Автор(ы):
**Четкин Виктор Алексеевич (RU),
Мительман Юрий Евгеньевич (RU),
Летавин Денис Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)**

(54) КОМПАКТНЫЙ СВЧ МОСТ**(57) Реферат:**

Полезная модель относится к области радиотехники, а именно к технике сверхвысоких частот, и направлена на уменьшение габаритных размеров СВЧ мостов. Техническим результатом является уменьшение длин сегментов линий передачи в составе СВЧ моста. Компактный СВЧ мост содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 , четыре фильтра нижних частот, подключенных друг к другу через тройники, с входными сопротивлениями $R_2 = R_1 \cdot \sqrt{2}$. Фаза коэффициента передачи имеет величину 90° у первого, третьего, четвертого фильтров нижних частот и 270° у второго фильтра нижних частот на центральной рабочей частоте. Первый вход первого фильтра нижних частот соединен с первым входом устройства и первым входом четвертого фильтра нижних частот. Второй вход первого фильтра нижних частот соединен с четвертым входом устройства и первым входом второго фильтра нижних частот. Второй вход второго фильтра нижних частот соединен с третьим входом устройства и первым входом третьего фильтра нижних частот. Второй вход третьего фильтра нижних частот соединен со вторым входом устройства и вторым входом четвертого фильтра нижних частот. Предпочтительным

является несимметричное исполнение всех фильтров нижних частот. 1 з.п. ф-лы. 3 ил.



Фиг. 1

Полезная модель относится к радиотехнике и может быть использована в радиолокации, радионавигации, связи, антенных системах и радиоизмерениях как самостоятельное устройство, а также в качестве функционального узла для построения делителей мощности, фазовращателей, смесителей, модуляторов, дискриминаторов, сумматоров мощности, диаграммообразующих элементов.

В настоящий момент широкую известность получила конструкция квадратного направленного ответвителя, выполненная в виде двух одинаковых отрезков линии передачи, например, коаксиального кабеля, длиной в $1/8$ длины волны в линии и содержащего две сосредоточенные емкости связи, которые включены на концах отрезков между потенциальными проводниками линий («Устройства сложения и распределения мощностей высокочастотных колебаний.» Под ред. З.И. Моделя. Изд. "Советское радио", М. 1980. С. 86-87, рис. 6.6). Недостатками данного технического решения являются: узкая полоса рабочих частот и большой габаритный размер.

Другая часто используемая конструкция представляет собой квадратный направленный ответвитель на элементах с сосредоточенными параметрами. Ответвитель представляет собой симметричный восьмиполосник, состоящий из фильтров верхних частот ("Широкополосные устройства СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами" Карпов В.М., Малышев В.А., Перовщиков И.В. - М.: "Радио и связь", 1984. с. 67-72, рис. 5.5). При широкой полосе рабочих частот данный ответвитель содержит большое количество элементов, а, следовательно, имеет большие габаритные размеры, низкую надежность и повторяемость при серийном производстве, высокую стоимость, сложен в изготовлении и настройке.

Известен также микрополосковый кольцевой мост, который содержит диэлектрическую подложку, одна поверхность которой металлизирована, а на другой микрополосковая линия свернута в кольцо длиной $1,5 \lambda_{Д}$, расстояние между соседними входами которого составляет $\lambda_{Д}/4$, а между крайними - $3\lambda_{Д}/4$, где $\lambda_{Д}$ - длина волны в линии (Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика - «Связь», 1971.-452 с.). Устройство обеспечивает прохождение сигнала с входа на два

выхода. Фазовый сдвиг напряжений на выходах такого моста составляет 0° когда расстояние между входом и выходами равно четверти длины волны в линии, и 180° , когда один из выходов расположен на расстоянии $\frac{3}{4}$ длины волны в линии.

Недостатками указанного микрополоскового моста являются: большие габаритные размеры, особенно на низких частотах, а также паразитные полосы пропускания на соседних частотах.

Полезная модель направлена на уменьшение габаритных размеров СВЧ мостов.

Техническим результатом, достигаемым при реализации полезной модели, является уменьшение длин сегментов линий передачи в составе СВЧ моста.

Технический результат достигается за счет того, что мост содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 , четыре фильтра нижних частот, подключенных друг к другу через тройники, с входными сопротивлениями $R_2 = R_1 \cdot \sqrt{2}$, и фазой коэффициента передачи 90° у первого, третьего, четвертого

фильтров нижних частот и 270° у второго фильтра нижних частот на центральной рабочей частоте, где первый вход первого фильтра нижних частот соединен с первым входом устройства и первым входом четвертого фильтра нижних частот, второй вход первого фильтра нижних частот соединен с четвертым входом устройства и первым входом второго фильтра нижних частот, второй вход второго фильтра нижних частот соединен с третьим входом устройства и первым входом третьего фильтра нижних частот, второй вход третьего фильтра нижних частот соединен со вторым входом устройства и вторым входом четвертого фильтра нижних частот.

Фильтр нижних частот, имеющий в необходимой полосе частот фазочастотную характеристику, совпадающую с фазочастотной характеристикой линии передачи, обладает меньшей длиной по сравнению с ней. Таким образом, использование фильтров нижних частот вместо отрезков линий передачи позволяет уменьшить габаритные размеры устройства.

Сущность изобретения поясняется фигурами, на которых изображено:

- на фиг. 1 - предпочтительный вариант топологии предлагаемого микрополоскового моста с несимметрично выполненными фильтрами нижних частот, реализованного на диэлектрической подложке с относительной диэлектрической проницаемостью равной 4.4 и толщиной 1 мм; вид сверху, где 1, 2, 3, 4 - входы моста, 5, 6, 7, 8 - фильтры нижних частот;

- на фиг. 2 - графики зависимости модулей S-параметров от частоты, выраженных в децибелах;

- на фиг. 3 - график частотной зависимости разностей фаз между противофазными и синфазными выходами моста.

Микрополосковый мост имеет четыре 50-омных входных линии передачи, состоит из четырех фильтров нижних частот в микрополосковом исполнении, подключенных друг к другу через тройники между входами 1 и 2, 1 и 3, 3 и 4, 2 и 4.

Микрополосковый мост работает следующим образом.

Поступающая на вход 1 мощность высокочастотного сигнала (например, с рабочей частотой 1 ГГц) делится на две части, одна бежит по часовой стрелке, а другая - против часовой стрелки. В зависимости от выбранного входа поступающая мощность будет делиться между двумя выходами, так при возбуждении входа 1 во входах 2 и 4 появляются синфазные волны, а при возбуждении входа 3 в тех же входах 2 и 4 появляются противофазные волны, так как расстояния от входа 3 до входов 2 и 4 отличаются на $\lambda/2$. В качестве дополнительного преимущества предлагаемый мост не имеет паразитных полос пропускания на частотах, кратных центральной частоте рабочего диапазона. Применение фильтров нижних частот вместо отрезков линии передачи позволяет осуществить эффективную миниатюризацию конструкции. Благодаря несимметричной реализации фильтров нижних частот (внесению внутрь широких линий) дополнительно уменьшаются габаритные размеры устройства.

Для стандартного волнового сопротивления $R_1 = 50$ Ом входные сопротивления фильтров нижних частот будут равны $R_2 = R_1 \cdot \sqrt{2} = 50 \cdot \sqrt{2} = 70,7$ Ом.

В качестве дополнительного преимущества предлагаемый СВЧ мост не имеет паразитных полос пропускания на частотах, кратных центральной частоте рабочего диапазона. Применение фильтров нижних частот вместо отрезков линии передачи позволяет осуществить эффективную миниатюризацию конструкции. Благодаря несимметричной реализации фильтров нижних частот (внесению внутрь широких линий) дополнительно уменьшаются габаритные размеры устройства.

Для подтверждения реализуемости выбранного технического решения, был изготовлен опытный образец полезной модели микрополоскового моста со следующими техническими характеристиками:

- коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) входов моста не более 1,15;
- амплитудный разбаланс между выходными каналами моста не превышает 0,7 дБ, в соответствии с данными на фиг. 2;
- разность фаз между выходами отличается от 0° и 180° не более чем на $\pm 2^\circ$, что показано на фиг. 3.

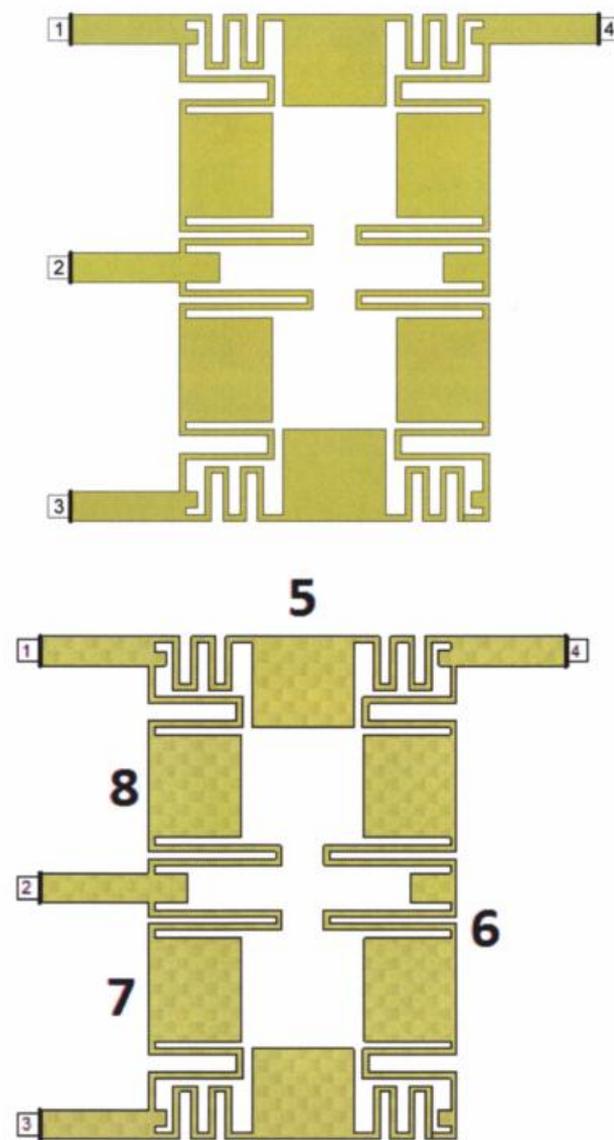
Площадь компактного СВЧ моста составляет 644 мм^2 , что на 83,7% меньше площади, занимаемой стандартной конструкцией моста.

Формула полезной модели

1. Компактный СВЧ мост, характеризующийся тем, что содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 , четыре фильтра нижних частот, подключенных друг к другу через тройники, с входными сопротивлениями $R_2 = R_1 \cdot \sqrt{2}$, и фазой коэффициента передачи 90° у первого, третьего, четвертого фильтров нижних частот и 270° у второго фильтра нижних частот на центральной рабочей частоте, где первый вход первого фильтра нижних частот соединен с первым входом устройства и первым входом четвертого фильтра нижних частот, второй вход первого фильтра нижних частот соединен с четвертым входом устройства и первым входом второго фильтра нижних частот, второй вход второго фильтра нижних частот соединен с третьим входом устройства и первым входом третьего фильтра нижних частот, второй вход третьего фильтра нижних частот соединен со вторым входом устройства и вторым входом четвертого фильтра нижних частот.
2. Компактный СВЧ мост по п. 1, отличающийся тем, что все фильтры нижних частот имеют несимметричное исполнение.

1

МИКРОПОЛОСКОВЫЙ МОСТ



Фиг. 1