



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01P 1/203 (2023.02)

(21)(22) Заявка: 2022130864, 28.11.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.11.2022

Дата регистрации:
28.03.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.11.2022

(45) Опубликовано: 28.03.2023 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50
, ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН

(72) Автор(ы):

Боев Никита Михайлович (RU),
Сержантов Алексей Михайлович (RU),
Завьялов Ярослав Борисович (RU),
Крёков Сергей Дмитриевич (RU),
Бальва Ярослав Федорович (RU),
Александровский Александр Анатольевич
(RU),
Лексиков Андрей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Федеральный
исследовательский центр "Красноярский
научный центр Сибирского отделения
Российской академии наук" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2640968 C1, 12.01.2018. RU 99248
U1, 10.11.2010. EP 261634 A1, 30.03.1988. RU
208172 U1, 07.12.2021. DE 602006011094 D1,
28.01.2010. US 4254390 A, 03.03.1981. DE4140299
A1, 08.07.1993. US 7649431 B1, 19.01.2010.
JP2005159512 A, 16.06.2005. US 2003085780 A1,
08.05.2003.

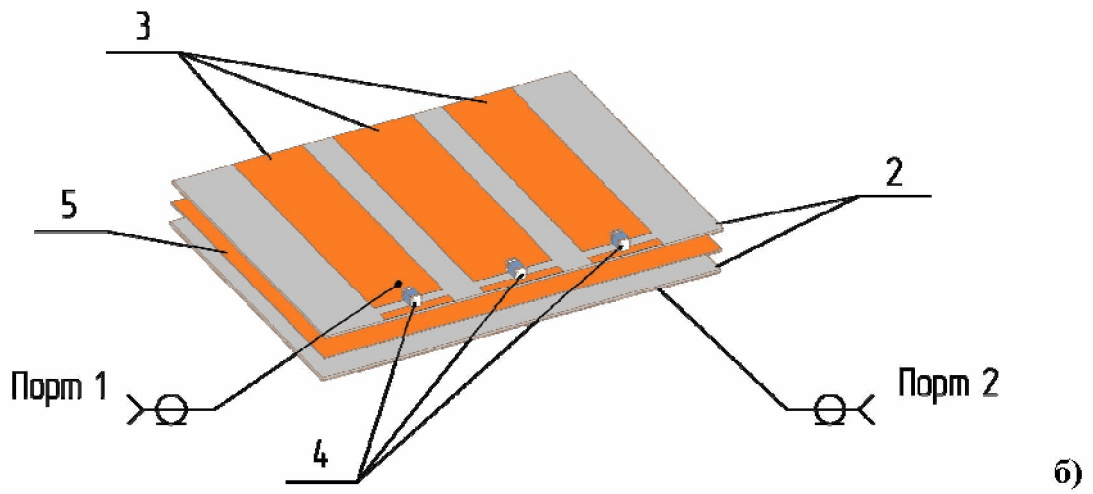
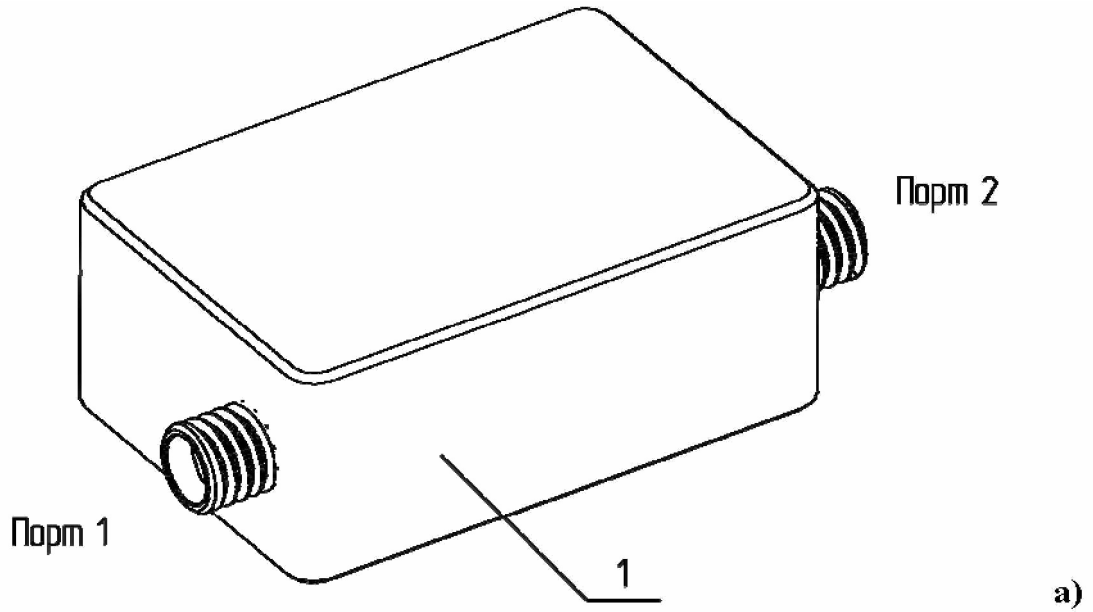
(54) Полосковый полосно-пропускающий фильтр гармоник

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике СВЧ, а именно к фильтрам. Полосковый полосно-пропускающий фильтр гармоник содержит диэлектрические подложки, подвешенные внутри экрана, на одну поверхность которых нанесены полосковые металлические проводники резонаторов, электромагнитно связанные между собой и имеющие форму, например, прямоугольника. Каждый резонатор в фильтре образован парой полосковых проводников, расположенных друг напротив друга на поверхности первой и второй подложек. Один конец каждого полоскового проводника замкнут на экран непосредственно, а второй конец

соединен с экраном через сосредоточенную емкость. Между подложками расположена тонкая замкнутая по всему периметру на корпус металлическая пленка, толщина которой меньше глубины скин-слоя в металле пленки на рабочей частоте резонатора. При этом количество подложек равно двум при любом числе полосковых проводников, которые расположены только на одной поверхности каждой диэлектрической подложки, причем один конец каждого полоскового проводника замкнут на экран непосредственно, а второй конец соединен с экраном через сосредоточенную емкость. Технический результат - уменьшение размеров

фильтра гармоник и упрощение его конструкции. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2793079 C1

RU 2793079 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H01P 1/203 (2023.02)

(21)(22) Application: **2022130864, 28.11.2022**

(24) Effective date for property rights:
28.11.2022

Registration date:
28.03.2023

Priority:

(22) Date of filing: **28.11.2022**

(45) Date of publication: **28.03.2023** Bull. № 10

Mail address:
**660036, g. Krasnoyarsk, ul. Akademgorodok, 50 ,
FGBNU FITS KNTS SO RAN**

(72) Inventor(s):

**Boev Nikita Mikhailovich (RU),
Serzhantov Aleksei Mikhailovich (RU),
Zavialov Iaroslav Borisovich (RU),
Krekov Sergei Dmitrievich (RU),
Balva Iaroslav Fedorovich (RU),
Aleksandrovskii Aleksandr Anatolevich (RU),
Leksikov Andrei Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
nauchnoe uchrezhdenie «Federalnyi
issledovatel'skii tsentr «Krasnoiarskii nauchnyi
tsentr Sibirskogo otdeleniia Rossiiskoi akademii
nauk» (RU)**

(54) **STRIP BAND PASS FILTER FOR HARMONICS**

(57) Abstract:

FIELD: microwave technology; filters.

SUBSTANCE: strip band pass filter for harmonics contains dielectric substrates suspended inside the screen, on one surface of which strip metal conductors of the resonators are deposited, electromagnetically coupled to each other and having the shape, for example, of a rectangle. Each resonator in the filter is formed by a pair of strip conductors located opposite each other on the surface of the first and second substrates. One end of each strip conductor is directly connected to the screen, and the other end is connected to the screen through a lumped capacitance. Between the substrates there is a thin metal film closed along the

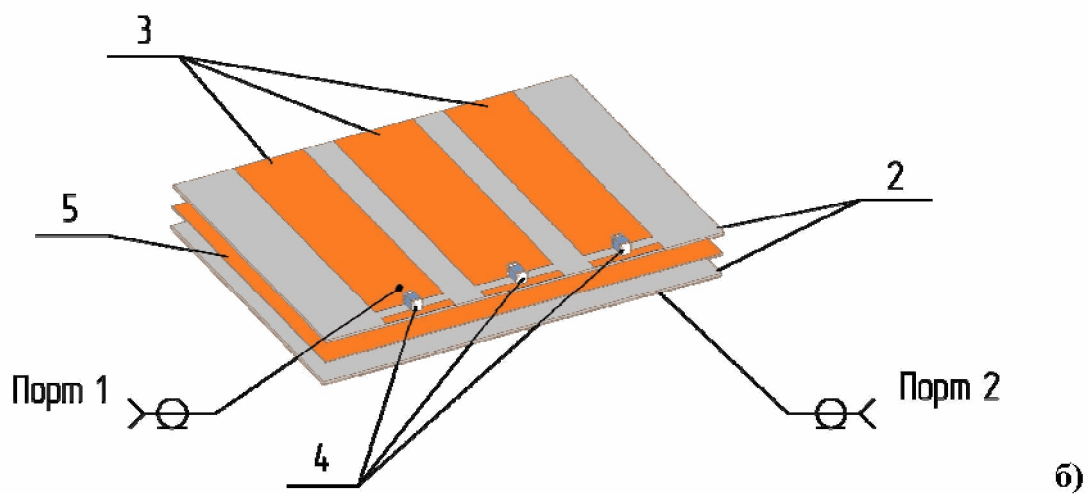
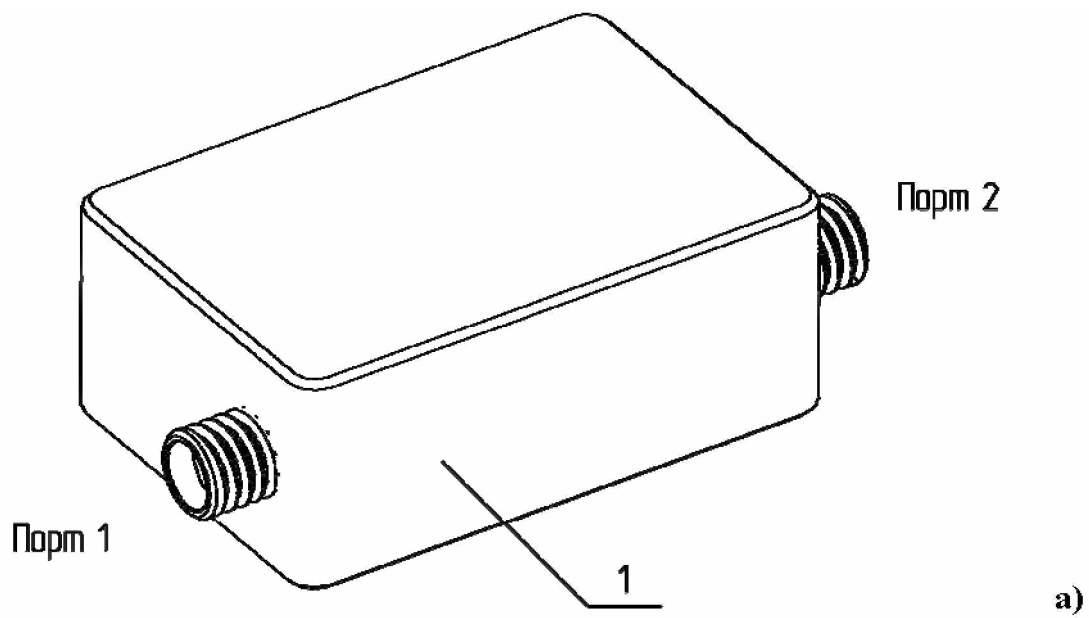
entire perimeter to the body, the thickness of which is less than the depth of the skin layer in the film metal at the operating frequency of the resonator. In this case, the number of substrates is equal to two for any number of strip conductors, which are located only on one surface of each dielectric substrate, and one end of each strip conductor is directly connected to the screen, and the second end is connected to the screen through a lumped capacitance.

EFFECT: reduced dimensions of the harmonic filter and simplification of its design.

1 cl, 2 dwg

RU 2 793 079 C1

RU 2 793 079 C1



Фиг. 1

RU 2793079 C1

RU 2793079 C1

Изобретение относится к технике высоких и сверхвысоких частот и предназначено для создания частотно-селективных устройств, например, полосовых фильтров.

Известна конструкция полоскового резонатора и фильтра на его основе [Патент на полезную модель РФ №99248, МПК⁷ H01P7, опубл. 10.11.2010, Бюл. №31]. Резонатор содержит две диэлектрические подложки, подвешенные внутри экрана. На обе поверхности подложек нанесены полосковые металлические проводники прямоугольной формы, электромагнитно связанные между собой. Полосно-пропускающий фильтр на основе такого резонатора имеет меньшие размеры по сравнению с традиционными конструкциями микрополосковых и полосковых фильтров. Недостатком фильтра является близкое расположение резонанса второй, паразитной моды колебаний к полосе пропускания фильтра, что не позволяет конструировать на его основе фильтры с широкой полосой заграждения.

Также известна конструкция фильтра гармоник [Патент РФ №2590313,

МПК H01P, опубл. 10.07.2016, Бюл. №19]. Фильтр содержит диэлектрическую подложку, на одну сторону которой нанесены полосковые проводники, замкнутые с одного конца, и на вторую сторону также нанесены полосковые проводники, замкнутые с одного конца. Проводники, образующие каждый из резонаторов фильтра, расположены на разных поверхностях подложки и замкнуты противоположными концами. Ширина полосковых проводников, образующих резонаторы, хотя бы у одного из них отличается не менее чем в 1.1 раза от ширины полосковых проводников других резонаторов. Фильтр такой конструкции хотя и имеет значительно более широкую полосу заграждения, по сравнению с первым аналогом, но зачастую в СВЧ-технике требуются устройства с более протяженными и глубокими полосами заграждения.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков аналогом является полосковый полосно-пропускающий фильтр на основе полосковых резонаторов [Патент РФ №2640968, МПК⁷ H01P/203, опубл. 12.01.2018, Бюл. №2 (прототип)]. Фильтр содержит диэлектрические подложки, подвешенные внутри экрана, на обе поверхности которых нанесены полосковые металлические проводники, электромагнитно связанные между собой. Между подложками расположена тонкая металлическая пленка, замкнутая на экран со всех сторон по периметру. Толщина пленки меньше глубины скин-слоя в металле на рабочей частоте резонатора. Фильтры на подобных резонаторах имеют намного более широкую и глубокую полосу заграждения (неограниченную с практической точки зрения), по сравнению с аналогами. Недостатками указанной конструкции являются большие размеры и сложность изготовления многорезонаторных конструкций таких фильтров, так как требуется применение большого количества диэлектрических подложек.

Техническим результатом изобретения является уменьшение размеров полоскового полосно-пропускающего фильтра гармоник и упрощение его конструкции.

Указанный технический результат достигается тем, что в полосковом полосно-пропускающем фильтре гармоник, содержащем диэлектрические подложки, подвешенные внутри экрана, на поверхности которых нанесены полосковые металлические проводники, электромагнитно связанные между собой, и расположенную между подложками сплошную металлическую пленку, толщина которой на рабочей частоте резонатора меньше толщины скин-слоя в металле пленки, отличающийся тем, что количество подложек равно двум при любом числе полосковых проводников, которые расположены только на одной поверхности каждой диэлектрической подложки, причем один конец каждого полоскового проводника замкнут на экран непосредственно,

а второй конец соединен с экраном через сосредоточенную емкость.

Отличия заявляемого устройства от наиболее близкого аналога заключаются в том, что полосковые проводники расположены только на одной поверхности диэлектрических подложек, а количество подложек для любого числа резонаторов равно всего двум. При этом концы полосковых проводников соединены с экраном с одной стороны непосредственно, а с другой стороны через сосредоточенные емкости. Эти отличия позволяют 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: Фиг. 1 – конструкция заявляемого полоскового полосоно-пропускающего фильтра гармоник третьего порядка; Фиг. 2 – амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) полоскового полосоно-пропускающего фильтра заявляемой конструкции.

Заявляемое устройство (Фиг. 1а), содержит экран 1, являющийся корпусом устройства, внутри которого подвешены (Фиг. 1б) две диэлектрические подложки 2, на одну поверхность которых нанесены полосковые металлические проводники 3 резонаторов, электромагнитно связанные между собой и имеющие форму, например, прямоугольника. Каждый резонатор в фильтре образован парой полосковых проводников 3, расположенных друг напротив друга на поверхности первой и второй подложек 2. Полосковые проводники 3 расположены только на одной поверхности каждой диэлектрической подложки 2, причем один конец каждого полоскового проводника 3 замкнут на экран 1 непосредственно, а второй конец соединен с экраном 1 через сосредоточенную емкость 4. Между подложками 2 расположена тонкая металлическая пленка 5, замкнутая со всех сторон по периметру на экран 1. Толщина пленки 5 меньше величины скин-слоя в металле пленки 5 на рабочей частоте резонатора.

Заявляемый полосковый фильтр гармоник работает следующим образом. Известно, что высокочастотный ток проникает в металл на определенную глубину, характеризующую толщиной скин-слоя. Величина толщины скин-слоя зависит от

электрофизических параметров материала и частоты: $\Delta = \sqrt{\frac{2}{\sigma \mu \omega}}$, где σ – удельная

проводимость металла, μ – относительная магнитная проницаемость и ω – частота. Этот факт лежит в основе работы заявляемого фильтра гармоник. Толщина пленки между подложками в заявляемой конструкции выбрана такой, чтобы на низжайшей – рабочей резонансной частоте конструкции она была меньше глубины скин-слоя. Поэтому магнитное поле на рабочей частоте будет проникать через пленку на расстояние достаточное для обеспечения взаимодействия проводников резонаторов. В то же время на частотах высших мод колебаний (гармоник) толщина пленки становится сравнимой и большей, чем глубина скин-слоя в металле. Поэтому взаимодействие резонаторов на частотах высших мод колебаний значительно уменьшается.

Принципиальным отличием фильтра заявляемой конструкции от фильтра-прототипа является то, что при любом числе резонаторов (это число определяет порядок фильтра) все образующие их полосковые проводники располагаются всего на двух диэлектрических подложках при использовании одной сплошной металлической пленки

между ними. В то же время в фильтре-прототипе необходимо использовать количество сплошных металлических пленок равное количеству резонаторов, а число диэлектрических подложек равняется удвоенному числу резонаторов. Таким образом, предложенное техническое решение позволяет уменьшить габариты фильтра и

5

значительно упростить его конструкцию. На основе заявляемой конструкции был спроектирован полосно-пропускающий фильтр третьего порядка (конструкция фильтра показана на Фиг. 1). На Фиг. 2 в широкой полосе частот изображены амплитудно-частотные характеристики такого фильтра, рассчитанные в программе электродинамического анализа на основе 3D-

10

модели. Конструктивные параметры резонаторов в фильтре: диэлектрическая проницаемость подложек $\epsilon = 9.8$ при их толщине 0.25 мм; длина полосковых проводников резонаторов 27 мм; ширина наружных проводников 7 мм; ширина средних проводников 8 мм; расстояние между подложками в резонаторе 1.8 мм; расстояние от верхнего и нижнего экрана корпуса до поверхности подложек 5 мм.

15

Величина сосредоточенных емкостей (4 на Фиг. 1б), подключенных к проводникам наружных резонаторов, составляет $C_1 = C_3 = 500$ пФ, подключенных к проводникам среднего резонатора $C_2 = 550$ пФ. Между подложками расположена металлическая пленка, замкнутая по периметру на стенки корпуса. Пленка выполнена из материала с удельной проводимостью в 300 раз меньшей чем у меди, толщина пленки $t = 100$ мкм.

20

Такая толщина и проводимость материала пленки выбраны исходя из условия реализации максимальной собственной добротности полосковых резонаторов, что обеспечивает наименьшее затухания в полосе пропускания фильтра при прочих равных условиях. Центральная частота полосы пропускания фильтра при расстоянии между резонаторами $S = 3$ мм составила $f_0 \approx 0.13$ ГГц (Фиг. 2а), относительная ширина

25

полосы пропускания фильтра по уровню минус 3 дБ составила $\Delta f/f_0 \approx 2\%$. На Фиг. 2б видно, что в заявляемом фильтре полоса заграждения по уровню минус 40 дБ (первая гармоника) простирается до частоты не менее $150f_0$ (ограничено в теории временем численного расчета) и на практике, как в фильтре-прототипе, будет значительно

30

протяженнее. Габариты фильтра составляют $40 \times 27 \times 16$ мм³, в то время как габариты фильтра-прототипа при прочих равных условиях будут составлять $44 \times 27 \times 16$ мм³.

Таким образом, по сравнению с фильтром-прототипом заявляемый фильтр значительно проще по конструкции и при прочих равных условиях позволяет создавать многорезонаторные устройства меньшего размера, что подтверждает заявляемый технический результат.

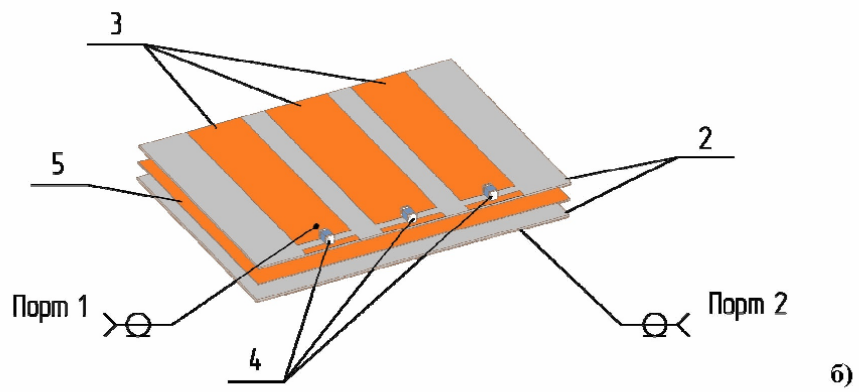
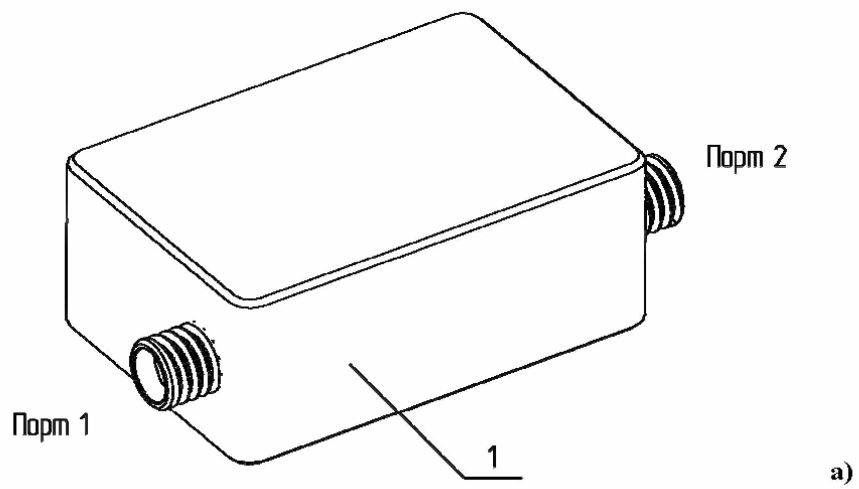
35

(57) Формула изобретения

Полосковый полосно-пропускающий фильтр гармоник, содержащий диэлектрические подложки, подвешенные внутри экрана, на поверхности которых нанесены полосковые металлические проводники, электромагнитно связанные между собой, и расположенную между подложками сплошную металлическую пленку, толщина которой на рабочей частоте резонатора меньше толщины скин-слоя в металле пленки, отличающийся тем, что количество подложек равно двум при любом числе полосковых проводников, которые расположены только на одной поверхности каждой диэлектрической подложки, причем один конец каждого полоскового проводника замкнут на экран непосредственно, а второй конец соединен с экраном через сосредоточенную емкость.

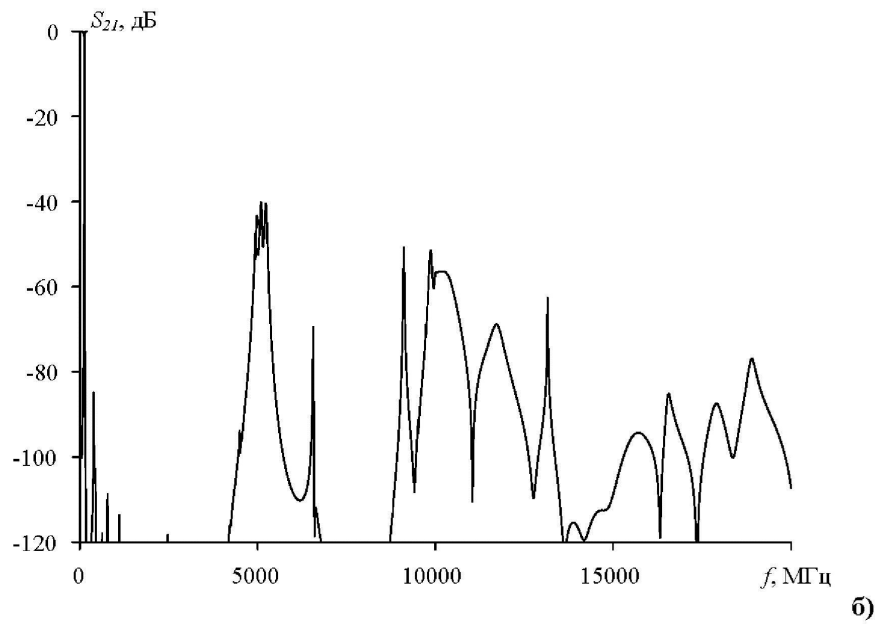
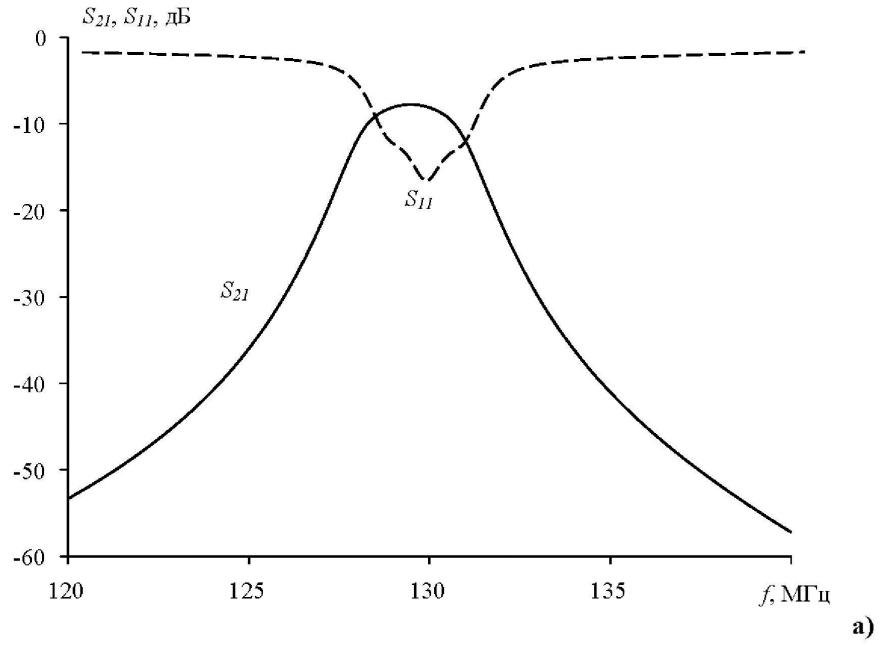
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2