РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 484 559** (13) **C2**

(51) МПК
H01Q 1/38 (2006.01)
H05K 1/03 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2010123341/07, 08.06.2010**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.06.2010

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **08.06.2010**

(43) Дата публикации заявки: **20.12.2011** Бюл. № 35

(45) Опубликовано: **10.06.2013** Бюл. № **16**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 5926136 A, 20.07.1999. US 2004189529 A1, 30.09.2004. WO 9533287 A1, 07.12.1995. US 2010109966 A1, 06.05.2010. US 6384785 B1, 07.05.2002. JP 2002217638 A, 02.08.2002. RU 2378745 C2, 27.09.2009. US 5155493 A, 13.10.1992. US 2007152883 A1, 05.07.2007. NAKANO H. et al, A spiral antenna sandwiched by dielectric layers, IEEE. Transactions on Antennas**
(см. прод.)

Адрес для переписки:
101000, Москва, Мясницкая ул., 20, НИУ ВШЭ, Управление инновационной деятельности, отдел по вопросам интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):
Елизаров Андрей Альбертович (RU),
Закирова Эльмира Алексеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики" (RU)

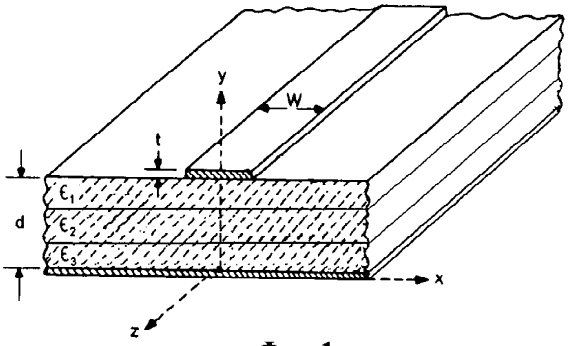
RU 2484559 C2

(54) ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА С ПОДВЕШЕННОЙ ПОДЛОЖКОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к микрополосковой технике и может быть использовано для создания высокоэффективных СВЧ устройств и антенн. Техническим результатом является обеспечение согласования диэлектрических слоев платы между собой с линейным уменьшением их волнового сопротивления от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников, что позволяет избежать возникновения отраженной волны в поперечном сечении, а также обеспечение согласования импедансных проводников с внешним воздушным пространством. Предложена печатная плата, содержащая планарные импедансные проводники, расположенные на многослойной диэлектрической подложке с металлическим экраном, при этом диэлектрическая подложка включает, по меньшей мере, три слоя, толщина каждого из которых равна четверти рабочей длины волны, слои выполнены из материала с различной диэлектрической проницаемостью и размещены с линейным уменьшением волновых сопротивлений слоев от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников. Печатная плата может быть снабжена дополнительным многослойным диэлектрическим экраном, размещенным с противоположной стороны планарных импедансных проводников, который включает, по меньшей мере, три слоя, толщина каждого

из которых равна четверти рабочей длины волны, слои выполнены из материала с различной диэлектрической проницаемостью и размещены с линейным увеличением волновых сопротивлений слоев от плоскости импедансных проводников. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1

(56) (продолжение):
and Propagation, Vol.52, Issue 6, June 2004, c.1417-1422. ПАНЧЕНКО Б.А. И НЕФЕДОВ Е.И. Микрополосковые антенны. - М.: Радио и связь, 1986, с.27-29. КОЗАРЬ А.В. Интерференционные явления в слоистых структурах и их применение в задачах приема сигналови диагностики неоднородных сред. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, физический факультет. - М., 2004.

RU 2484559 C2

RU 2484559 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 484 559** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
H01Q 1/38 (2006.01)
H05K 1/03 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010123341/07, 08.06.2010**

(24) Effective date for property rights:
08.06.2010

Priority:
(22) Date of filing: **08.06.2010**

(43) Application published: **20.12.2011** Bull. 35

(45) Date of publication: **10.06.2013 Bull. 16**

Mail address:
101000, Moskva, Mjasnitskaja ul., 20, NIU VShEh, Upravlenie innovatsionnoj dejatel'nosti, otdel po voprosam intellektual'noj sobstvennosti

(72) Inventor(s):
Elizarov Andrej Al'bertovich (RU),
Zakirova Ehl'mira Alekseevna (RU)

(73) Proprietor(s):
Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj issledovatel'skij universitet "Vysshaja shkola ehkonomiki" (RU)

(54) PRINTED BOARD WITH SUSPENDED SUBSTRATE

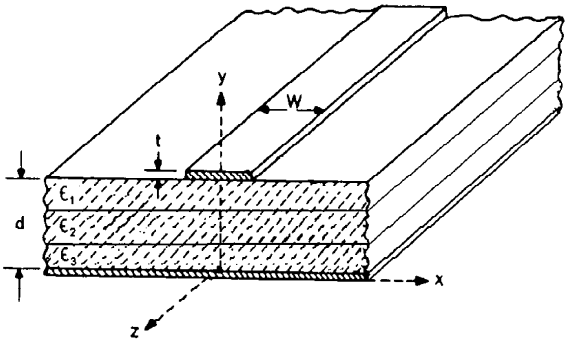
(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: proposed is a printed board containing planar impedance conductors on a multilayered dielectric substrate with a metal screen; the dielectric substrate includes at least three layers, the thickness of each of the equal to a quarter of the operating wave length; the layers are made of a material with varied dielectric permeability and are positioned with linear decrease of the layers wave-pattern resistances from the screen plane towards that of impedance conductors. The printed board may be equipped with an additional multilayered dielectric screen positioned on the opposite side of the planar impedance conductors; the screen includes at least three layers, the thickness of each of the equal to a quarter of the operating wave length; the layers are made of a material with varied dielectric permeability and are positioned with linear increase of the layers wave-pattern resistances from the impedance conductors plane.

EFFECT: ensuring adaptation of the board dielectric layers to each other with linear decrease of their wave-pattern resistances from the screen plane towards that of impedance conductor which enables prevention of reflected wave occurrence in the cross section as well as ensuring the impedance conductors adaptation to the ambient air space.

2 cl, 3 dwg



Фиг.1

RU 2484559 C2

RU 2484559 C2

Изобретение относится к микрополосковой технике и может быть использовано для создания высокоэффективных СВЧ устройств и антенн.

Известны односторонние, двусторонние или многослойные печатные платы, выполненные на жестком или гибком основании [Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы. - М.: Техносфера, 2005. - С.22-25]. Многослойная печатная плата содержит чередующиеся слои тонких изоляционных подложек с нанесенными на них проводящими рисунками, физически соединенными в одно многослойное основание. Каждый из внутренних слоев может представлять собой одностороннюю или двустороннюю плату с межслойными переходами. При этом основным направлением развития данных печатных плат является увеличение прецизионности и плотности компоновки высокоинтегрированной элементной базы, а свойствам и параметрам изоляционных подложек должного внимания не уделяется, что не позволяет эффективно использовать такие печатные платы в СВЧ диапазоне.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению являются печатные платы с подвешенными подложками, использующиеся для различных СВЧ устройств и полосковых антенн [Электродинамический расчет характеристик полосковых антенн / Б.А.Панченко, С.Т.Князев и др. - М.: Радио и связь, 2002. - С.75-93]. Такие печатные платы содержат подвешенную подложку, состоящую из диэлектрического основания с высоким значением относительной диэлектрической проницаемости, с одной стороны которой расположены проводящие элементы, и воздушного зазора, отделяющего металлический экран, находящийся с другой стороны. Недостатком таких печатных плат является отсутствие согласования волновых сопротивлений диэлектрического основания подложки и воздушного зазора, приводящее к возникновению отраженной волны в поперечном сечении платы.

Технической задачей, на решение которой направлено данное изобретение, является создание печатной платы с подвешенной подложкой, в поперечном сечении которой не возникает отраженной волны, поскольку диэлектрические слои подложки согласованы между собой, а их волновое сопротивление линейно уменьшается от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников. Кроме того, при использовании печатной платы для микрополосковых антенн и излучателей необходимо обеспечить согласование импедансных проводников с внешним воздушным пространством, что обеспечивается за счет многослойного диэлектрического экрана с линейно увеличивающимся от плоскости импедансных проводников волновым сопротивлением.

Поставленная техническая задача решается тем, в печатной плате, содержащей планарные импедансные проводники, расположенные на диэлектрической подложке с металлическим экраном, согласно изобретению, диэлектрическая подложка выполнена многослойной и включает, по меньшей мере, три слоя, толщина каждого из которых равна четверти рабочей длины волны, слои выполнены из материала с различной диэлектрической проницаемостью и размещены с линейным уменьшением волновых сопротивлений слоев от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников. Кроме того, печатная плата снабжена дополнительным многослойным диэлектрическим экраном, размещенным с противоположной стороны планарных импедансных проводников, многослойный диэлектрический экран включает, по меньшей мере, три слоя, толщина каждого из которых равна четверти рабочей длины волны, слои выполнены из материала с различной диэлектрической проницаемостью и размещены с линейным увеличением волновых сопротивлений слоев от плоскости импедансных проводников.

Техническим результатом, достигаемым при осуществлении всей совокупности заявляемых существенных признаков, является обеспечение согласования диэлектрических слоев платы между собой с линейным уменьшением их волнового сопротивления от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников, что позволяет избежать возникновения отраженной волны в поперечном сечении, а также обеспечение согласования импедансных проводников с внешним воздушным пространством, что достигается за счет многослойного диэлектрического экрана с линейно увеличивающимся волновым сопротивлением.

Предлагаемое изобретение иллюстрируется чертежами, где на

на фиг.1 представлено поперечное сечение платы с подвешенной трехслойной подложкой толщиной d,

на фиг.2 представлено поперечное сечение платы с подвешенной трехслойной подложкой толщиной d_1 и трехслойным согласующим диэлектрическим экраном толщиной d_2.

на фиг.3 представлены графики зависимостей модуля коэффициента отражения от числа слоев для трехслойной подложки при ε_1=9,8; ε_2=5,6; ε_3=2,4 и подвешенной подложки с воздушным зазором при ε_1=9,8; ε_2=1,0.

Относительные диэлектрические проницаемости слоев подложки и диэлектрического экрана линейно уменьшаются с ростом номера слоя.

Работа печатной платы с подвешенной подложкой осуществляется следующим образом. Известно, что волновое (характеристическое) сопротивление диэлектрического слоя определяется по формуле $Z = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$, где μ, ε - относительные магнитная и диэлектрическая проницаемости слоя соответственно. Для воздушного зазора эта величина равна 120π≈377 Ом [Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. - М.: Высшая школа, 1990. - С.26-27]. В большинстве случаев практического применения волновое сопротивление отрезка линии передачи СВЧ должно составлять 50 или 75 Ом. При этом в поперечном сечении платы - прототипа - наблюдается резкий скачок волнового сопротивления, приводящий к сильному отражению волны от границы раздела диэлектрического слоя с воздушным зазором.

В предлагаемом варианте печатной платы (фиг.1) подложка выполнена трехслойной с равномерным уменьшением величины волнового сопротивления от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников. При равенстве толщины каждого слоя четверти рабочей длины волны, для СВЧ устройства, выполненного на такой плате, в ее поперечном сечении амплитуда отраженной волны очень мала, что приводит к снижению потерь и повышению эффективности его работы.

При использовании предлагаемой печатной платы для создания микрополосковых антенн и излучателей, их импедансные проводники, имеющие в большинстве случаев применения волновое сопротивление десятки Ом, необходимо согласовать с внешним воздушным пространством, имеющим сопротивление 377 Ом. Для этого в конструкцию платы введен многослойный диэлектрический экран с линейно увеличивающимся от плоскости импедансных проводников волновым сопротивлением (фиг.2). При числе слоев согласующего экрана не менее трех и толщине каждого слоя, равной четверти рабочей длины волны, достигается выравнивание скачка волнового сопротивления, что обеспечивает повышение коэффициента излучения и расширение диаграммы направленности антенн и излучателей.

Возможность достижения поставленной цели подтверждается результатами расчета

и анализа зависимостей модуля коэффициента отражения от многослойной диэлектрической среды с линейно и скачкообразно изменяющимся значением относительной диэлектрической проницаемости. Модуль коэффициента отражения |Г| для двух слоев диэлектрика с номерами 1 и 2 может быть рассчитан по формуле

$$|\Gamma| = \left|\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}\right| = \left|\frac{\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}}\right|$$

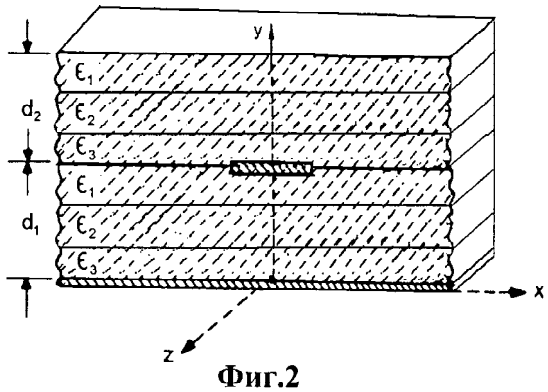
и аналогично получен для любого числа слоев. На фиг.2 показаны зависимости |Г| от числа слоев N для трехслойной модели печатной платы с линейным изменением относительной диэлектрической проницаемости (ε_1=9,8; ε_2=5,6; ε_3=2,4) и двухслойной модели платы - прототипа с воздушным зазором, в которой волновое сопротивление меняется скачком (ε_1=9,8; ε_2=1,0). Из полученных графиков видно, что трехслойная модель отличается от прототипа почти вдвое меньшим и практически равномерным по сечению печатной платы модулем коэффициента отражения.

Достоинством предлагаемой печатной платы с подвешенной подложкой и согласующим многослойным диэлектрическим экраном является возможность достижения более равномерного изменения волнового сопротивления в поперечном сечении при меньших потерях и критичности изменения относительной диэлектрической проницаемости подложки по сравнению с прототипом.

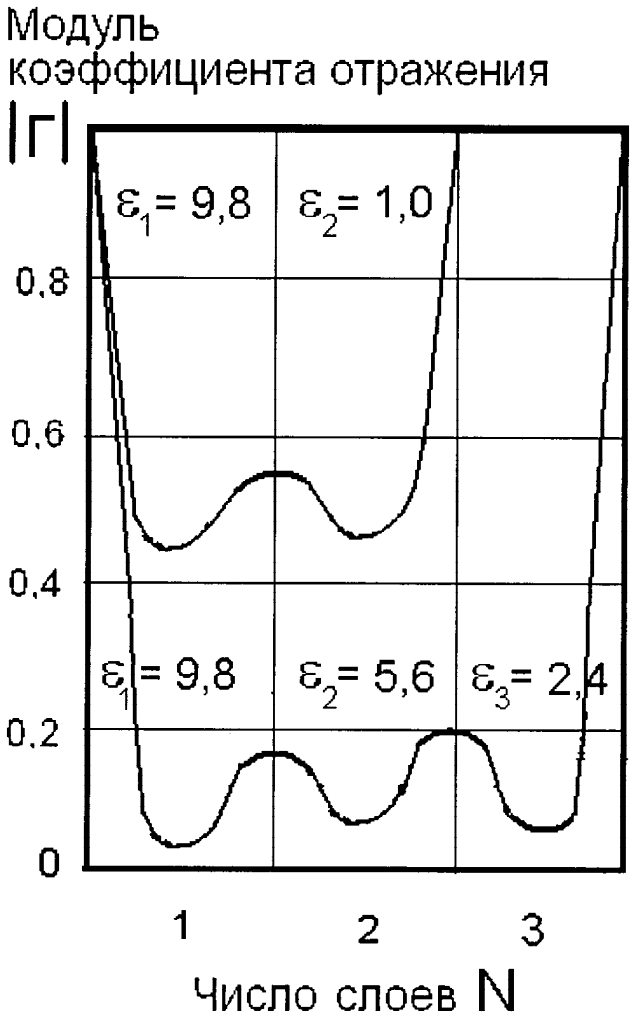
Формула изобретения

1. Печатная плата, содержащая планарные импедансные проводники, расположенные на диэлектрической подложке с металлическим экраном, отличающаяся тем, что диэлектрическая подложка выполнена многослойной и включает, по меньшей мере, три слоя, толщина каждого из которых равна четверти рабочей длины волны, слои выполнены из материала с различной диэлектрической проницаемостью и размещены с линейным уменьшением волновых сопротивлений слоев от плоскости экрана к плоскости импедансных проводников.

2. Печатная плата по п.1, отличающаяся тем, что снабжена дополнительным многослойным диэлектрическим экраном, размещенным с противоположной стороны планарных импедансных проводников, многослойный диэлектрический экран включает, по меньшей мере, три слоя, толщина каждого из которых равна четверти рабочей длины волны, слои выполнены из материала с различной диэлектрической проницаемостью и размещены с линейным увеличением волновых сопротивлений слоев от плоскости импедансных проводников.


y
ε1
ε2
ε3
ε1
ε2
ε3
d2
d1
x
z

Фиг.2


Модуль
коэффициента отражения
|Г|
ε1= 9,8
ε2= 1,0
ε1= 9,8
ε2= 5,6
ε3= 2,4
0,8
0,6
0,4
0,2
0
1
2
3
Число слоев N

Фиг.3