



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010131707/07, 29.07.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.07.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.07.2010

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2012 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 10.05.2012 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5070340 A, 03.12.1991. US 5278575 A, 11.01.1994. RU 2395142 C1, 20.07.2010. RU 2182392 C1, 10.05.2002. RU 2260883 C2, 20.09.2005.

Адрес для переписки:

634045, г.Томск, ул. Вершинина, 47, ЗАО
"НПФ "Микран", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Орлов Александр Борисович (RU),

Бацула Александр Пантелеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

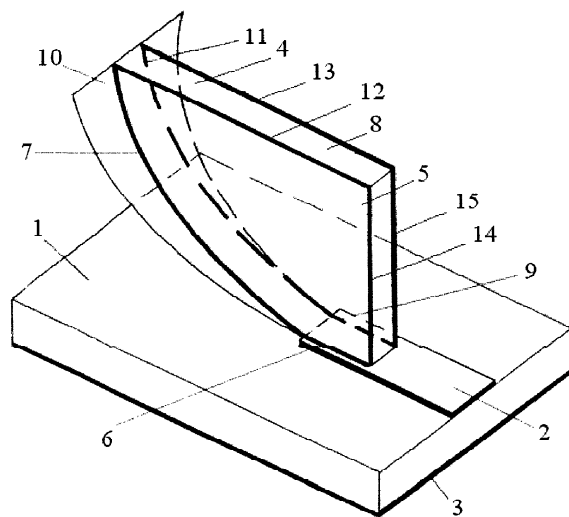
Закрытое акционерное общество "Научно-производственная фирма "Микран" (RU)

(54) ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники, в частности к широкополосным антеннам сверхвысокочастотного диапазона, и может быть использовано при решении метрологических задач, в системах связи, радиодефектоскопии, задачах радиомониторинга и электромагнитной совместимости. Техническим результатом изобретения является достижение низкого уровня кроссполаризационной составляющей электрического поля, высокого коэффициента усиления, с расширенным рабочим диапазоном в область низких частот без увеличения размеров апертуры, который достигается за счет того, что антенна содержит первую диэлектрическую подложку (ДП) 1, на одной поверхности которой расположен отрезок сигнального полоскового проводника (СПП)

2, а на другой ее поверхности расположена земляная металлическая пластина 3. Вторая ДП 4 установлена перпендикулярно первой ДП 1 и расположена боковой стороной на отрезке СПП 2 параллельно его продольной оси. На одной поверхности второй ДП 4 расположена сигнальная апертурная металлическая пластина (АМП) 5, а на другой - дополнительная сигнальная АМП 8, которые боковыми кромками расположены на отрезке СПП 2 и гальванически с ним соединены, а по внутренним боковым кромкам выполнены изменяющейся формы. Перпендикулярно и симметрично плоскости второй ДП 4 по внутренним боковым кромкам сигнальной и дополнительной сигнальной АМП установлена металлическая излучающая пластина 10. 34 з.п. ф-лы, 21 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2010131707/07, 29.07.2010**(24) Effective date for property rights:
29.07.2010

Priority:

(22) Date of filing: **29.07.2010**(43) Application published: **10.02.2012 Bull. 4**(45) Date of publication: **10.05.2012 Bull. 13**

Mail address:

**634045, g.Tomsk, ul. Vershinina, 47, ZAO "NPF
"Mikran", patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Orlov Aleksandr Borisovich (RU),
Batsula Aleksandr Panteleevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo "Nauchno-
proizvodstvennaja firma "Mikran" (RU)****(54) BROADBAND ANTENNA**

(57) Abstract:

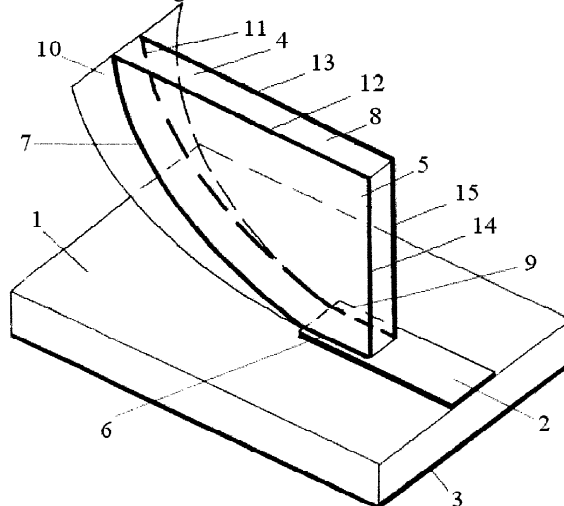
FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: antenna comprises the first dielectric substrate (DS) 1, on one surface of which there is a section of a signal strip conductor (SSC) 2, and on its other surface there is an earth metal plate 3. The second DS 4 is installed perpendicularly to the first DS 1 and is arranged with its side on the section of the SSC 2 in parallel to its longitudinal axis. On one surface of the second DS 4 there is a signal aperture metal plate (AMP) 5, and on the other one - an additional signal AMP 8, which with their side edges are arranged on the section of the SSC 2 and are galvanically connected to it, and along inner side edges are arranged with variable shape. A metal emitting plate 10 is installed perpendicularly and symmetrically to the plane of the second DS 4 along inner side edges of the signal and additional signal AMP.

EFFECT: invention achieves low level of a cross

polarisation component of electric field, high coefficient of amplification, with expanded working range into the area of low frequencies without increasing aperture dimensions.

35 cl, 21 dwg



Фиг 1

Изобретение относится к области радиотехники, в частности к широкополосным антеннам сверхвысокочастотного диапазона (СВЧ), и может найти применение в метрологических задачах, в системах связи, радиодефектоскопии, в задачах радиомониторинга, в задачах электромагнитной совместимости.

Известна широкополосная антенна (Патент US №5278575, МПК H01Q 9/28, опубл. 11.01.1994 г.), выполненная на основе антиподальной щелевой линии (АПЩЛ). Апертура антенны образована отрезком печатной АПЩЛ без перекрытия и содержит две одинаковые металлические пластины, расположенные на разных сторонах диэлектрической подложки. В излучающей части печатной антенны металлические пластины АПЩЛ выполнены экспоненциально расширяющимися по внутренней боковой кромке от точки нулевого перекрытия до максимального раскрытия апертуры. Сигнальный полосковый проводник отрезка микрополосковой линии торцом гальванически подключен к внутренней боковой кромке одной металлической пластины АПЩЛ в области нулевого перекрытия, а его земляная плоскость гальванически соединена с торцевой боковой кромкой другой металлической пластины АПЩЛ в области нулевого перекрытия.

Недостатком известного технического решения является невысокий коэффициент усиления, значительный уровень кроссполяризационной составляющей электрического поля, большие размеры раскрытия апертуры в низкочастотной области рабочего диапазона частот.

Известна широкополосная антенна, выбранная за прототип (Патент US №5070340, МПК H01Q 13/08, опубл. 03.12.1991 г.), содержащая первую диэлектрическую подложку, на одной поверхности которой расположен отрезок сигнального полоскового проводника, земляная пластина которого расположена на другой ее поверхности, и вторую диэлектрическую подложку, которая установлена перпендикулярно первой диэлектрической подложке, и расположена одной боковой стороной на отрезке сигнального полоскового проводника параллельно его продольной оси, причем на одной поверхности второй диэлектрической подложки расположена сигнальная апертурная металлическая пластина, которая одной боковой кромкой расположена на отрезке сигнального полоскового проводника и гальванически с ним соединена, при этом от области соединения одного конца отрезка сигнального полоскового проводника с краем одной боковой кромки сигнальной апертурной металлической пластины, в направлении, противоположном другому концу отрезка сигнального полоскового проводника, апертурная металлическая пластина по внутренней боковой кромке выполнена сужающейся формы, образуя с земляной металлической пластиной расширяющуюся щелевую линию, которая является апертурой антенны, а другой конец отрезка сигнального полоскового проводника является выходом антенны.

Недостатком такой антенны является невысокий коэффициент усиления, значительный уровень кроссполяризационной составляющей электрического поля, значительное увеличение размеров апертуры при расширении рабочего диапазона частот в низкочастотной области.

Основная техническая задача данного изобретения состоит в создании широкополосной антенны с низким уровнем кроссполяризационной составляющей электрического поля, высоким коэффициентом усиления, с расширенным рабочим диапазоном в области низких частот без увеличения размеров апертуры.

Поставленная техническая задача достигается тем, что в широкополосной антенне, содержащей первую диэлектрическую подложку, на одной поверхности которой

расположен отрезок сигнального полоскового проводника, земляная металлическая пластина которого расположена на другой ее поверхности, перпендикулярно первой диэлектрической подложке установлена вторая диэлектрическая подложка, расположенная боковой стороной на отрезке сигнального полоскового проводника параллельно его продольной оси, причем на одной поверхности второй диэлектрической подложки расположена сигнальная апертурная металлическая пластина, которая боковой кромкой гальванически соединена с отрезком сигнального полоскового проводника, и от области соединения одного конца отрезка сигнального полоскового проводника с краем боковой кромки сигнальной апертурной металлической пластины, в направлении, противоположном другому концу отрезка сигнального полоскового проводника, сигнальная апертурная металлическая пластина по внутренней боковой кромке выполнена сужающейся формы, образуя с земляной металлической пластиной расширяющуюся щелевую линию, которая является апертурой антенны, а другой конец отрезка сигнального полоскового проводника является выходом антенны, согласно предложенному решению, на другой поверхности второй диэлектрической подложки, расположенной симметрично относительно боковых кромок отрезка сигнального полоскового проводника, установлена дополнительная сигнальная апертурная металлическая пластина, идентичная сигнальной апертурной металлической пластине, которая боковой кромкой гальванически соединена с отрезком сигнального полоскового проводника, а перпендикулярно и симметрично плоскости второй диэлектрической подложки по внутренним боковым кромкам сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин установлена и гальванически с ними соединена по всей длине металлическая излучающая пластина.

Внутренние боковые кромки сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин в области максимального раскрытия апертуры могут быть выполнены с закруглением, при этом область максимального раскрытия апертуры соответствует области пересечения кривой закругления внутренних боковых кромок с внешними боковыми кромками.

Сигнальная и дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины могут быть гальванически соединены между собой по внешним боковым кромкам, например, с помощью металлических штырей, проходящих сквозь вторую диэлектрическую подложку, или при помощи ленточного проводника.

Сигнальная и дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины могут быть выполнены в форме ленточного проводника.

Сужение сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин по внутренним боковым кромкам в направлении от области соединения с отрезком сигнального полоскового проводника к области максимального раскрытия апертуры может описываться линейной или нелинейной функцией, или в виде набора кусочно-линейных и/или кусочно-нелинейных отрезков, описываемых соответствующей линейной и нелинейной функциями и локально переходящих один в другой.

Длина металлической излучающей пластины в области апертуры может быть выполнена меньше или равной длине внутренних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

Металлическая излучающая пластина может быть выполнена увеличивающейся или одинаковой (например, в форме прямоугольника), или уменьшающейся ширины, причем изменение ширины описывается линейной или нелинейной функцией.

Металлическая излучающая пластина может быть выполнена осесимметричной, при этом ось симметрии металлической излучающей пластины расположена в плоскости, проходящей через ось симметрии второй диэлектрической подложки.

5 Длина металлической излучающей пластины может быть меньше длины внутренних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин, и металлическая излучающая пластина может быть размещена в любом месте внутренних боковых кромок, которые гальванически соединены между собой на отрезке, не закрытом металлической излучающей
10 пластиной.

Ширина второй диэлектрической подложки может быть равна или больше ширины максимального раскрытия апертуры.

15 Относительная диэлектрическая проницаемость второй диэлектрической подложки в области апертуры может быть равна единице.

Относительная диэлектрическая проницаемость второй диэлектрической подложки в области апертуры может быть больше или меньше относительной диэлектрической проницаемости второй диэлектрической подложки в области расположения сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

20 На поверхности сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин могут быть установлены две одинаковые дополнительные диэлектрические подложки.

Дополнительные диэлектрические подложки по ширине и длине могут быть идентичны ширине и длине второй диэлектрической подложки.

25 Относительная диэлектрическая проницаемость дополнительных диэлектрических подложек может быть равна, или больше, или меньше относительной диэлектрической проницаемости второй диэлектрической подложки.

В области апертуры относительная диэлектрическая проницаемость
30 дополнительных диэлектрических подложек больше или меньше относительной диэлектрической проницаемости второй диэлектрической подложки в области апертуры, или равна единице.

Со стороны внешних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин в любом их месте может быть установлена
35 апертурная импедансная нагрузка при помощи двух одинаковых контактных элементов.

Контактный элемент может быть выполнен в виде металлического штыря или в виде металлического ленточного проводника, максимальная длина которого меньше
40 или равна длине внешних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

Контактный элемент может быть выполнен в виде индуктивности, или емкости, или в виде полупроводникового элемента с регулируемой электрическим путем емкостью.

45 В частном случае, апертурная импедансная нагрузка может быть выполнена в виде металлической пластины правильной геометрической формы и установлена перпендикулярно и симметрично плоскости, проходящей через середину внешних боковых кромок второй диэлектрической подложки.

Металлическая пластина апертурной импедансной нагрузки по всей длине может
50 быть выполнена одинаковой, или увеличивающейся, или уменьшающейся ширины, причем изменение ширины описывается линейной или нелинейной функцией.

Апертурная импедансная нагрузка в виде двух одинаковых металлических пластин может быть установлена со стороны внешних боковых кромок при помощи

контактных элементов.

Апертурная импедансная нагрузка может быть выполнена в виде распределенного или сосредоточенного резистора.

В металлической пластине апертурной импедансной нагрузки может быть выполнен хотя бы один импедансный поперечный разрез, разделяющий ее на отрезки металлической пластины апертурной импедансной нагрузки, которые установлены контактными элементами со стороны внешних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

Ширина и форма импедансного поперечного разреза в металлической пластине апертурной импедансной нагрузки может быть выбрана из условий однородной или неоднородной электромагнитной связи между отрезками металлической апертурной импедансной пластины.

Боковые кромки металлической пластины импедансной нагрузки и ее отрезков, образующих однородный импедансный поперечный разрез, параллельны между собой, т.е. ширина такого зазора постоянна; в неоднородном же - не параллельны между собой, т.е. ширина его переменна.

В каждый импедансный поперечный разрез может быть установлен хотя бы один соединительный элемент.

Соединительный элемент может быть выполнен в виде распределенного или сосредоточенного резистора, или в виде распределенной или сосредоточенной реактивности, например индуктивности или емкости, или в виде параллельного или последовательного контура, или на основе полупроводникового элемента, коммутационного или с перестраиваемой электрической емкостью.

Со стороны внешних торцевых боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин может быть установлен импедансный рефлектор.

Импедансный рефлектор может быть выполнен в виде осесимметричной металлической пластины, которая размещена симметрично и перпендикулярно плоскости, проходящей через середину внешних торцевых боковых кромок второй диэлектрической подложки.

Металлическая пластина импедансного рефлектора может быть выполнена постоянной, или увеличивающейся, или уменьшающейся ширины, причем изменение ширины описывается линейной или нелинейной функцией.

Металлическая пластина импедансного рефлектора может быть соединена с внешними торцевыми боковыми кромками сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин гальванически металлической перемычкой или через реактивный элемент, который может быть выполнен в виде распределенной или сосредоточенной индуктивности, или емкости, или на основе полупроводникового элемента с перестраиваемой электрической емкостью.

Импедансный рефлектор может состоять из набора пирамид, которые выполнены из металла, или из диэлектрика, или из феррита, или из радиопоглощающего материала и могут быть собраны в различных сочетаниях.

Закон нелинейного изменения может описываться функцией

$$y = ax^{\pm m/n},$$

где a - коэффициент, задающийся действительным числом;

m, n - целые положительные простые числа;

x - продольная или поперечная координата антенны.

Закон нелинейного изменения может описываться функцией

$$y = ae^{bx} + ce^{dx},$$

где a, b, c, d - коэффициенты, задающиеся действительными числами;

x - продольная или поперечная координата антенны.

Продольная координата антенны x соответствует продольной оси симметрии отрезка сигнального полоскового проводника, а поперечная координата антенны y соответствует поперечной оси симметрии второй диэлектрической подложки.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг.1 изображена конструкция широкополосной антенны; на фиг.2 - вид сбоку широкополосной антенны со стороны сигнальной апертурной металлической пластины, внутренние боковые кромки которой закруглены в области максимального раскрыва апертуры; на фиг.3 - вид сбоку широкополосной антенны со стороны сигнальной апертурной металлической пластины, внешние торцевые боковые кромки сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин которой гальванически соединены; на фиг.4 - широкополосная антенна, сигнальная и дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины которой выполнены в форме ленточного проводника; на фиг.5 - вид сбоку широкополосной антенны со стороны сигнальной апертурной металлической пластины, размеры которой по внутренним боковым кромкам изменяются линейно; на фиг.6 - вид сбоку широкополосной антенны со стороны сигнальной апертурной металлической пластины с металлической излучающей пластиной; на фиг.7 - вид сбоку широкополосной антенны (фиг.6), сигнальная и дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины которой по внешним боковым кромкам соединены гальванически; на фиг.8 - вид сбоку широкополосной антенны, ширина второй диэлектрической подложки которой больше ширины максимального раскрыва апертуры и с диэлектрическим заполнением в области апертуры; на фиг.9 - широкополосная антенна с стороны апертуры с дополнительными диэлектрическими подложками; на фиг.10 - широкополосная антенна с апертурной импедансной нагрузкой, установленной при помощи контактных элементов в виде металлических штырей; в виде металлического ленточного проводника (фиг.11); в виде распределенной индуктивности (фиг.12); на фиг.13 - вид сбоку широкополосной антенны, апертурная импедансная нагрузка которой выполнена в виде двух одинаковых металлических пластин; на фиг.14, фиг.16 - вид сбоку широкополосной антенны, апертурная импедансная нагрузка которой выполнена в виде металлической пластины и с импедансными поперечными разрезами: с одним импедансным поперечным разрезом и с соединительным элементом в виде индуктивности (фиг.15); на фиг.17 - широкополосная антенна с импедансным рефлектором, выполненным в виде металлической пластины; на фиг.18 - вид сбоку широкополосной антенны, импедансный рефлектор которой гальванически соединен с ней; на фиг.19 - вид сбоку широкополосной антенны, металлические пластины импедансного рефлектора и апертурной импедансной нагрузки которой гальванически соединены; на фиг.20 - вид сбоку широкополосной антенны, импедансный рефлектор которой выполнен в виде набора пирамид, установленных на металлическую пластину; на фиг.21 - импедансный рефлектор в виде набора пирамид, располагающихся в прямоугольной сетке.

Широкополосная антенна (фиг.1) содержит первую диэлектрическую подложку 1, на одной поверхности которой расположен отрезок сигнального полоскового проводника 2, а на другой ее поверхности расположена земляная металлическая пластина 3. Вторая диэлектрическая подложка 4 установлена перпендикулярно первой диэлектрической подложке 1 и расположена боковой стороной на отрезке

сигнального полоскового проводника 2 параллельно его продольной оси. На одной поверхности второй диэлектрической подложки 4 расположена сигнальная апертурная металлическая пластина 5, которая боковой кромкой 6 расположена на отрезке сигнального полоскового проводника 2 и гальванически с ним соединена, а по внутренней боковой кромке 7 выполнена изменяющейся формы. На другой поверхности второй диэлектрической подложки 4 установлена дополнительная сигнальная апертурная металлическая пластина 8, которая боковой кромкой 9 расположена на отрезке сигнального полоскового проводника 2 и гальванически соединена с ним, а по внутренней боковой кромке 11 выполнена изменяющейся формы. Перпендикулярно и симметрично плоскости второй диэлектрической подложки 4 по внутренним боковым кромкам 7 и 11 сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 установлена металлическая излучающая пластина 10. У сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 обозначены: 12 и 13 - внешние боковые кромки соответственно; 14 и 15 - внешние торцевые боковые кромки соответственно.

Сигнальная и дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины 5 и 8 гальванически соединены между собой металлическими штырями 16 (фиг.3, фиг.7).

На поверхность сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 установлены две одинаковые дополнительные диэлектрические подложки 17 (фиг.9).

Со стороны внешних боковых кромок 12 и 13 установлена апертурная импедансная нагрузка 18 при помощи различных контактных элементов 19 (фиг.10 - фиг.13).

В металлической пластине апертурной импедансной нагрузки 18 выполнены импедансные поперечные разрезы 20 (фиг.14 - фиг.16), в результате чего образованы отрезки металлической пластины апертурной импедансной нагрузки 18, которые соединены между собой соединительными элементами 21, а с внешними боковыми кромками 12 и 13 - контактными элементами 19.

Со стороны внешних торцевых боковых кромок 14 и 15 установлен импедансный рефлектор 22 (фиг.17 - фиг.20) при помощи металлических перемычек 23 (фиг.18).

Металлические пластины импедансного рефлектора 22 (фиг.19) и апертурной импедансной нагрузки 18 торцевой боковой кромкой соединены гальванически.

Импедансный рефлектор 22 состоит из набора пирамид 24 (фиг.20), располагающихся в прямоугольной сетке (фиг.21).

Широкополосная антенна работает следующим образом.

В режиме излучения входной СВЧ сигнал через отрезок сигнального полоскового проводника 2 представляет собой микрополосковую линию с волной типа Т и поступает по боковым кромкам 6 и 9 на сигнальную и дополнительную сигнальную апертурные металлические пластины 5 и 8 соответственно, а через внутренние боковые кромки 7 и 11 - на металлическую излучающую пластину 10.

В области перехода отрезка сигнального полоскового проводника 2 на металлическую излучающую пластину 10 происходит модоимпедансная трансформация волны типа Т в волну волноводного типа H_{10} , которая формируется между земляной металлической пластиной 3 и металлической излучающей пластиной 10 и излучается в свободное пространство. (Janaswamy R, Snaubert D.H., Radio Science, vol. 21, №5, Sept-Oct 1986, pp.797-804).

Симметричное расположение сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 относительно второй диэлектрической подложки 4 и относительно отрезка сигнального полоскового проводника 2

обеспечивает одинаковые условия для возбуждения поверхностных электрических токов на металлической излучающей пластине 10 в области апертуры и, соответственно, распределение электрических составляющих электромагнитного поля в области апертуры. Это позволяет существенно уменьшить кроссполяризационную составляющую электрического поля.

Линейный закон изменения размеров сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 (фиг.5) позволяет формировать линейную фазово-частотную характеристику антенны, что обеспечивает работу со сверхширокополосными сигналами.

Выбор функций, описывающих изменение размеров сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 позволяет оптимизировать распределение плотности электрического тока по их поверхности, что дает возможность оптимизировать рабочий диапазон частот антенны и уровень согласования, ширину диаграммы направленности.

Установка металлической излучающей пластины 10 (фиг.1) на внутренние боковые кромки 7 и 11 сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 в области апертуры обеспечивает высокий коэффициент усиления (КУ).

Максимальный раскрыв апертуры и длина по внутренним боковым кромкам 7 и 11, выбор функции, описывающей изменение размеров сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 в области апертуры, выбор формы и длины металлической излучающей пластины 10, а также выбор материала первой диэлектрической подложки 1 и второй диэлектрической подложки 4, как в области апертуры, так и под сигнальной апертурной и дополнительной сигнальной апертурной металлическими пластинами 5 и 8, определяют диапазонные свойства широкополосной антенны, уровень кроссполяризационной составляющей электрического поля, характеристику согласования, ширину диаграммы направленности (ДН), уровень боковых лепестков (БЛ).

Установка двух одинаковых дополнительных диэлектрических подложек 17 на поверхность сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 (фиг.9) позволяет сужать ДН антенны в Н плоскости.

Установка апертурной импедансной нагрузки 18 (фиг.10 - 13) и подбор типа контактного элемента 19, а также выполнение импедансных поперечных разрезов 20 (фиг.14 - 16) позволяют расширить рабочий диапазон широкополосной антенны в сторону низких частот без увеличения размеров апертуры и одновременно обеспечить высокий уровень согласования.

Установка импедансного рефлектора 22 (фиг.17 - 18) в виде металлической пластины и использование различного вида связи с сигнальной и дополнительной сигнальной апертурными металлическими пластинами 5 и 8 позволяют формировать различный характер импеданса и тем самым компенсировать обратную волну от этих пластин.

Импедансный рефлектор 22 позволяет понизить уровень обратного излучения и уровень боковых лепестков, а также обеспечить низкий уровень фона.

Установка одновременно импедансного рефлектора 22 с апертурной импедансной нагрузкой 18 (фиг.19) позволяет сигнальной и дополнительной сигнальной апертурным металлическими пластинами 5 и 8 в широких пределах формировать импедансную нагрузку, что обеспечивает высокий уровень согласования с низким уровнем неравномерности характеристики согласования в широком диапазоне частот.

Выполнение импедансного рефлектора 22 из набора пирамид 24, выполненных,

например, из радиопоглощающего материала (фиг.20, 21) позволяет устранить обратное излучение и, как результат, формировать однонаправленную диаграмму направленности, а также уменьшить уровень БЛ.

В основу широкополосной антенны положена щелевая линия (Заргано Г.Ф., Лерер А.М., Ляпин В.П., Синявский Г.П. / Линии передачи сложных сечений // Изд. Ростовского университета, г.Ростов-на-Дону, 1984 // стр.179-185).

Конструктивно предложенная широкополосная антенна состоит из двух взаимно перпендикулярных первой и второй диэлектрических подложек 1 и 4. Излучающая часть антенны - апертура образована идентичными сигнальной и дополнительной сигнальной апертурной металлическими пластинами 5 и 8 с установленной на внутренние боковые кромки 7 и 11 перпендикулярно им металлической излучающей пластиной 10 и земляной металлической пластиной 3. Земляная металлическая пластина 3 выполняет две функции: с одной стороны, она является земляной апертурной металлической пластиной для сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8, т.е. излучающей частью антенны, а с другой стороны, она является земляной металлической пластиной для отрезка сигнального полоскового проводника 2, который является возбуждающим элементом широкополосной антенны. Отрезок сигнального полоскового проводника полосковой линии 2 с одной стороны гальванически соединен с сигнальной и дополнительной сигнальной апертурными металлическими пластинами 5 и 8, и металлическая излучающая пластина 10 с земляной металлической пластиной 3 образует отрезок щелевой линии секторного типа.

Электродинамически широкополосная антенна представляет собой последовательное с плавным переходом согласованное соединение отрезков двух типов линий: отрезка полосковой линии и отрезка щелевой линии секторного типа. В области перехода с одного типа линии на другой происходит согласованная модоимпедансная трансформация квази-Т волны полосковой линии в волну волноводного типа H_{10} отрезка щелевой линии. (Е.И.Нефедов, В.В.Козловский, А.В.Згурский. // Микрополосковые излучающие и резонансные устройства. // - К.: Техника, 1990. - 160 с.).

Структура широкополосной антенны, в зависимости от частотного диапазона, определяется тремя электродинамическими режимами: низкочастотный - токовый режим; среднечастотный - переходной режим; высокочастотный - полевой режим. При этом каждому электродинамическому режиму можно поставить в соответствие определенный, его характеризующий тип антенны.

Токовый режим формируется в низкочастотной области диапазона рабочих частот широкополосной антенны в том случае, когда максимальный раскрыв апертуры много меньше длины волны. В этом случае сигнальная и дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины 5 и 8, образующие излучающую часть широкополосной антенны, представляют электрически укороченный печатный вибратор, расположенный над земляной металлической пластиной 3.

Полевой режим, соответствующий высокочастотной области рабочего диапазона, формируется в том случае, когда максимальный размер сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин 5 и 8 с металлической излучающей пластиной 10, т.е. размер апертуры больше определенной рабочей длины волны. В этом режиме электродинамически антенну можно рассматривать как аналог, например, рупорной антенны на основе Н-волновода.

Переходный режим определяется диапазонами длин волн, когда максимальный

размер апертуры соизмерим с длиной волны.

Формула изобретения

5 1. Широкополосная антенна, содержащая первую диэлектрическую подложку, на одной поверхности которой расположен отрезок сигнального полоскового
проводника, земляная металлическая пластина которого расположена на другой ее
поверхности, перпендикулярно первой диэлектрической подложке установлена вторая
диэлектрическая подложка, расположенная боковой стороной на отрезке сигнального
10 полоскового проводника параллельно его продольной оси, причем на одной
поверхности второй диэлектрической подложки расположена сигнальная апертурная
металлическая пластина, которая боковой кромкой гальванически соединена с
отрезком сигнального полоскового проводника, и от области соединения одного
15 конца отрезка сигнального полоскового проводника с краем боковой кромки
сигнальной апертурной металлической пластины, в направлении, противоположном
другому концу отрезка сигнального полоскового проводника, сигнальная апертурная
металлическая пластина по внутренней боковой кромке выполнена сужающейся
формы, образуя с земляной металлической пластиной расширяющуюся щелевую
20 линию, которая является апертурой антенны, а другой конец отрезка сигнального
полоскового проводника является выходом антенны, отличающаяся тем, что на
другой поверхности второй диэлектрической подложки, расположенной симметрично
относительно боковых кромок отрезка сигнального полоскового проводника,
установлена дополнительная сигнальная апертурная металлическая пластина,
25 идентичная сигнальной апертурной металлической пластине, которая боковой
кромкой гальванически соединена с отрезком сигнального полоскового проводника, а
перпендикулярно и симметрично плоскости второй диэлектрической подложки по
внутренним боковым кромкам сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных
металлических пластин установлена и гальванически с ними соединена по всей длине
30 металлическая излучающая пластина.

2. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что сигнальная и
дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины выполнены с
закруглением по внутренним боковым кромкам в области максимального раскрыва
35 апертуры, при этом область максимального раскрыва апертуры соответствует
области пересечения кривой закругления внутренних боковых кромок с внешними
боковыми кромками.

3. Широкополосная антенна п.1, отличающаяся тем, что сигнальная и
40 дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины по внешним
торцевым боковым кромкам гальванически соединены между собой.

4. Широкополосная антенна п.1, отличающаяся тем, что сигнальная и
дополнительная сигнальная апертурные металлические пластины выполнены в форме
ленточного проводника.

45 5. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что сужение сигнальной и
дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин по внутренним
боковым кромкам в направлении от области соединения с отрезком сигнального
полоскового проводника к области максимального раскрыва апертуры описывается
линейной или нелинейной функцией, или в виде набора кусочно-линейных и/или
50 кусочно-нелинейных отрезков, описываемых соответствующей линейной и нелинейной
функцией и локально переходящих один в другой.

6. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что длина металлической

излучающей пластины в области апертуры меньше или равна длине внутренних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

5 7. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что металлическая излучающая пластина выполнена увеличивающейся, или одинаковой, или уменьшающейся ширины, причем изменение ширины описывается линейной или нелинейной функцией.

10 8. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что длина металлической излучающей пластины меньше длины внутренних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин, и металлическая излучающая пластина размещена в любом месте внутренних боковых кромок, которые гальванически соединены между собой по внутренним боковым кромкам на

15 9. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что ширина второй диэлектрической подложки равна или больше ширины максимального раскрытия апертуры.

20 10. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что относительная диэлектрическая проницаемость второй диэлектрической подложки в области апертуры равна единице.

25 11. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что относительная диэлектрическая проницаемость второй диэлектрической подложки в области апертуры больше или меньше относительной диэлектрической проницаемости второй диэлектрической подложки в области расположения сигнальной и дополнительной

30 12. Широкополосная антенна п.1, отличающаяся тем, что введены две одинаковые дополнительные диэлектрические подложки, которые установлены на поверхность сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

13. Широкополосная антенна по п.12, отличающаяся тем, что дополнительные диэлектрические подложки по ширине и длине идентичны ширине и длине второй диэлектрической подложки.

35 14. Широкополосная антенна по п.12, отличающаяся тем, что относительная диэлектрическая проницаемость дополнительных диэлектрических подложек равна, или больше, или меньшей относительной диэлектрической проницаемости второй диэлектрической подложки.

40 15. Широкополосная антенна по п.12, отличающаяся тем, что в области апертуры относительная диэлектрическая проницаемость дополнительных диэлектрических подложек больше, или меньше проницаемости второй диэлектрической подложки в области апертуры, или равна единице.

45 16. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, что со стороны внешних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин в любом их месте при помощи двух одинаковых контактных элементов установлена апертурная импедансная нагрузка.

50 17. Широкополосная антенна по п.16, отличающаяся тем, что контактный элемент выполнен в виде металлического штыря или в виде металлического ленточного проводника, максимальная длина которого меньше или равна длине внешних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

18. Широкополосная антенна по п.16, отличающаяся тем, что контактный элемент

выполнен в виде индуктивности или емкости, или в виде полупроводникового элемента с регулируемой электрическим путем емкостью.

19. Широкополосная антенна по п.16, отличающаяся тем, что апертурная импедансная нагрузка выполнена в виде металлической пластины правильной геометрической формы и установлена перпендикулярно и симметрично плоскости, проходящей через середину внешних боковых кромок второй диэлектрической подложки.

20. Широкополосная антенна по п.16, отличающаяся тем, что металлическая пластина апертурной импедансной нагрузки выполнена одинаковой, или увеличивающейся, или уменьшающейся ширины, причем изменение ширины описывается линейной или нелинейной функцией.

21. Широкополосная антенна по п.16, отличающаяся тем, что апертурная импедансная нагрузка в виде двух одинаковых металлических пластин установлена со стороны внешних боковых кромок при помощи контактных элементов.

22. Широкополосная антенна по п.16, отличающаяся тем, что апертурная импедансная нагрузка выполнена в виде распределенного или сосредоточенного резистора.

23. Широкополосная антенна по п.16, отличающаяся тем, что в металлической пластине апертурной импедансной нагрузки выполнен хотя бы один импедансный поперечный разрез, разделяющий ее на отрезки металлической пластины апертурной импедансной нагрузки, которые установлены контактными элементами со стороны внешних боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин.

24. Широкополосная антенна по п.23, отличающаяся тем, что в каждый импедансный поперечный разрез установлен хотя бы один соединительный элемент.

25. Широкополосная антенна по п.24, отличающаяся тем, что соединительный элемент выполнен в виде распределенного или сосредоточенного резистора, или в виде распределенной или сосредоточенной реактивности, например, индуктивности или емкости, или в виде параллельного или последовательного контура, или на основе полупроводникового элемента, коммутационного или с перестраиваемой электрическим путем емкостью.

26. Широкополосная антенна по п.1, отличающаяся тем, со стороны внешних торцевых боковых кромок сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин установлен импедансный рефлектор.

27. Широкополосная антенна по п.26, отличающаяся тем, что импедансный рефлектор выполнен в виде осесимметричной металлической пластины, которая размещена симметрично и перпендикулярно плоскости, проходящей через середину внешних торцевых боковых кромок второй диэлектрической подложки.

28. Широкополосная антенна по п.26, отличающаяся тем, что металлическая пластина импедансного рефлектора выполнена постоянной, или увеличивающейся, или уменьшающейся ширины, причем изменение ширины описывается линейной или нелинейной функцией.

29. Широкополосная антенна по п.28, отличающаяся тем, что закон нелинейного изменения описывается функцией

$$y = ax^{\pm m/n},$$

где a - коэффициент, который задается действительным числом;

m , n - целые положительные простые числа;

x - поперечная координата антенны.

30. Широкополосная антенна по п.28, отличающаяся тем, что закон нелинейного изменения описывается функцией

$$y=ae^{bx}+ce^{dx},$$

где a, b, c, d - коэффициенты, которые задаются действительными числами;
x - поперечная координата антенны.

31. Широкополосная антенна по п.26, отличающаяся тем, что металлическая пластина импедансного рефлектора соединена с внешними торцевыми боковыми кромками сигнальной и дополнительной сигнальной апертурных металлических пластин гальванически металлической перемычкой или через реактивный элемент, который выполнен в виде распределенной или сосредоточенной индуктивности, или емкости, или на основе полупроводникового элемента с перестраиваемой электрическим путем емкостью.

32. Широкополосная антенна по п.26, отличающаяся тем, что металлическая пластина импедансного рефлектора торцевой боковой кромкой соединена с торцевой боковой кромкой металлической пластины апертурной импедансной нагрузки гальванически или через реактивный элемент, который выполнен в виде распределенной или сосредоточенной индуктивности или емкости, или в виде параллельного или последовательного контура индуктивности и емкости, или в виде полупроводникового элемента с перестраиваемой электрическим путем емкостью.

33. Широкополосная антенна по п.26, отличающаяся тем, что импедансный рефлектор состоит из набора пирамид, которые выполнены из металла, или из диэлектрика, или из феррита, или из радиопоглощающего материала.

34. Широкополосная антенна по п.5, или 7, или 20, отличающаяся тем, что закон нелинейного изменения описывается функцией

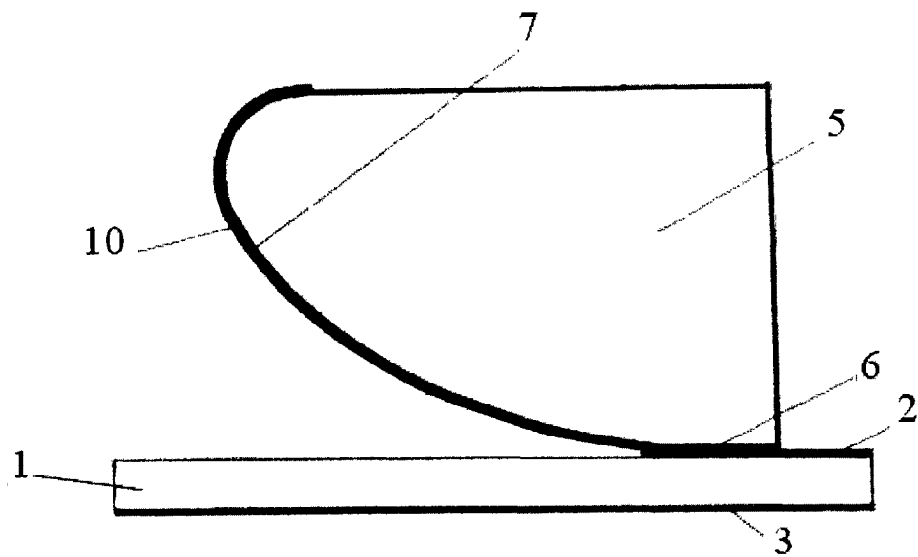
$$y=ax^{\pm m/n},$$

где a - коэффициент, который задается действительным числом;
m, n - целые положительные простые числа;
x - продольная координата антенны.

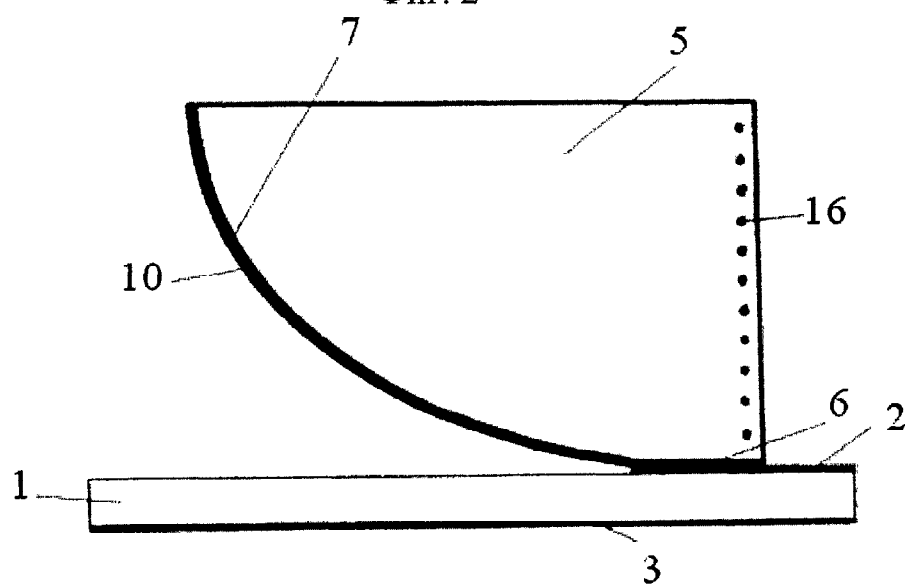
35. Широкополосная антенна по п.5, или 7, или 20, отличающаяся тем, что закон нелинейного изменения описывается функцией

$$y=ae^{bx}+ce^{dx},$$

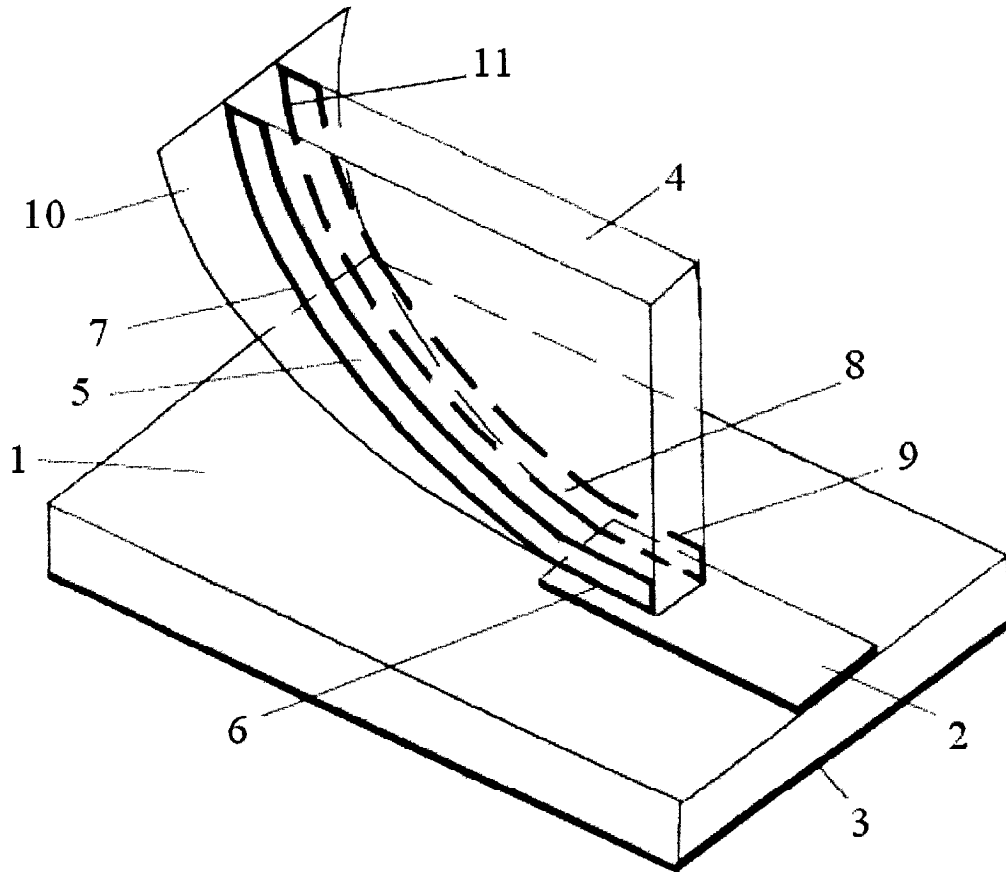
где a, b, c, d - коэффициенты, которые задаются действительными числами;
x - продольная координата антенны.



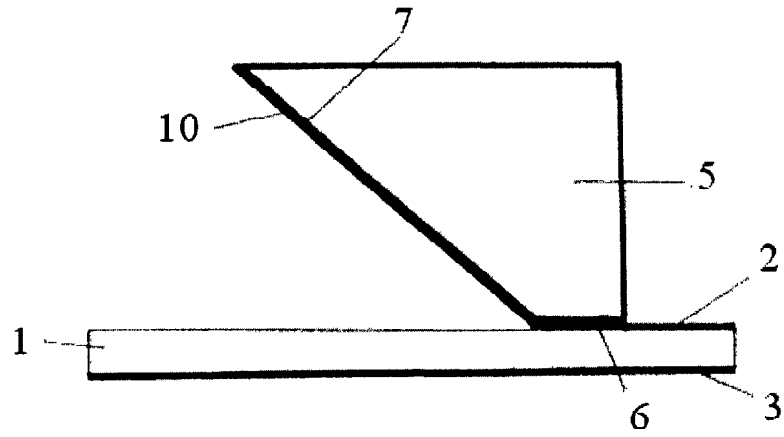
Фиг. 2



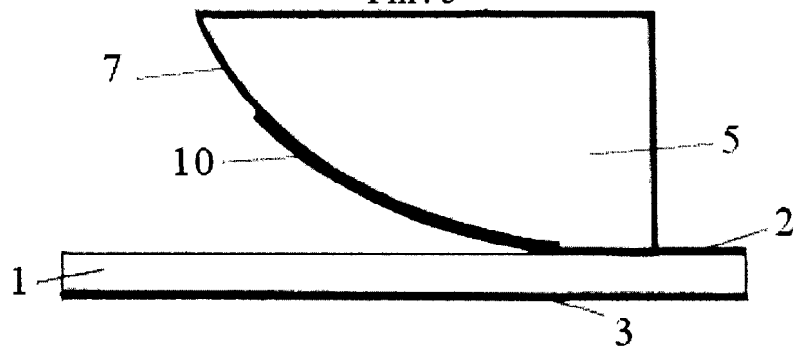
Фиг. 3



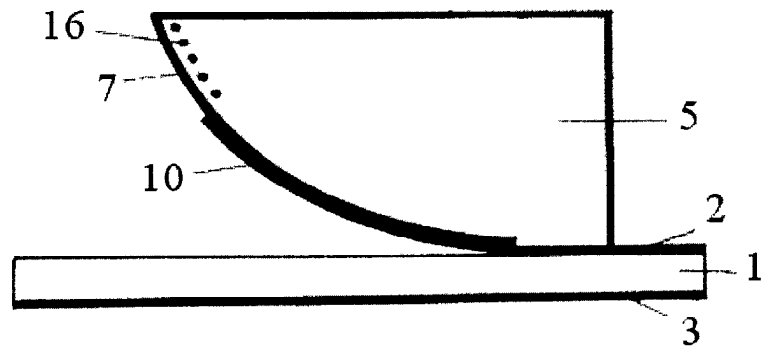
Фиг. 4



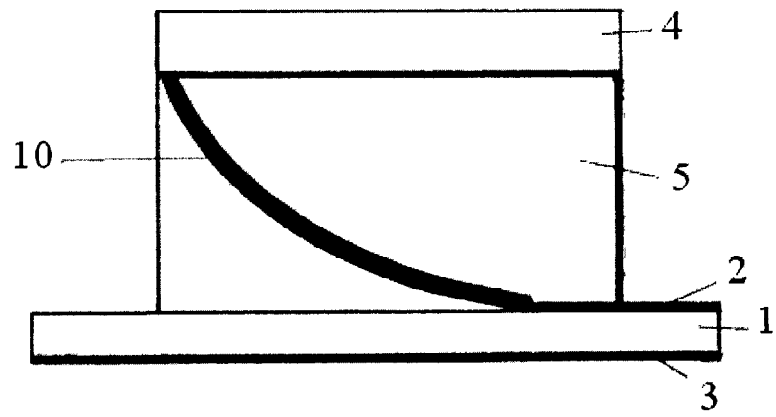
Фиг. 5



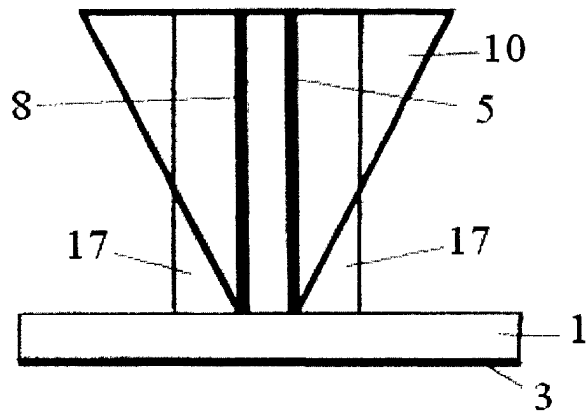
Фиг. 6



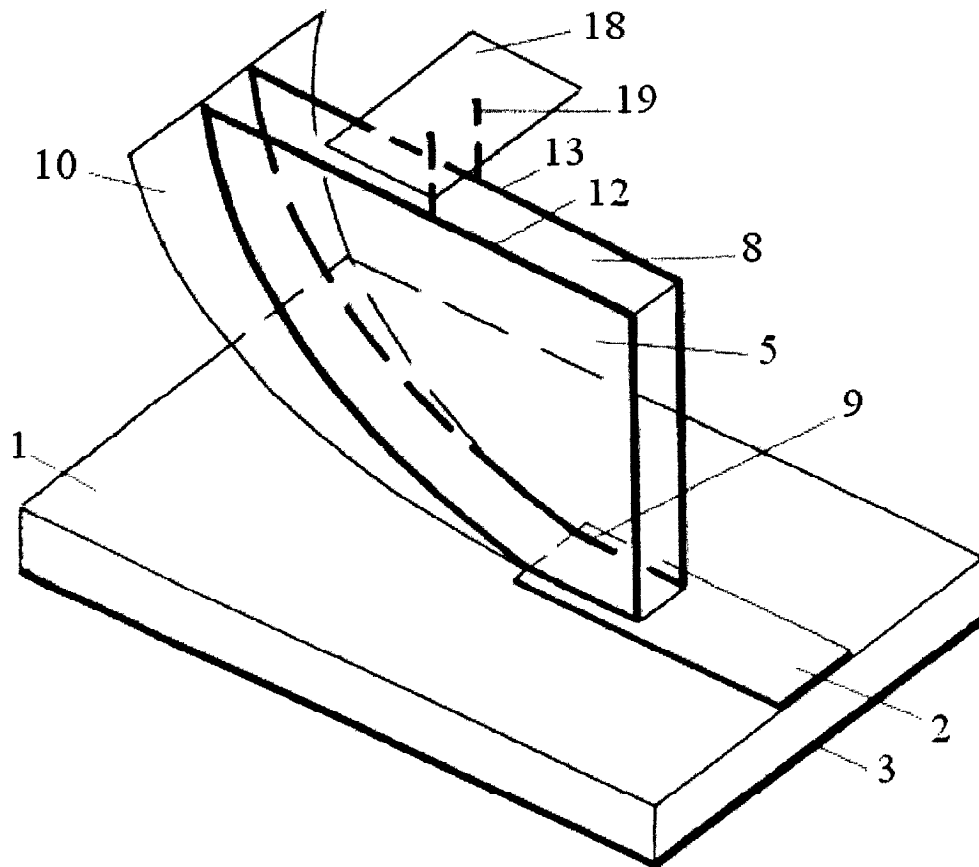
Фиг. 7



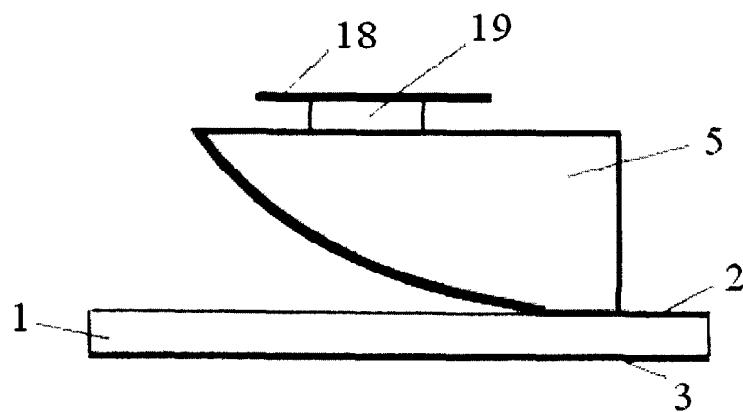
Фиг. 8



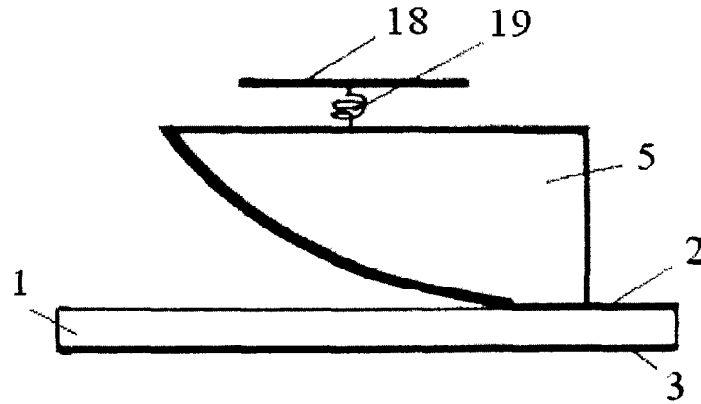
Фиг. 9



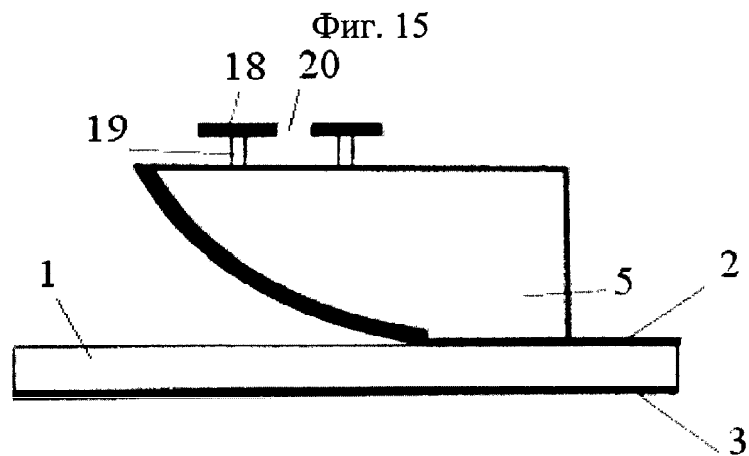
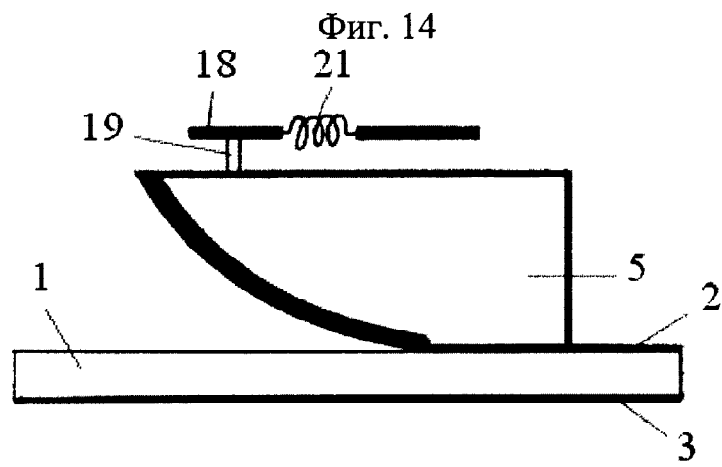
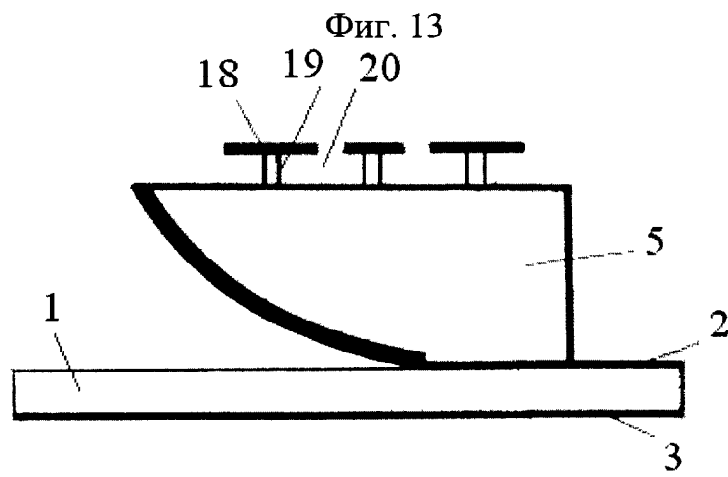
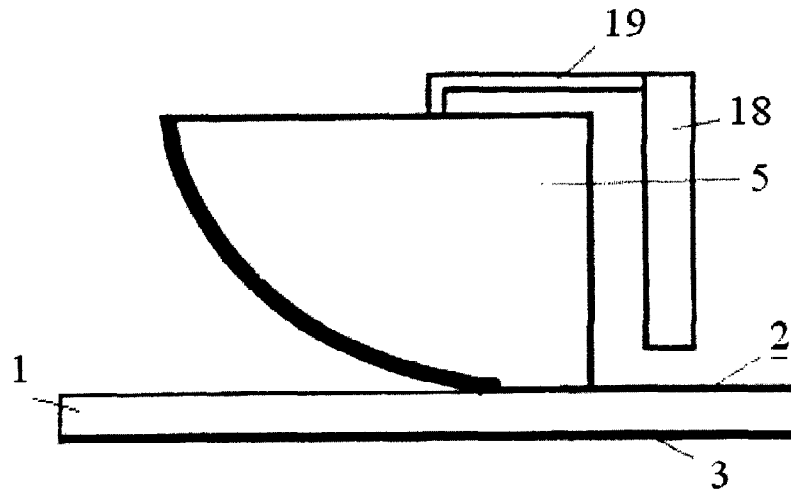
Фиг. 10



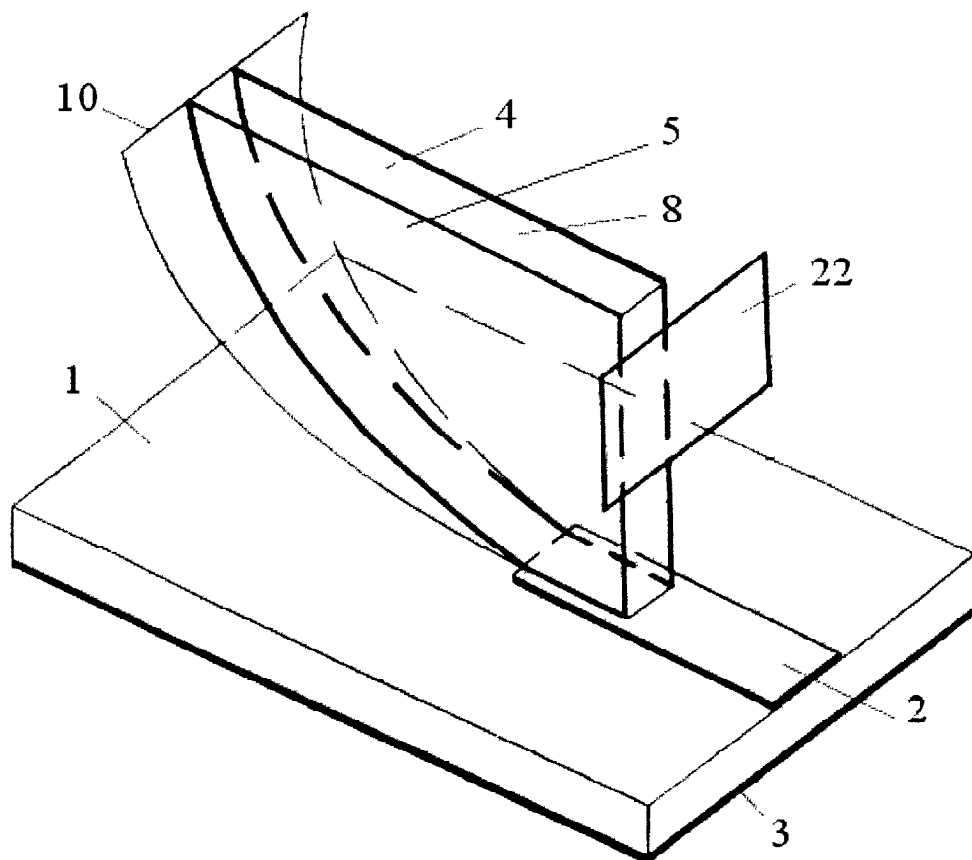
Фиг. 11



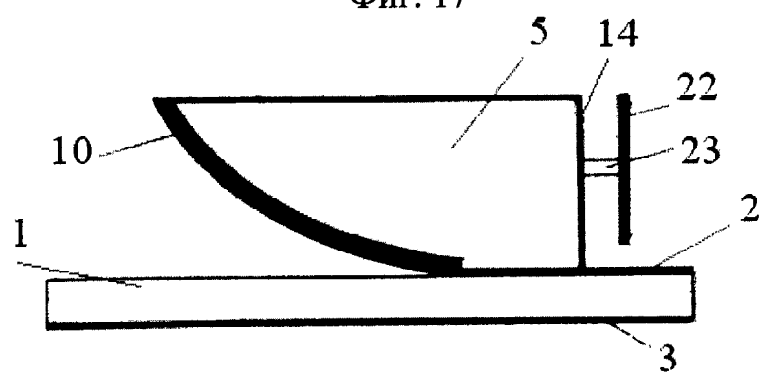
Фиг. 12



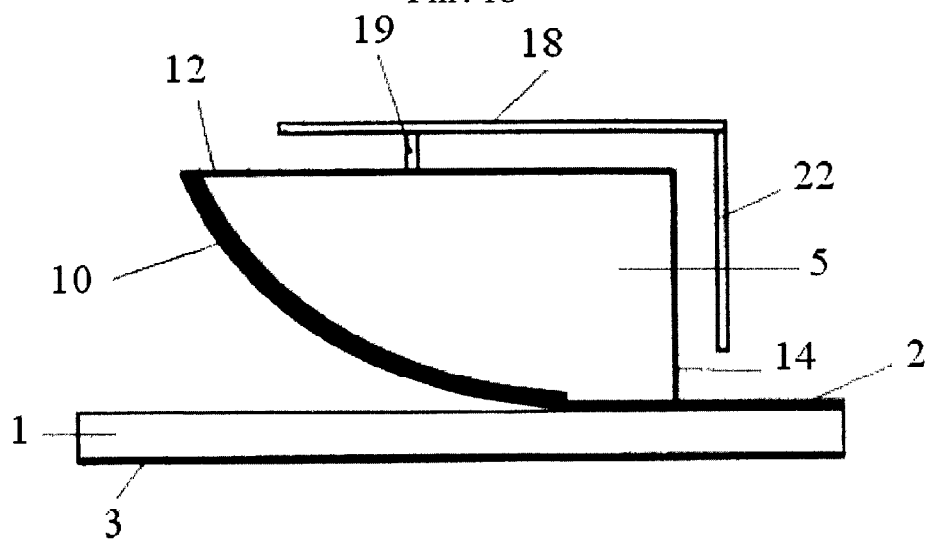
Фиг. 16



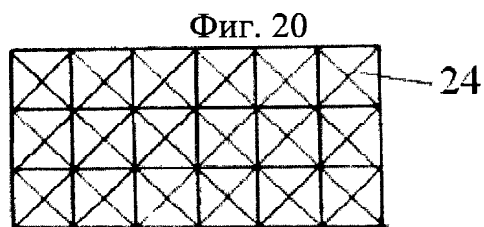
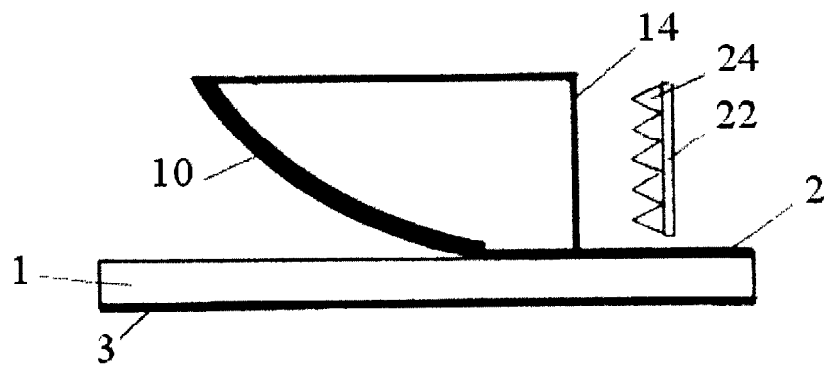
Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 21