



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006123262/09, 27.12.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.12.2004(30) Конвенционный приоритет:
30.12.2003 SE PCT/SE2003/002102

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2008

(45) Опубликовано: 20.06.2009 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5142255 A, 25.08.1992. RU 293936 C1,
20.10.1997. EP 0455493 A2, 0611.1991. FR
2691014 A1, 12.11.1993.(85) Дата перевода заявки PCT на национальную
фазу: 29.06.2006(86) Заявка PCT:
SE 2004/002011 (27.12.2004)(87) Публикация PCT:
WO 2005/064748 (14.07.2005)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595

(72) Автор(ы):

СВЕНССОН Бенгт (SE),
ХЕЭК Андерс (SE),
ЙОХАНССОН Йоаким (SE)

(73) Патентообладатель(и):

ТЕЛЕФОНАКТИЕБОЛАГЕТ ЛМ
ЭРИКССОН (ПАБЛ) (SE)

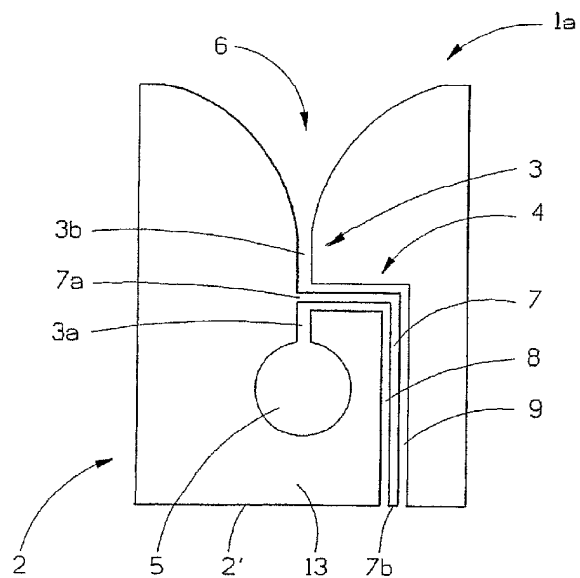
(54) ЛИНИЯ ПИТАНИЯ ПЛАНАРНОГО ЩЕЛЕВОГО ЭЛЕМЕНТА

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к широкополосному нерезонансному антенному устройству для беспроводной передачи информации с использованием электромагнитных сигналов, содержащему металлический листовый слой, образующий плоскость, со щелевой линией, которая содержит первую часть и вторую часть. Сторона второй части, наиболее удаленная от первой части, переходит в расширяющуюся имеющую открытый конец клиновидную щель в металлическом листовом слое. Устройство дополнительно содержит питающую линию в

металлическом листовом слое. Питающая линия содержит питающую часть с первым концом и вторым концом и зазорами, отделяющими питающую часть от окружающего металлического листового слоя некоторым расстоянием, причем щелевая линия пересекается питающей линией. Широкополосная нерезонансная антенная решетка содержит множество антенных устройств, описанных выше. Антенные устройства расположены рядом друг с другом на металлическом листовом слое. Техническим результатом является: симметричная антенная структура, благодаря чему снижается

кросс-поляризации; низкие потери; простая конструкция; малый вес. 2 н. и 21 з.п. ф-лы, 21 ил.



Фиг. 1

RU 2 3 5 9 3 7 3 C 2

RU 2 3 5 9 3 7 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006123262/09, 27.12.2004**

(24) Effective date for property rights:
27.12.2004

(30) Priority:
30.12.2003 SE PCT/SE2003/002102

(43) Application published: **10.01.2008**

(45) Date of publication: **20.06.2009 Bull. 17**

(85) Commencement of national phase: **29.06.2006**

(86) PCT application:
SE 2004/002011 (27.12.2004)

(87) PCT publication:
WO 2005/064748 (14.07.2005)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):
**SVENSSON Bengt (SE),
KhEEhK Anders (SE),
JOKhANSSON Joakim (SE)**

(73) Proprietor(s):
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM EhRIKSSON
(PABL) (SE)**

(54) FEED LINE OF PLANAR EDGE ELEMENT

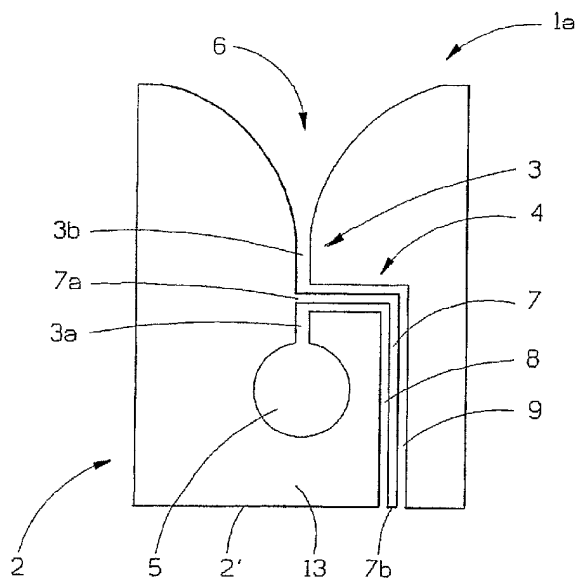
(57) Abstract:

FIELD: physics, communication.

SUBSTANCE: present invention is related to wideband nonresonance antenna device for wireless transfer of information with application of electromagnet signals, which comprises metal sheet layer creating the plane with edge line that contains the first part and second part. Side of the second part that is most distanced from the first part transits into expanding wedge-shaped slot with open end in metal sheet layer. Device additionally comprises feed line in metal sheet layer. Feed line comprises feed part with the first end and second end and gaps that separate feed line from surrounding metal sheet layer by certain distance, at that slot line is crossed by feed line. Wideband nonresonance antenna array comprises multiple antenna devices described above. Antenna devices are installed next to each other on metal sheet layer.

EFFECT: reduced cross-polarisation, provision of

low losses; simple design; light weight.
23 cl, 21 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 5 9 3 7 3 C 2

RU 2 3 5 9 3 7 3 C 2

Область техники

Настоящее изобретение относится к широкополосному нерезонансному антенному устройству для беспроводной передачи информации с использованием электромагнитных сигналов, содержащему металлический листовой слой, образующий плоскость, с щелевой линией, которая содержит первую часть и вторую часть, причем сторона второй части, наиболее удаленная от первой части, переходит в расширяющуюся, имеющую открытый конец клиновидную щель в металлическом листовом слое.

Настоящее изобретение также относится к антенной решетке, содержащей множество упомянутых антенных устройств.

Предшествующий уровень техники

В системах для беспроводной передачи информации с использованием электромагнитных сигналов, например в радиолокации и сотовой телефонии и в других областях телекоммуникаций, существует настоятельная потребность в эффективных антеннах, как в одиночных антеннах, так и в групповых антеннах или антенных решетках. Для различных применений требуются различные типы антенн с различными свойствами. Для многих применений требуются широкополосные свойства.

Когда антенный элемент используется в составе решетки, то есть когда некоторое количество антенных элементов расположено в горизонтальный ряд или вертикальный столбец, питание антенного элемента может осуществляться с переменной фазой, в результате чего главный лепесток диаграммы направленности антенной решетки может ориентироваться в различных направлениях вдоль антенной решетки. Может также использоваться и двухмерная антенная решетка, в которой некоторое количество антенных элементов расположено в горизонтальных рядах и вертикальных столбцах. Питание этих элементов в таком случае может осуществляться с переменной фазой вдоль как горизонтальных рядов, так и вертикальных столбцов, что делает возможным ориентировать главный лепесток диаграммы направленности антенной решетки в различных горизонтальных и вертикальных направлениях вдоль антенной решетки. Эти антенные решетки с управлением положением диаграммы направленности также именуется фазированными антенными решетками.

Антенные элементы могут также быть упорядочены в ортогонально расположенные пары, излучающие в ортогональных направлениях. Эти антенны называются антеннами с двойной поляризацией. Антенная решетка может таким образом иметь двойную поляризацию, если она состоит из равного количества ортогонально расположенных пар антенных элементов. Одна из причин для использования антенны с двойной поляризацией состоит в том, что требуется так называемое поляризационное разнесение. Поляризационное разнесение требуется, например, в случае, когда существует риск того, что сигнал антенны будет отражаться таким образом, что основной сигнал и отраженный сигнал будут иметь противоположные фазы в точке приема, вызывая глубокое замирание сигнала. Если используется две поляризации, то риск замирания снижается, поскольку обе поляризации должны были бы замирать в одно и то же время.

Одним видом нерезонансного антенного элемента, который обычно используется, когда требуется работа в широкой полосе частот, то есть когда требуется работа в широком частотном диапазоне, является так называемая щелевая антенна, которая относится к виду так называемого элемента осевого излучения.

Кроме того, при использовании в составе антенной решетки использование щелевых антенных элементов позволяет сформировать направление антенной решетки таким образом, чтобы сканировать в широком угловом диапазоне. Особо предпочтительным является использование антенного элемента с клиновидной щелью, выполненной в металлическом слое и расширяющейся по мере приближения к краю металлического слоя.

Одним специальным видом антенного элемента с клиновидной щелью является так называемый щелевой антенный элемент «Vivaldi», который может быть использован один или в составе антенной решетки.

Типичный антенный элемент с клиновидной щелью может быть образован на первой покрытой медью подложке, например подложке на основе политетрафторэтилена, причем медь на одной стороне, являющейся питающей стороной, удалена травлением, за исключением единственной микрополосковой питающей линии. На другой стороне подложки в меди образована щель, расширяющаяся по мере приближения к краю подложки, образуя клиновидную щель. Эта клиновидность обычно представлена экспоненциальной формой. Микрополосковая питающая линия проходит к щели на другой стороне подложки таким образом, что продольная протяженность микрополосковой питающей линии, по сути, перпендикулярна продольной протяженности щели. Если питающая линия является незамкнутой, то микрополосковая питающая линия проходит приблизительно на расстоянии $\lambda_g/4$ от щели, то есть на одну четверть длины волны в материале, так называемой длины волны в волноводе. Незамкнутая питающая линия благодаря этой длине $\lambda_g/4$ трансформируется в коротко замкнутую под щелью питающую линию. В таком случае микрополосковая питающая линия ответвляет энергию в щель, поскольку электромагнитное поле микрополосковой питающей линии прерывается этой щелью.

Однако эта конструкция является асимметричной, если смотреть на край слоистого листа, на котором сформирована клиновидная щель, поскольку на одной стороне этого слоистого листа располагается питающая линия, а на другой стороне - клиновидная щелевая структура. Эта асимметрия может вызывать кросс-поляризацию в диаграмме направленности антенны. Один из способов компенсации влияния асимметрии состоит в том, чтобы на первый слоистый лист поместить второй слоистый лист без меди на одной его стороне и с существенно идентичной клиновидной щелевой структурой на его другой стороне таким образом, чтобы сторона без меди на втором слоистом листе была обращена к стороне с микрополосковой питающей линией на первой подложке. Таким образом, питающая линия зажата между двумя слоистыми листами, образуя полосковую питающую линию, с существенно идентичными клиновидными щелями, вытравленными на медном покрытии на внешних сторонах, образующих двухстороннюю щелевую антенну.

Базовая конфигурация антенного элемента с клиновидной щелью, относящегося к типу «Vivaldi», описана в статье «Wideband Vivaldi arrays for large aperture antennas» («Широкополосные антенные решетки «Vivaldi» для больших апертурных антенн»), авторы Daniel H. Shaubert (Дэниэл Шоберт) и Tan-Huat Chio (Тан-Хуат Чيو). Здесь длина $\lambda_g/4$ реализована посредством так называемого радиального шлейфа для достижения большей ширины полосы частот. Другой конец щели, противоположный клиновидной части щели, оканчивается круговой частью, лишенной меди,

образующей двумерный резонатор, в результате чего формируется незамкнутая щелевая линия вблизи точки возбуждения. В статье также описано, каким образом с использованием антенного элемента «Vivaldi» можно сформировать антенные решетки. Проблема с этой симметричной конструкцией антенного элемента «Vivaldi» состоит в том, что в материале подложки возникают так называемые моды параллельных пластин, то есть нежелательное распространение электромагнитного излучения. Для подавления этих мод параллельных пластин медные слои на внешних сторонах слоистых листов вокруг клиновидной щелевой структуры должны соединяться посредством металлических контактных столбиков, межслойных переходов.

Эта двухсторонняя антенна с клиновидной щелью, имеющая межслойные переходы для подавления мод, в конечном счете, приводит к довольно сложной структуре подложек, особенно в конструкции антенной решетки. Использование подложек вызывает диэлектрические потери, а также утяжеляет получаемую в результате антенну. Использование материалов подложек также невыгодно в случае, когда антенна предназначена для использования в космических приложениях, то есть на спутнике, поскольку накопление электростатических зарядов в пластмассовом материале может в результате привести к разрядам, которые могут оказаться губительными для расположенных рядом электронных схем. Кроме того, обычные подложки из политетрафторэтилена относительно дороги.

US 5142255 описывает вытравленные на подложке, копланарные волноводные фильтры, которые могут быть объединены с щелевой антенной, которая запитывается активными компонентами. Это, однако, довольно узкополосная структура, поскольку копланарные волноводные фильтры являются резонансными для некоторых узких полос частот. Активные компоненты также могут оказывать влияние на ширину полосы частот этой структуры.

Ни один из вышеназванных документов не раскрывает решение, в котором широкополосный симметричный антенный элемент с клиновидной щелью не поддерживался бы подложкой.

Сущность изобретения

Задача настоящего изобретения состоит в создании антенного устройства и способа его изготовления, посредством которых может быть решена вышеописанная проблема, в частности, антенного элемента с клиновидной щелью, который не должен поддерживаться подложкой и который, кроме того, является симметричным. Эта задача решается посредством антенного устройства вышеуказанного типа, причем устройство дополнительно содержит питающую линию в металлическом листовом слое, причем питающая линия содержит питающую часть с первым концом и вторым концом и зазоры, отделяющие питающую часть от окружающего металлического листового слоя некоторым расстоянием, причем щелевая линия пересекается питающей линией.

Эта задача также решается посредством устройства, являющегося антенной решеткой, в котором, по меньшей мере, одно из включенных в его состав антенных устройств имеет признаки, описанные в любом одном из пунктов 1-12 прилагаемой формулы изобретения.

Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения описаны в зависимых пунктах формулы изобретения.

Примерами преимуществ, которые обеспечиваются настоящим изобретением,

являются:

- симметричная антенная структура, благодаря чему снижается уровень кросс-поляризации;
- низкие потери, поскольку подложка не используется;
- простая конструкция, делающая возможным эффективное с точки зрения затрат производство, особенно для двумерных фазированных антенных решеток с двойной поляризацией;
- взаимосвязанные ряды и столбцы могут быть объединены вместе и образовывать самоподдерживающуюся структуру;
- малый вес, поскольку для антенного элемента используется только единственный металлический слой;
- активные модули, предназначенные для приема и/или передачи, могут быть соединены с антенными элементами посредством установки в промежутках между антенными элементами в структуре антенной решетки с двойной поляризацией, что позволяет антенной конструкции действовать в качестве охлаждающего фланца для этих активных модулей;
- дополнительным преимуществом является то, что не происходит накопления никакого статического заряда, поскольку для антенного элемента используется единственный металлический слой и не используются никакие диэлектрики.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение описано ниже более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, где:

фиг.1 - схематичный вид спереди первого варианта реализации антенного элемента с линией питания в соответствии с изобретением;

фиг.2 - схематичный вид спереди второго варианта реализации антенного элемента с линией питания в соответствии с изобретением;

фиг.3 - схематичный вид спереди третьего варианта реализации антенного элемента с линией питания в соответствии с изобретением;

фиг.4 - схематичный вид спереди первого варианта осуществления изобретения, оснащенного держателями;

фиг.5a - схематичный вид спереди первой компоновки соединителя;

фиг.5b - схематичный вид спереди второй компоновки соединителя;

фиг.6 - схематичный вид в перспективе одномерной антенной решетки с линиями питания в соответствии с изобретением;

фиг.7 - схематичный вид в перспективе двумерной антенной решетки с линиями питания в соответствии с изобретением;

фиг.8a - схематичный вид в перспективе антенного элемента с двойной поляризацией, имеющего линии питания в соответствии с изобретением;

фиг.8b - схематичный вид сверху антенного элемента с двойной поляризацией, имеющего линии питания в соответствии с изобретением;

фиг.9 - схематичный вид сверху одномерной антенной решетки с двойной поляризацией, имеющей линии питания в соответствии с изобретением;

фиг.10 - схематичный вид сверху двумерной антенной решетки с двойной поляризацией, имеющей линии питания в соответствии с изобретением;

фиг.11a - схематичный вид спереди первой одномерной щелевой антенной решетки;

фиг.11b - схематический вид спереди второй одномерной щелевой антенной решетки;

фиг.12 - относящийся ко второму варианту осуществления изобретения схематичный вид сверху второго варианта реализации двумерной антенной решетки с двойной поляризацией, соответствующей фиг.10;

фиг.13a - схематичный вид в перспективе двумерной антенной решетки с двойной поляризацией, соединенной с питающим модулем;

Фиг.13b - версия вида по фиг.13a с разнесенными элементами;

фиг.14a - схематичный вид спереди первого варианта реализации антенного элемента с линией питания в соответствии с изобретением, где линия питания оснащена металлической перемычкой;

фиг.14b - первый вариант металлической перемычки;

фиг.14c - второй вариант металлической перемычки;

фиг.15 - металлическая перемычка, сформированная на диэлектрическом материале.

Способы осуществления изобретения

На фиг.1 показано схематичное представление антенного устройства в форме антенного элемента 1a с клиновидной щелью, например, типа «Vivaldi». Антенна 1a с клиновидной щелью содержит металлический слой 2 с щелевой линией 3, имеющей первую часть 3a и вторую часть 3b, причем щелевая линия 3 запитывается посредством линии 4 питания. Первая часть 3a щелевой линией 3 завершается, по существу, двумерной щелевой полостью 5. Вторая часть 3b щелевой линии 3 переходит в клиновидную щель 6 с открытым концом, образуя таким образом излучающий элемент. Антенный элемент 1a с клиновидной щелью выполнен только из одного единственного слоя 2 металла, образующего плоскость заземления, при этом линия 4 питания помещена в этот слой металла. Эта линия питания относится к типу копланарного волновода (CPW), который содержит питающую часть 7 в форме центрального проводника 7, отделенного от окружающей плоскости 2 заземления зазорами 8, 9. Линия 4 питания и ее центральный проводник 7 пересекает щелевую линию 3, разделяя ее на первую часть 3a и вторую часть 3b. Этот тип линии передачи является, по существу, линией передачи ТЕМ-типа (с поперечным электрическим и магнитным полем), аналогичной коаксиальной линии. Использование этой копланарной волноводной линии 4 питания делает возможным изготовление как линии 4 питания, так и клиновидной щели 6 в одном и том же слое 2 металла, который может быть листом металла, образующим металлический листовой слой 2.

Центральный проводник 7 линии 4 питания имеет первый конец 7a и второй конец 7b, причем первый конец 7a пересекает щелевую линию 3. Второй конец 7b проходит к краю 2' металлического листового слоя 2. Первый конец 7a может заканчиваться многими способами: он может быть коротко замкнутым на конце, как показано для антенного элемента 1a на фиг.1, то есть непосредственно присоединяться к плоскости 2 заземления, сразу после прохождения им щелевой линии 3 с разделением ее на две части 3a, 3b.

На фиг.2 показан антенный элемент 1b с клиновидной щелью, где центральный проводник 7 проходит щелевую линию 3 на длине L1, разделяя щелевую линию 3 на две части - 3a, 3b. Длина L1 прохода центрального проводника 7 приблизительно равна $\lambda_g/2$, то есть одной четверти длины волны в материале, так называемой длины волны в волноводе, где эта длина волны соответствует центральной частоте полосы частот антенны, и центральный проводник 7 короткозамкнут в своей конечной точке 7a, в результате чего короткозамкнутый центральный проводник 7 трансформируется как короткозамкнутый в точке 10 возбуждения щели.

На фиг.3 показан антенный элемент 1с с клиновидной щелью, где центральный проводник 7 проходит щелевую линию 3, разделяя ее на две части: 3а, 3б. Длина L_2 прохода центрального проводника 7 приблизительно равна $\lambda_g/4$, и центральный проводник 7 имеет открытый конец в своей конечной точке 7а, где он проходит в двумерную полость 11 на линии питания, аналогичной двумерной полости 5 на щели, которая завершает щелевую линию 3 на ее конце, наиболее удаленном от клиновидной щели 6. Следовательно, центральный проводник 7 с открытым концом трансформируется таким образом, чтобы быть короткозамкнутым в точке 10 возбуждения щели.

Изготовление такого антенного элемента 1а, 1б, 1с с клиновидной щелью может быть выполнено посредством перфорирования металлического листа. Поскольку в таком случае металлический лист будет разделен на две отдельные части 12, 13, то может быть необходимо механически поддерживать эту структуру в некоторых местах для того, чтобы сохранять общую структуру и функцию антенного элемента 1а, 1б, 1с, как это проиллюстрировано при помощи антенного элемента 1а на фиг.4, на которой показан вариант осуществления изобретения, соответствующий фиг.1. В варианте осуществления изобретения, соответствующем фиг.1, центральный проводник 7 будет составлять отдельную часть, которую будет необходимо поддерживать таким же образом по отношению к остальной структуре. Предпочтительно, чтобы поддержка, показанная на фиг.4, осуществлялась в «некритических» местах, то есть поддерживающие металлические или пластмассовые держатели 14а, 14б, 14с должны быть расположены там, где они никоим заметным образом не оказывают влияние на электрическое поле. Либо материал держателей 14а, 14б, 14с выбирается таким, что он имеет такие диэлектрические свойства, что он не оказывает влияние на электрические характеристики, либо, в ином случае, питающая линия 4 согласуется для адаптации к держателям 14а, 14б, 14с. Кроме того, держатели 14а, 14б, 14с также могут, например, образовывать перемычки (на чертеже не показаны) между двумя частями 12, 13, огибая центральный проводник 7, и могут в таком случае быть выполнены из металла.

Центральный проводник 7, заканчивающийся на одном краю 2' металлического листа 2, как подробно показано на фиг.5а, может быть соединен с любой подходящей внешней схемой питания. Может быть использован некоторый вид соединителя 15, например SMA-соединитель (тип радиочастотного соединителя, монтируемый на винтах) или SMB-соединитель (тип радиочастотного соединителя, устанавливаемый на защелках). Внутренний проводник 16 соединителя 15 прикрепляется ко второму концу 7б центрального проводника 7 посредством, например, пайки, а внешний проводник 17 соединителя 15, то есть его заземление, прикрепляется к плоскости 2 заземления в виде металлического листа также посредством, например, пайки. Соответствующий соединитель 18 прикреплен к внешней схеме питания 19, например к распределяющей схеме питания.

На фиг.5b между антенной и внешней схемой питания установлен посредством промежуточных соединителей 21, 22 питающий модуль 20, предназначенный для приема и/или передачи, например так называемый T/R-модуль (модуль передачи/приема), причем питающий модуль 20 может быть, например, активного типа, то есть содержать усилительные блоки, или пассивного типа. Питающий модуль 20 может также содержать регулируемые фазовращатели и аттенюаторы мощности. Питающий модуль 20 может быть соединен с блоком управления (на чертеже не показан) для управления мощностью и фазой. Используемую

копланарную волноводную линию питания также удобно напрямую интегрировать с питающим модулем 20, отказавшись при этом от первой пары соединителей 17, 21, показанных на фиг.5b. Питающие модули 20 могут быть также частью внешней

5 Посредством перфорирования множества антенных элементов из более длинного листа металла 23 может быть изготовлена одномерная антенная решетка 24, показанная на фиг.6, состоящая из нескольких антенных элементов 1a, описанных выше, при этом антенная решетка 24 может иметь центральные проводники 7 с
10 соответствующими соединителями 15, прикрепленными к их краям так, как это было описано выше. Эти соединители 15 могут затем быть прикреплены к соответствующим соединителям 18, смонтированным на внешней схеме питания 19, например на схеме распределения. Также могут быть использованы промежуточные питающие модули 20, показанные на фиг.5b (не показаны на фиг.6), или модули,
15 интегрированные во внешнюю схему питания 19 и предназначенные для питания антенных элементов 1a в антенной решетке 24 таким образом, чтобы ориентировать главный лепесток диаграммы направленности антенной решетки в различных направлениях вдоль антенной решетки. Для того чтобы сделать антенную решетку
20 более жесткой, этот лист может быть согнут, образуя малые соответствующие зубцы 25a, 25b, 25c, 25d, как это показано на фиг.6.

Антенная решетка 24, показанная на фиг.6, оснащена антенными элементами 1a с копланарной волноводной питающей линией в соответствии с вариантом осуществления изобретения, показанным на фиг.1. Конечно, здесь и в
25 нижеследующих примерах антенной решетки, где показан вариант осуществления изобретения в соответствии с фиг.1 с антенным элементом 1a с клиновидной щелью, может быть использован любой из антенных элементов 1a, 1b, 1c с их соответствующими вариантами реализации копланарной волноводной питающей
30 линии, описанными выше со ссылкой на фиг.1-3. В этом и нижеследующих примерах вариантов реализации антенны могут повсюду, где это необходимо, применяться держатели 14a, 14b, 14c, описанные со ссылкой на фиг.4.

Помещая множество антенных решеток 24, соответствующих вышеописанной, рядом друг с другом, можно получить двумерную антенную решетку 24', состоящую
35 из рядов 26a, 26b, 26c и столбцов 27a, 27b, 27c, что показано на фиг.7. Ряды 26a, 26b, 26c могут иметь различное смещение относительно друг друга, в зависимости от требуемых свойств излучения. Как описано выше, это множество антенных решеток 24 соединено с внешней схемой питания 19 посредством соответствующих
40 соединителей 15, 18, причем внешняя схема питания 19 может представлять собой схему распределения. Также могут быть использованы промежуточные питающие модули 20, показанные на фиг.5b (не показаны на фиг.7), или модули, интегрированные во внешнюю схему питания 19 и предназначенные для питания
45 антенных элементов 1a в рядах 26a, 26b, 26c и столбцах 27a, 27b, 27c двумерной антенной решетки таким образом, чтобы ориентировать главный лепесток диаграммы направленности антенной решетки в различных направлениях вдоль рядов 26a, 26b, 26c и столбцов 27a, 27b, 27c антенной решетки.

На фиг.8a и 8b показана антенна 28 с двойной поляризацией. Антенный элемент 28
50 с двойной поляризацией содержит два расположенных ортогонально антенных элемента 1a', 1a". Металлические листы 2a, 2b, которые образуют антенну 28 с двойной поляризацией, размещены здесь таким образом, что они пересекают друг друга. Чтобы сделать возможным такое размещение, в металлических листах

должны быть сделаны соответствующие монтажные прорези (на чертеже не показаны). Эти монтажные прорези описаны ниже. Следует, однако, отметить, что питающие линии 4а, 4b должны быть разнесены вертикально для исключения ситуации, когда центральные проводники 4а, 4b соприкасались бы друг с другом при пересечении. Предпочтительно, чтобы в точке 29 пересечения, показанной на виде сверху на фиг.8b, предусматривалась пайка, чтобы обеспечить хорошее электрическое соединение между металлическими листами 2а, 2b. Антенна 28 с двойной поляризацией излучает главные лепестки, которые ортогональны по отношению друг к другу, и ее питание также может осуществляться для излучения волн с круговой поляризацией.

Посредством добавления ортогональных антенных элементов 30, 31, 32 к одномерной антенной решетке 24, показанной на фиг.6, получается одномерная антенная решетка 33 с двойной поляризацией, показанная на виде сверху на фиг.9. Таким образом, антенные элементы расположены в ортогональных парах 28', 28'', 28''', соответствующих антенному элементу с двойной поляризацией, показанному на фиг.8а и фиг.8b, излучающих в ортогональных направлениях. Для того чтобы сделать возможным такое размещение, в металлических листах должны быть сделаны соответствующие монтажные прорези (на чертеже не показаны). Антенны 30, 31, 32 размещены таким образом, что они пересекают друг друга. Предпочтительно в точках 34а, 34b, 34с пересечения предусмотрена пайка, чтобы обеспечить хорошее электрическое соединение.

Зубцы (25а-d), показанные на фиг.6 и 7, не показаны на фиг.9-13. Благодаря более жесткой структуре, обусловленной ортогонально размещенными антенными элементами, в вышеприведенном примере и в нижеследующих примерах также зубцы можно не выполнять.

Посредством ортогонального добавления одномерных антенных решеток 24, соответствующих антенной решетке, показанной на фиг.6, к двумерной антенной решетке 25, показанной на фиг.7, получается двумерная антенная решетка 35 с двойной поляризацией, показанная на виде сверху на фиг.10, то есть антенные элементы расположены в ортогональных парах по двум измерениям, излучая в ортогональных направлениях. Металлические листы 36, 37, 38, 39, 40, 41 размещены здесь таким образом, что они пересекают друг друга, и их точки 42а, 42b, 42с, 42d, 42е, 42f, 42g, 42h, 42i пересечения могут находиться либо между каждым антенным элементом, либо в середине каждого антенного элемента. Для того чтобы сделать возможным такое размещение, в металлических листах должны быть сделаны соответствующие монтажные прорези (на чертеже не показаны). Предпочтительно, чтобы в точках 42а, 42b, 42с, 42d, 42е, 42f, 42g, 42h, 42i пересечения предусматривалась пайка, чтобы обеспечить хорошее электрическое соединение.

Одномерная антенная решетка 24, снабженная монтажными прорезями 43, 44, описанная выше, показана в двух различных вариантах осуществления изобретения на фиг.11а и фиг.11b. Монтажные прорези 43 одного ряда антенной решетки показаны сплошной линией, а монтажные прорези 44 соответствующего ему ряда антенной решетки показаны пунктирной линией. Ряды антенной решетки с монтажными прорезями 44, показанными пунктирной линией, размещаются ортогонально на рядах антенной решетки с монтажными прорезями 43, показанными сплошной линией, что позволяет прорезям 43, 44 закрепляться друг в друге. Прорези 43, 44 могут быть также выполнены в середине каждой клиновидной

целевой линии 3 (не показано), но в таком случае питающие линии 4 должны будут быть разнесены по вертикали, чтобы избежать их соприкосновения при пересечении, как описано выше со ссылкой на фиг.8а и 8b.

На фиг.11а центральные проводники 7 копланарных волноводных линий 4 питания проходят к краю 45 металлического листа. На фиг.11b центральный проводник 7 копланарной волноводной линии 4 питания заканчивается до достижения им края 45 металлического листа. Вторая из этих двух конфигураций дополнительно описана ниже. Следует, однако, отметить, что вариант осуществления изобретения, соответствующий фиг.11b, не приводит в результате к отдельным металлическим частям, которые должны удерживаться относительно друг друга соответствующим способом, и обеспечивает взаимосвязанную структуру.

На фиг.12 показана другая двумерная антенная решетка 46 с двойной поляризацией. Перфорированные металлические листы 47, 48, 49, 50, 51, 52 упорядочены в зигзагообразной структуре таким образом, что получается конструкция, аналогичная варианту осуществления изобретения, соответствующему показанному на фиг.10. Точки 53а, 53b, 53с, 53d, 53е, 53f, 53g, 53h, 53i пересечения располагаются здесь между сгибами в зигзагообразной структуре, причем эти сгибы и точки 53а, 53b, 53с, 53d, 53е, 53f, 53g, 53h, 53i пересечения могут быть расположены либо между каждым антенным элементом, либо в середине каждого антенного элемента. Предпочтительно, чтобы в точках 53а, 53b, 53с, 53d, 53е, 53f, 53g, 53h, 53i пересечения предусматривалась пайка, чтобы обеспечить хорошее электрическое соединение.

Все эти антенные элементы в вариантах реализации с двойной поляризацией, описанных выше, как и в предыдущих случаях с одной поляризацией, соединены с внешней схемой питания 19, 20 посредством соответствующих соединений, причем внешняя схема питания 19, 20 может представлять собой схему распределения, которая может содержать средство, предназначенное для приема и/или передачи, например так называемый Т/R-модуль (модуль передачи/приема), активного или пассивного типа. Схема питания 19, 20 может также содержать регулируемые фазовращатели и аттенюаторы мощности. Схема питания 19, 20 может быть соединена с блоком управления (на чертежах не показан) для управления мощностью и фазой. Таким образом, питание антенных элементов 1а, 1а', 1а'', 1b, 1с, 30, 31, 32 в столбцах и рядах антенной решетки 24, 24', 33, 35, 46 может осуществляться таким образом, чтобы ориентировать главный лепесток диаграммы направленности антенной решетки в различных направлениях вдоль столбцов и рядов антенной решетки для каждой из двух поляризаций. Питание антенных элементов в вариантах реализации с двойной поляризацией, описанных выше, может также осуществляться таким образом, что обеспечивается круговая поляризация.

Фиг.13а и фиг.13b раскрывают возможный вариант питания антенной решетки 54 с двойной поляризацией, соответствующей фиг.10 или фиг.12, имеющей центральные проводники 7, соответствующие фиг.11b, не проходящие до конца вниз до края 45 металлического листа. На фиг.13b эта структура показана с разнесением элементов, как указано стрелками А1 и А2. Вставной питающий модуль 55, по существу, кубический или имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, пригнанный к промежутку, образованному окружающими элементами 56, 57 антенны 54, размещен в каждом таком промежутке, образованном решетчатой структурой антенной решетки 54. Вставной питающий модуль 55 приспособлен для приема и/или передачи и может быть, например, активного или пассивного типа. Вставной питающий

модуль 55 может также содержать питающую схему, регулируемые фазовращатели и аттенюаторы мощности. Вставной питающий модуль 55 может быть соединен с блоком управления для управления мощностью и фазой (на чертежах не показаны).

Вставной питающий модуль 55 имеет, по меньшей мере, один соединяющий проводник 58 для присоединения центрального проводника 7 антенного элемента 56, 57, причем соединяющий проводник 58 имеет длину L_3 , которая, по существу, равна $\lambda_g/4$, что обеспечивает надежное соединение. Длина $\lambda_g/4$ соединяющего проводника 58 приводит в результате к тому, что не требуется, чтобы между соединяющим проводником 58 и соответствующим центральным проводником 7 имелся идеальный гальванический контакт. Центральный проводник 7 антенного элемента на фиг.11b показан незамкнутым, но может быть короткозамкнутым, если он скомпенсирован по возникающей связи.

Если вставной питающий модуль 55 рассеивает тепло, например, когда активные компоненты нагреваются при их использовании, то антенная структура 54 может быть использована в качестве охлаждающего фланца для вставных питающих модулей 55. В таком случае могут быть выбраны соответствующие области 59, 60 для передачи тепла от вставных модулей к антенной структуре. Эти области предпочтительно покрываются теплопроводным материалом известного вида.

При использовании в антенне 54 с двойной поляризацией, показанной на фиг.13a, каждый вставной питающий модуль 55 имеет два соединяющих проводника (не показаны на чертеже), питающих два антенных элемента 56, 57 с различными поляризациями. Этот вид питания антенных элементов 56, 57 при помощи соединяющих проводников 58, соединенных с центральным проводником 7, может быть также применен для других вариантов осуществления изобретения. Вставные питающие модули 55, используемые в антенной решетке 54, могут быть выполнены для питания антенных элементов 56, 57 таким образом, чтобы получить круговую поляризацию.

Понятно, что плоскость, на которую опираются вставные питающие модули, не является плоскостью заземления. Эта плоскость может быть снабжена соответствующими соединителями, которые соединяют каждый вставной питающий модуль 55 с его схемой питания, например, содержащей радиочастотные сигналы, сигналы электропитания и управляющие сигналы (на чертеже не показано).

Изобретение не должно быть ограничено рассмотренными выше вариантами осуществления, но может изменяться в пределах объема прилагаемой формулы изобретения. Например, зубцы 24a, 24b, 24c, 24d металлических листов антенной решетки могут быть выполнены и спрофилированы многими способами; показанная конструкция зубца является лишь одним из многих примеров.

Кроме того, конфигурация антенной решетки, соответствующая фиг.6, может быть выполнена без держателей 14a, 14b, 14c, показанных на фиг.4, поскольку отдельные металлические части 21a, 21b, 21c, 21d, составляющие антенную решетку 21, могут быть индивидуально прикреплены к внешней схеме питания 19 соответствующим образом, например, посредством приклеивания. Дополнительная устойчивость обеспечивается посредством соединителей 15, 18.

Антенные решетки 24, 24', 33, 35, 46, 54, описанные выше, могут дополнительно поддерживаться посредством помещения между металлическим листом или металлическими листами, образующими антенную решетку, соответствующего поддерживающего материала, предпочтительно пеноматериала, такого как полиуретановый пенопласт, поскольку он должен быть экономичным, не вызывать

потерь и не искажать диаграмму направленности антенны.

Выше рассмотрены различные питающие модули 19, 20, 55. В пределах объема данного изобретения можно представить себе другие способы соединения активных или пассивных питающих модулей с антенными элементами.

5 Форма щели антенных элементов может изменяться, клиновидная щель 6 может иметь различные формы например она может расширяться ступенчато. Первая часть 3а щели может заканчиваться многими способами например упомянутой
двумерной полостью 5, или коротко замыкаться на металлический листовой слой 2
10 на подходящем расстоянии от точки 10 возбуждения.

Антенные элементы могут изготавливаться множеством способов. Выше упомянуто перфорирование. Другими примерами являются лазерная резка, травление, механическая обработка и резка водяной струей. Если изготавливаемая
15 антенна будет состоять из множества отдельных частей, то эти части могут быть сначала соединены маленькими соединительными планками, позволяющими легко ею манипулировать. Когда антенна правильно и надежно смонтирована, эти
маленькие планки могут быть удалены.

В другом не проиллюстрированном варианте осуществления изобретения
20 антенная структура может быть вытравлена на элементе подложки, например подложки на основе политетрафторэтилена. Металл полностью удаляется с одной стороны подложки, и затем металл на другой стороне образует антенный элемент. Также используется другой аналогичный элемент подложки без металла с обеих
сторон, при этом антенный элемент зажимается между этими двумя подложками.
25 Элемент подложки без металла используется для обеспечения симметрии. Поскольку имеется только один слой металла, то не будет создаваться никаких мод параллельных пластин.

Во всех вариантах осуществления, показанных выше, волновое сопротивление
30 копланарной волноводной питающей линии 4 будет определяться шириной центрального проводника 7, шириной щелевой линии 3 и толщиной металлического листа 2. Предпочтительно, чтобы щелевая линия была, по существу, прямой, но она может также быть слегка клиновидной.

Как показано на фиг.14а, плоскость 2 заземления содержит две отдельные
35 плоскости 61, 62 заземления, окружающие центральный проводник 7 копланарного волновода 4. Как известно в данной области техники, предпочтительно, чтобы эти окружающие плоскости 61, 62 заземления были электрически соединены около точки возбуждения, то есть там, где центральный проводник 7 пересекает щелевую
линию 3. Это достигается, например, посредством, по меньшей мере, одной
40 металлической перемычки 63, которая получается сгибанием тонкого прямоугольного куска металла или металлического провода. Металлическая перемычка 63 припаивается (или приклеивается электропроводящим клеем) к окружающим плоскостям 61, 62 заземления непосредственно перед щелью 3,
45 соединяя плоскости 61, 62 заземления, не контактируя с центральным проводником 7.

Металлическая перемычка 63 может быть согнута в форме с острыми углами, как
показано на фиг.14b, где перемычка 63 получена сгибанием прямоугольного куска
металла. Металлическая перемычка 63 может также быть согнута более плавно, по
50 форме более или менее полукруга 63', как показано на фиг.14с, где перемычка 63 получена сгибанием металлической проволоки. Конечно, можно использовать либо только одну металлическую перемычку на одной из сторон, либо одну
металлическую перемычку на каждой стороне. Последнее является

предпочтительным, поскольку в таком случае электрическое соединение обеспечивается в более высокой степени и не нарушается симметрия.

Согласно фиг.15 альтернативный вариант, по отношению к выполнению металлической перемычки, заключается в использовании элемента из диэлектрического материала 64, предпочтительно имеющего форму коробки с, по существу, перпендикулярными сторонами. Вдоль трех расположенных друг за другом сторон 65a, 65b, 65c диэлектрического материала 64 проходит проводник 66 из медной фольги в «U»-образной форме, у которого два края 67, 68 вводятся в электрический контакт с окружающими плоскостями 61, 62 заземления, показанными на фиг.14a, посредством, например, припаивания или приклеивания электропроводным клеем. Проводник 66 может быть выполнен посредством, например, травления, прокатывания или трафаретной печати.

Металлические перемычки 63, 63', 64, описанные выше, являются лишь примерами того, как может быть выполнена металлическая перемычка, важным признаком является то, что плоскости 61, 62 заземления, окружающие центральный проводник 7 копланарного волновода 4, вводятся в электрический контакт друг с другом вблизи от точки возбуждения, то есть щели. Используемые металлическая перемычка или перемычки должны, однако, создавать как можно меньше помех копланарной волноводной структуре.

Металлические перемычки 63, 63', 64, соответствующие вышеописанному, предпочтительно должны использоваться для всех вариантов осуществления изобретения, причем для тех вариантов осуществления изобретения, где центральный проводник копланарного волновода проходит щель и продолжается далее (например, в вариантах осуществления изобретения, соответствующих фиг.2 и 3), металлические перемычки должны быть использованы как до, так и после щели, и тогда в предпочтительном случае в результате имеется в общей сложности четыре металлические перемычки, по две на каждой стороне.

Антенна с клиновидной щелью, описанная в вариантах осуществления изобретения, может относиться к типу щелевого элемента «Vivaldi». Возможны и другие типы антенных элементов, которые могут быть выполнены в соответствии с данным изобретением, в единственном металлическом слое и запитываться от питающей линии, например, симметричная вибраторная антенна ранее известного типа.

Формула изобретения

1. Широкополосное нерезонансное антенное устройство для беспроводной передачи информации с использованием электромагнитных сигналов, содержащее металлический листовой слой (2), образующий плоскость, с щелевой линией (3), которая содержит первую часть (3a) и вторую часть (3b), причем сторона второй части (3b), наиболее удаленная от первой части (3a), переходит в расширяющуюся имеющую открытый конец клиновидную щель (6) в металлическом листовом слое (2), при этом упомянутое устройство дополнительно содержит питающую линию (4) в металлическом листовом слое (2), упомянутая питающая линия (4) содержит питающую часть (7) с первым концом (7a) и вторым концом (7b) и зазорами (8, 9), отделяющими питающую часть (7) от окружающего металлического листового слоя (2) некоторым расстоянием, причем щелевая линия (3) пересекается питающей линией (4), отличающееся тем, что упомянутое антенное устройство выполнено из листа металла, образующего металлический листовой слой.

2. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что питающая часть разделяет щелевую линию (3) на первую часть (3a) и вторую часть (3b) упомянутой щелевой линии (3).

3. Антенное устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что первый конец (7a) питающей части (7) соединен с металлическим листовым слоем (2) после пересечения им щелевой линии (3).

4. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что клиновидная щель (6) имеет экспоненциальную форму.

5. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что сторона первой части (3a) щелевой линии (3), наиболее удаленная от второй части (3b), переходит в, по существу, двумерную полость (5).

6. Антенное устройство по п.5, отличающееся тем, что упомянутая, по существу, двумерная полость (5) имеет круговую форму.

7. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что сторона первой части (3a) щелевой линии (3), наиболее удаленная от второй части (3b), коротко замкнута на металлический листовый слой (2).

8. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что первый конец (7a) питающей части (7) расположен после щелевой линии (3), с зазорами (8, 9), продолжающимися на кадой из сторон питающей части (7).

9. Антенное устройство по п.8, отличающееся тем, что зазоры (8, 9) соединяются на первом конце (7a) питающей части (7).

10. Антенное устройство по п.9, отличающееся тем, что часть, соединяющая зазоры (8, 9) на первом конце (7a) питающей части (7), образует, по существу, двумерную полость (11).

11. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что второй конец (7b) питающей части продолжается до края (2') металлического листа (2).

12. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что ко второму концу (7b) питающей части (7) прикреплен внешняя схема питания (19, 20, 55).

13. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что электрический контакт обеспечивается между теми плоскостями (61, 62) заземления, которые окружают центральный проводник (7) вблизи местоположения, где центральный проводник (7) пересекает щелевую линию (3).

14. Антенное устройство по п.1, отличающееся тем, что упомянутый электрический контакт обеспечивается посредством металлической перемычки (63, 63', 64).

15. Широкополосная нерезонансная антенная решетка, содержащая множество аналогичных антенных устройств (1a, 1b, 1c) для беспроводной передачи информации с использованием электромагнитных сигналов, отличающаяся тем, что, по меньшей мере, одно из включенных в ее состав антенных устройств (1a, 1b, 1c) имеет признаки, описанные в п.1.

16. Антенная решетка по п.15, отличающаяся тем, что антенные устройства (1a, 1b, 1c) расположены рядом друг с другом на металлическом листовом слое (23).

17. Антенная решетка по п.16, отличающаяся тем, что множество металлических листовых слоев (23), содержащих антенные устройства (1a, 1b, 1c), расположенные рядом друг с другом, размещены во множестве рядов (26a, 26b, 26c).

18. Антенная решетка по любому из пп.15-17, отличающаяся тем, что для каждого включенного в ее состав антенного устройства (1a'; 1a, 1b, 1c) размещено ортогонально расположенное антенное устройство (1 a"; 30, 31, 32).

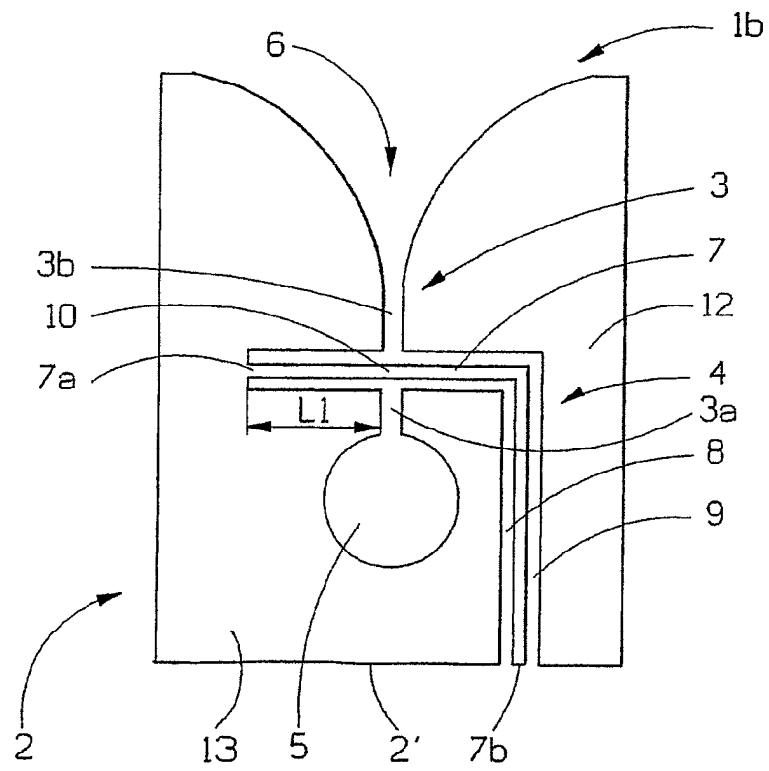
19. Антенная решетка по п.15, отличающаяся тем, что внешняя схема питания содержит, по меньшей мере, один питающий модуль (19, 20, 55) активного или пассивного типа, соединенный с, по меньшей мере, одним из антенных устройств (1a, 1a', 1a'', 1b, 1c, 30, 31, 32, 56, 57).

20. Антенная решетка по п.19, отличающаяся тем, что упомянутый, по меньшей мере, один питающий модуль (19, 20, 55) содержит регулируемый фазовращатель и/или аттенюаторы мощности.

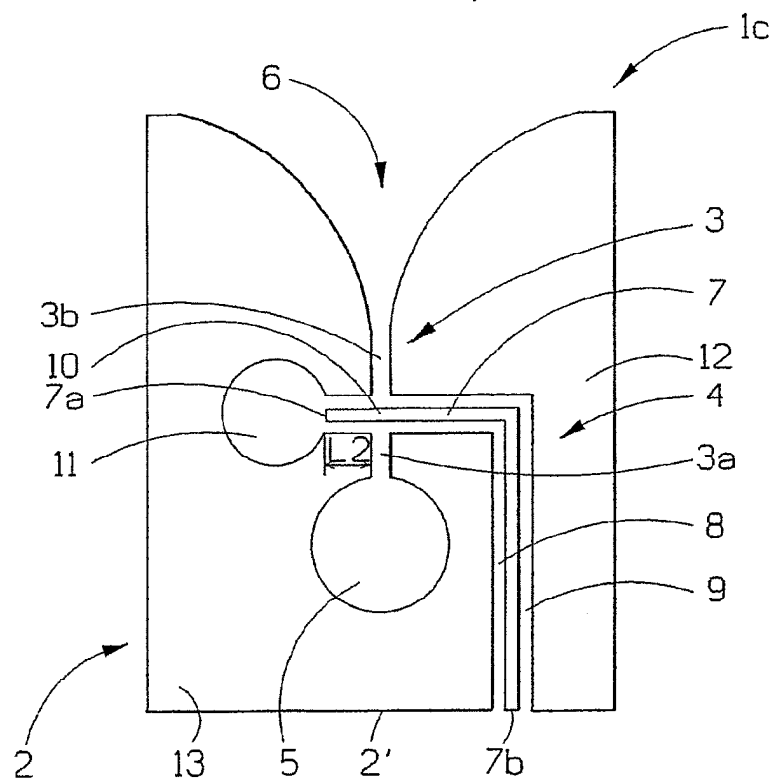
21. Антенная решетка по п.19, отличающаяся тем, что упомянутый, по меньшей мере, один питающий модуль (19, 20, 55) может быть соединен с блоком управления для управления мощностью и фазой.

22. Антенная решетка по любому из пп.19-21, отличающаяся тем, что упомянутый, по меньшей мере, один питающий модуль (19, 20, 55) имеет электромагнитную связь с, по меньшей мере, одним из антенных устройств (1a, 1a', 1a'', 1b, 1c, 30, 31, 32, 56, 57).

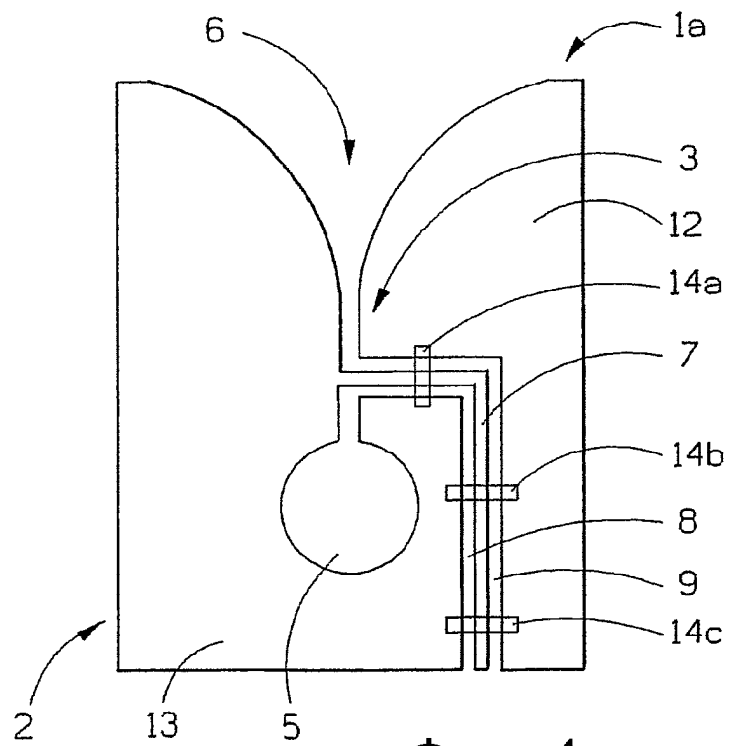
23. Антенная решетка по любому из пп.19-21, отличающаяся тем, что упомянутый, по меньшей мере, один питающий модуль (19, 20, 55) предназначен для питания упомянутого, по меньшей мере, одного антенного устройства (1a, 1a', 1a'', 1b, 1c, 30, 31, 32, 56, 57) для формирования круговой поляризации.



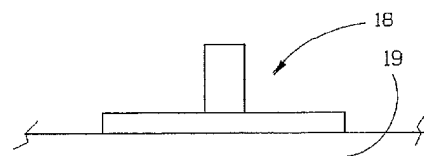
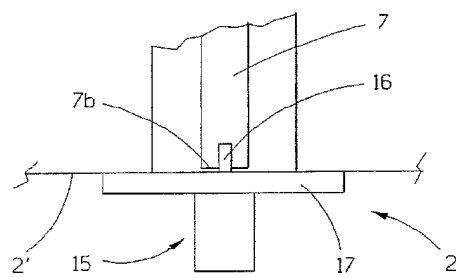
Фиг.2



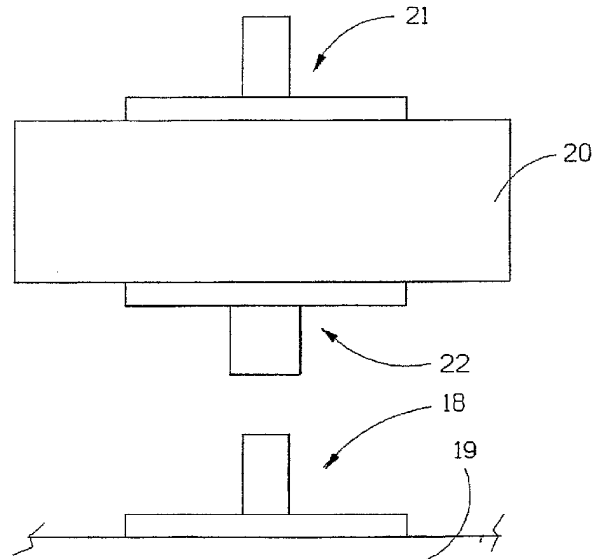
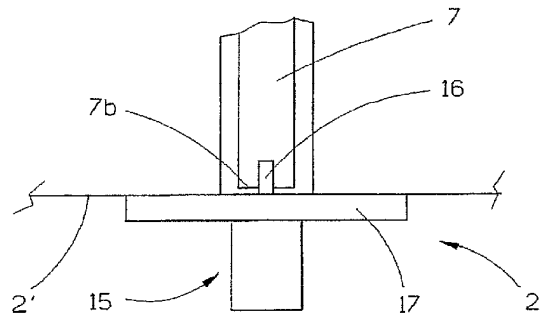
Фиг.3



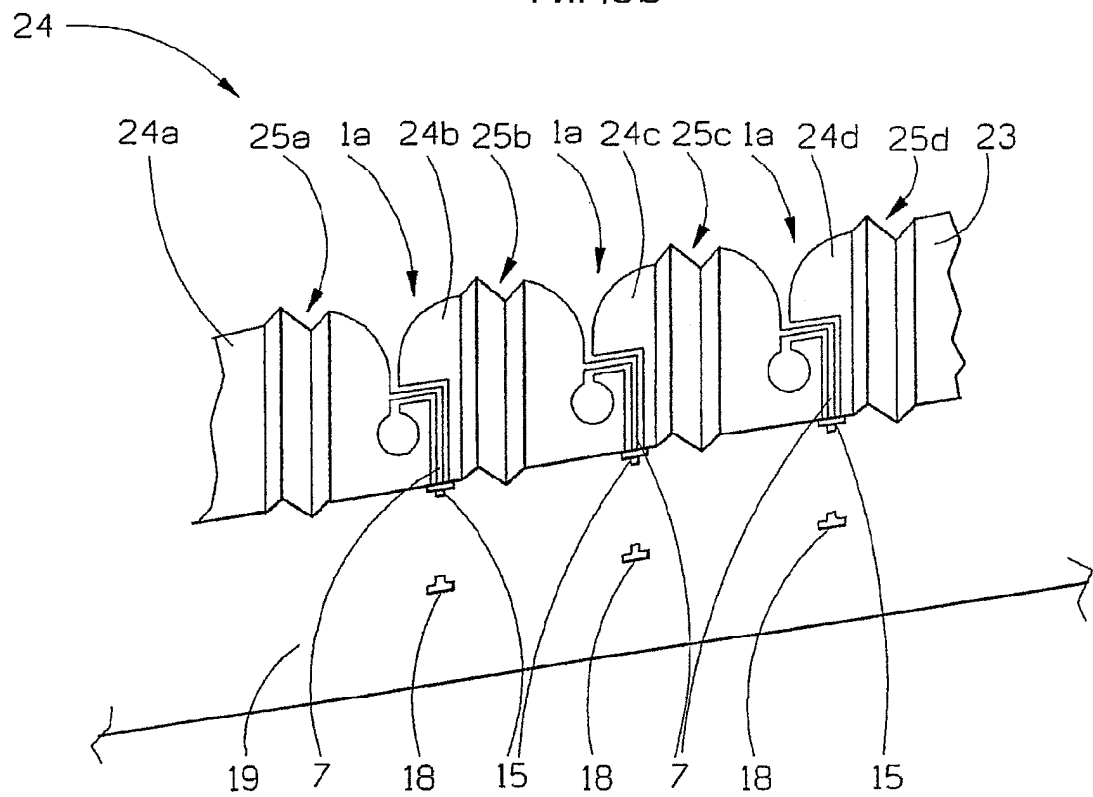
Фиг. 4



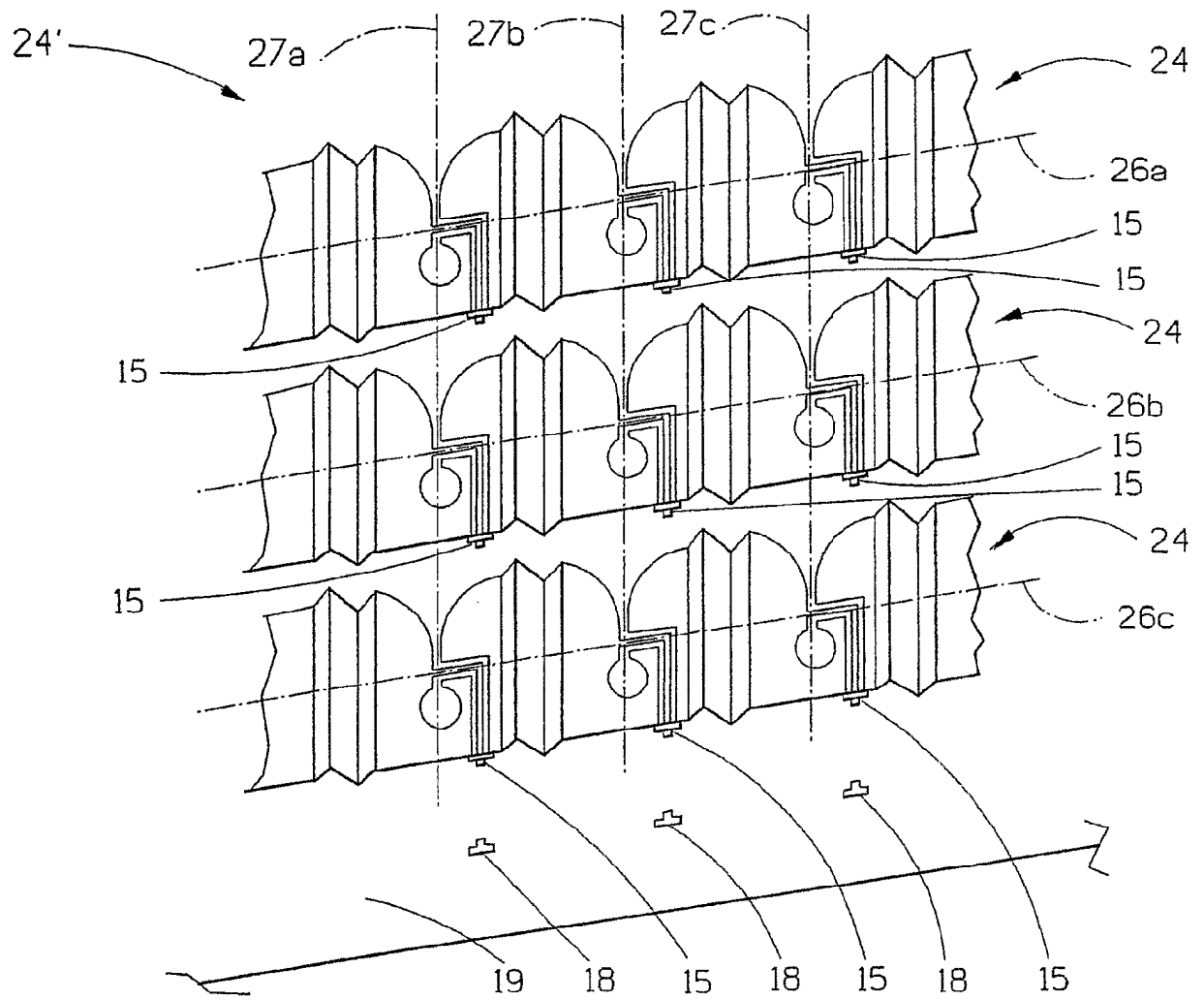
Фиг. 5а



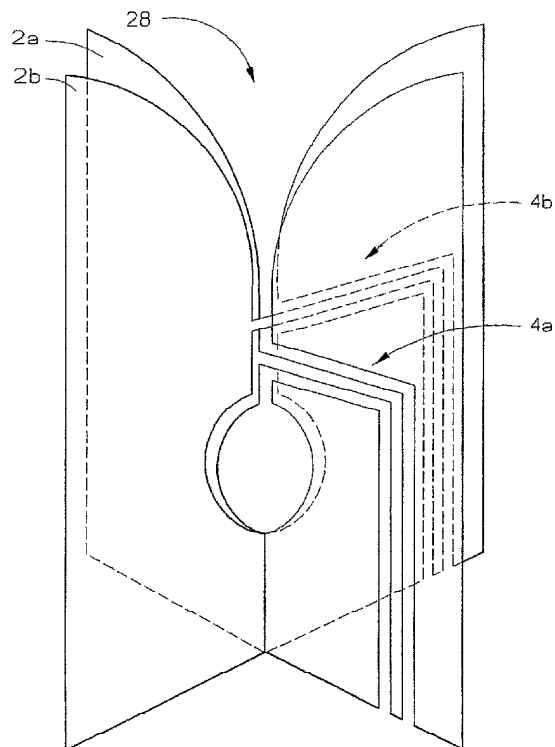
Фиг. 5b



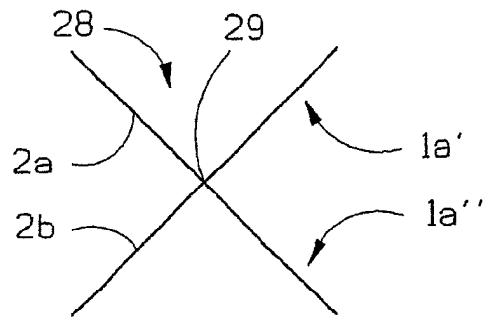
Фиг. 6



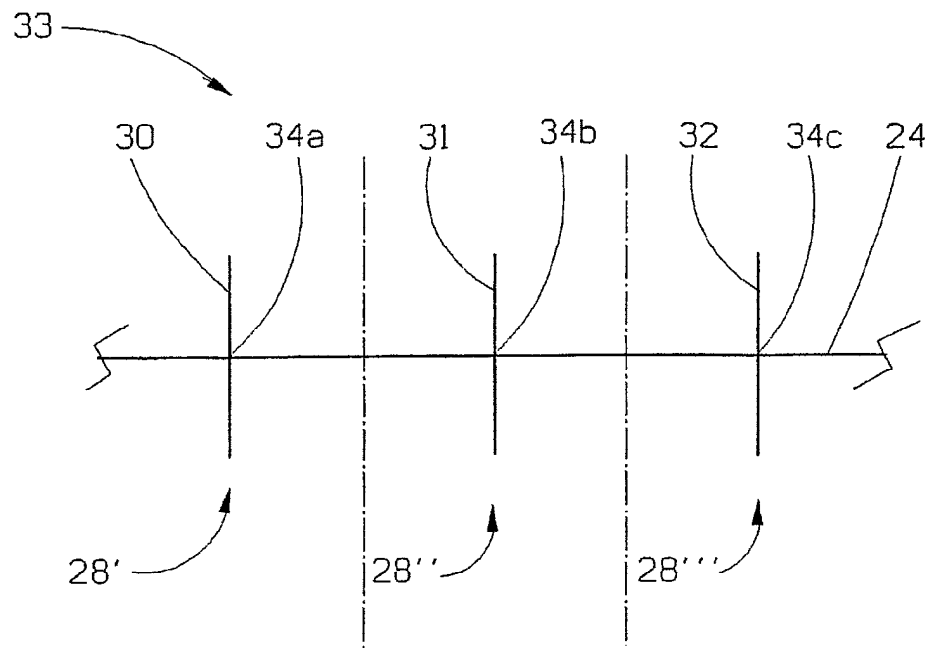
Фиг.7



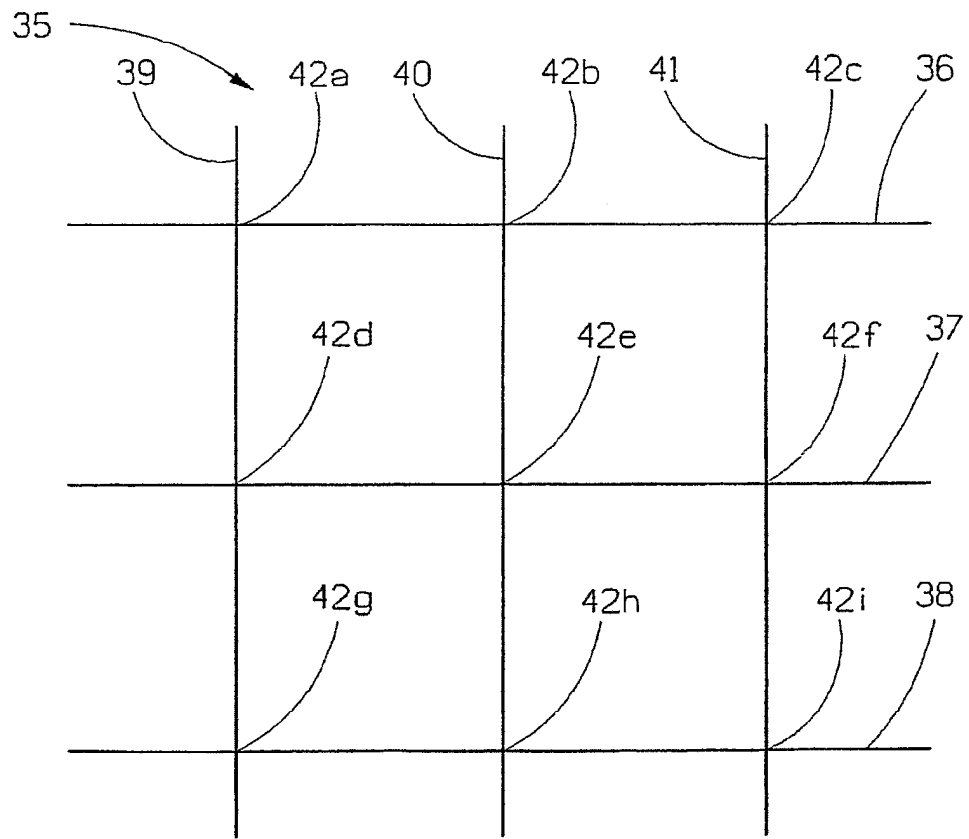
Фиг.8а



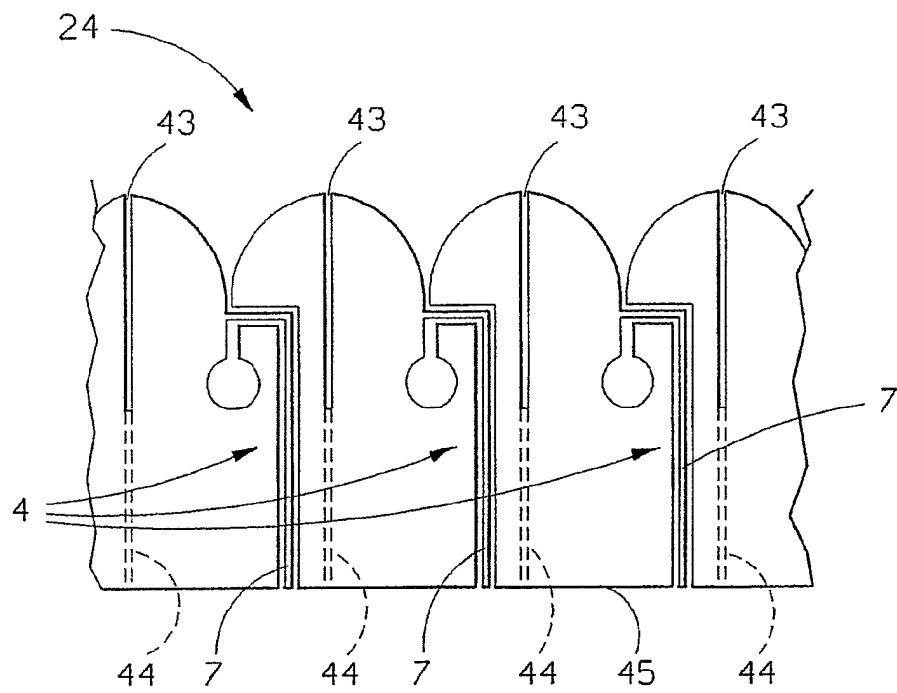
Фиг.8b



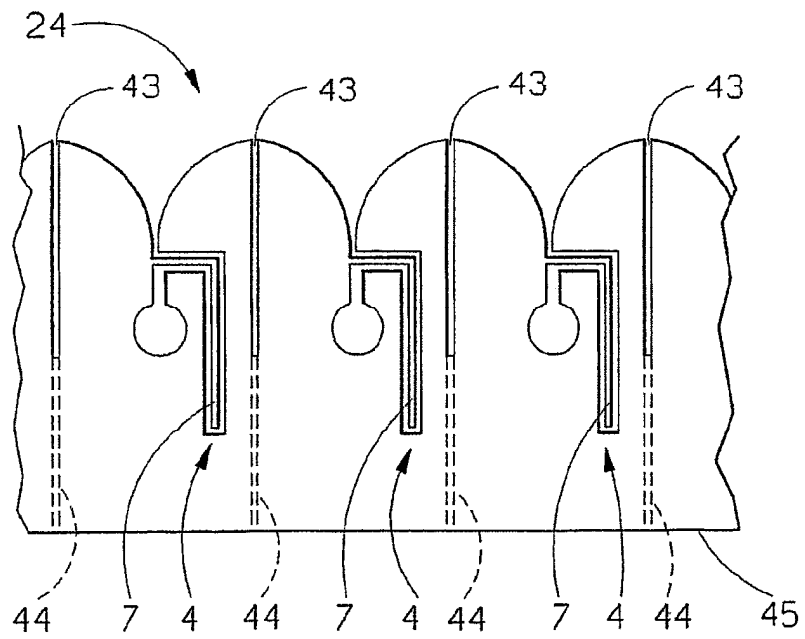
Фиг.9



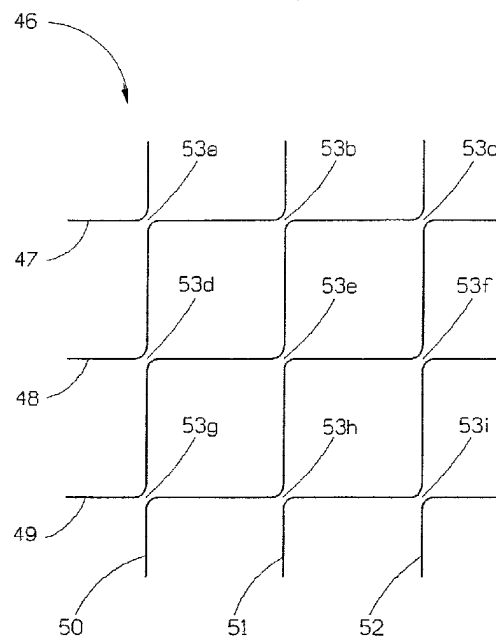
Фиг.10



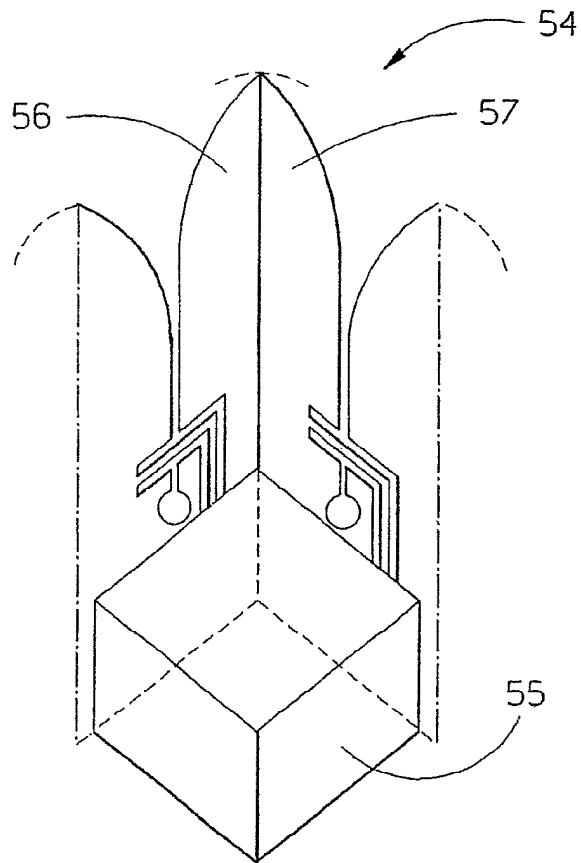
Фиг.11a



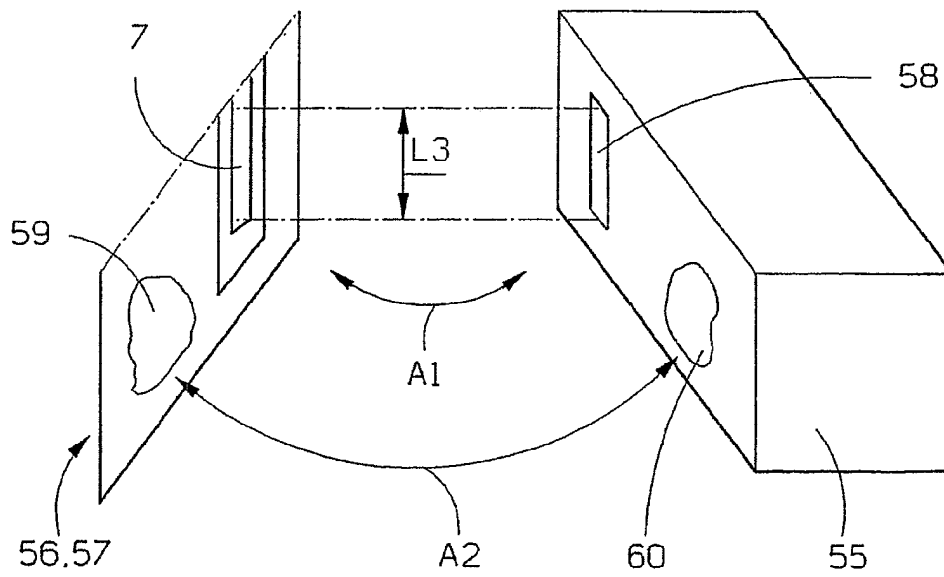
Фиг.11b



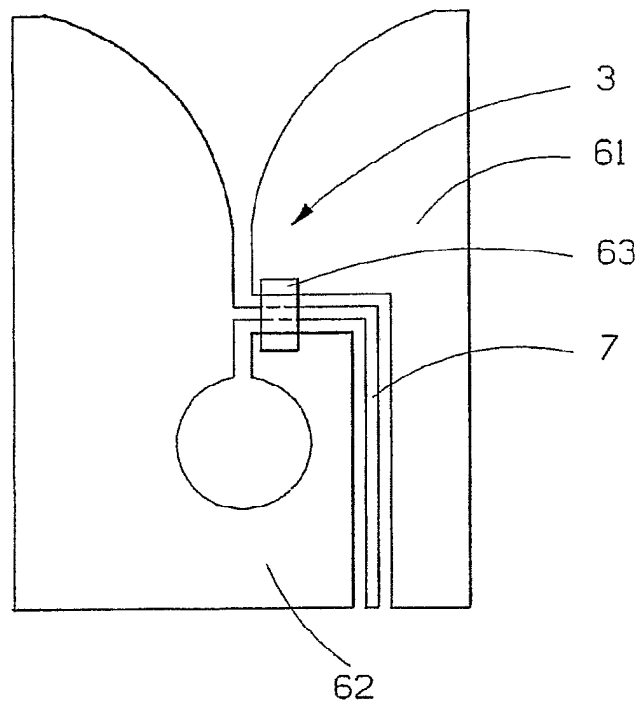
Фиг.12



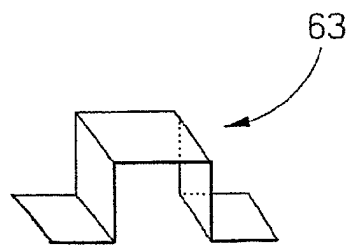
Фиг.13а



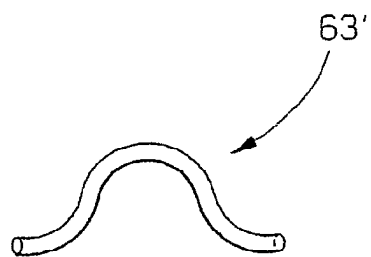
Фиг.13б



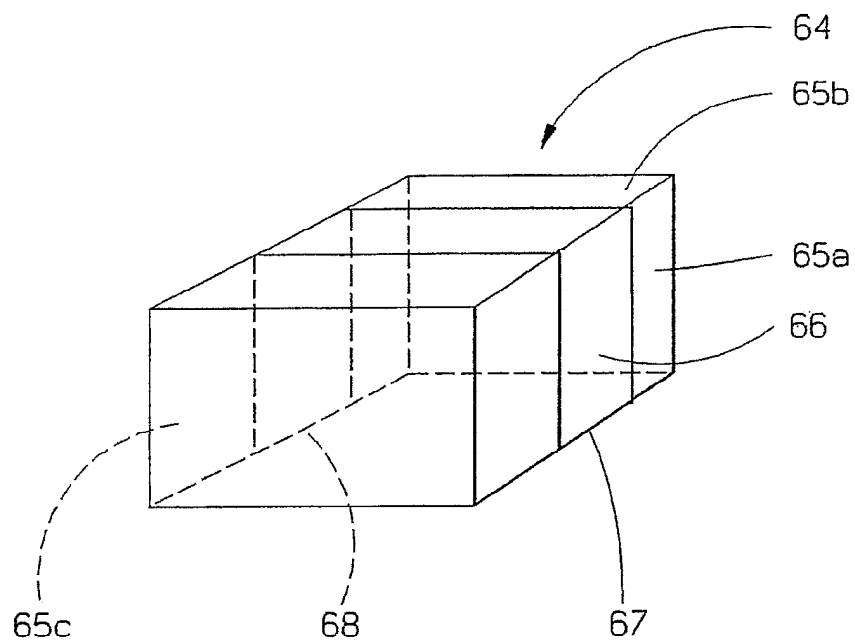
Фиг.14а



Фиг.14b



Фиг.14с



Фиг.15