



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 156 524⁽¹³⁾ C2
(51) МПК⁷ H 01 Q 1/38, 21/06, 21/24

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

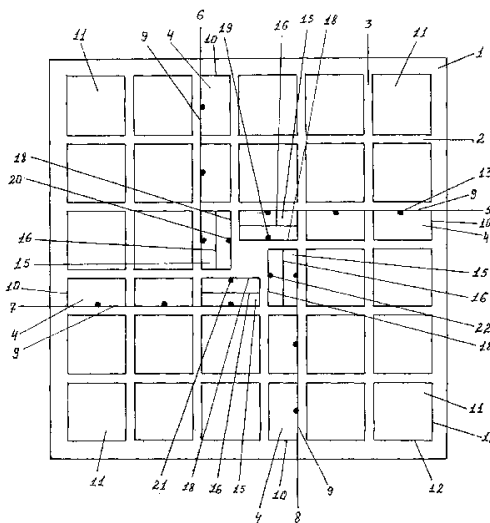
(21), (22) Заявка: 98121536/09, 27.11.1998
(24) Дата начала действия патента: 27.11.1998
(46) Дата публикации: 20.09.2000
(56) Ссылки: RU 2087058 C1, 10.08.1997. SU 2115201 C1, 10.07.1998. RU 2080712 C1, 27.05.1997. RU 2117369 C1, 10.08.1998. EP 0089084 A1, 21.09.1983. EP 0118690 A1, 19.09.1984. US 5608414 A, 04.03.1997.
(98) Адрес для переписки:
129515, Москва, 5-ый Останкинский пер., д.11-а, кв.53, Орлову А.Б.

(71) Заявитель:
Орлов Александр Борисович,
Лутин Эмиль Аркадьевич,
Желяева Лилия Эмильевна,
Орлов Кирилл Александрович
(72) Изобретатель: Орлов А.Б.,
Лутин Э.А., Желяева Л.Э., Орлов К.А.
(73) Патентообладатель:
Орлов Александр Борисович,
Лутин Эмиль Аркадьевич,
Желяева Лилия Эмильевна,
Орлов Кирилл Александрович

(54) МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА

(57)
Данное изобретение относится к области микрополосковых антенных решеток СВЧ-диапазона и может найти применение в радиоинтроскопах с помощью СВЧ-волн для измерения параметров матрицы Мюллера для дефектоскопии в строительстве, в медицинских диагностических СВЧ электромагнитных аппликаторах. Техническим результатом является создание микрополосковой антенной решетки, в единой апертуре которой размещены две субрешетки: передающая субрешетка, обеспечивающая излучение сигнала с линейной вертикальной или горизонтальной поляризацией или круговой с правосторонним или левосторонним направлением вращения вектора поляризации; приемная субрешетка, обеспечивающая разложение принимаемой волны на две ортогонально поляризованные компоненты и выделение их в отдельные каналы. Микрополосковая антенная решетка содержит четное количество излучателей в форме прямоугольника, которые размещены в узлах прямоугольной координатной сетки и разделены между собой зазорами. Средние излучатели четырех лучей прямоугольной координатной сетки выполнены в форме прямоугольника, одна сторона которого равна длине волны, другая смежная с ней сторона равна половине длины волны. Остальные излучатели выполнены в форме квадрата со

стороной, равной длине волны. Четыре средних излучателя, ближайших к началу координат антенной решетки по средней линии, гальванически соединены контактным элементом с земляной поверхностью антенной решетки. К каждому среднему излучателю в точке, расположенной на середине боковой кромки, подключен отрезок входной линии передачи соответственно, и к каждому среднему излучателю подключен возбуждающий элемент. 7 з.п. ф-лы, 8 ил.



Фиг. 1

RU 2 1 5 6 5 2 4 C 2

RU 2 1 5 6 5 2 4 C 2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 156 524** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 01 Q 1/38, 21/06, 21/24**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98121536/09, 27.11.1998
 (24) Effective date for property rights: 27.11.1998
 (46) Date of publication: 20.09.2000
 (98) Mail address:
 129515, Moskva, 5-yj Ostankinskij per.,
 d.11-a, kv.53, Orlovu A.B.

(71) Applicant:
 Orlov Aleksandr Borisovich,
 Lutin Ehmil' Arkad'evich,
 Zheljaeva Lilija Ehmil'evna,
 Orlov Kirill Aleksandrovich
 (72) Inventor: Orlov A.B.,
 Lutin Eh.A., Zheljaeva L.Eh., Orlov K.A.
 (73) Proprietor:
 Orlov Aleksandr Borisovich,
 Lutin Ehmil' Arkad'evich,
 Zheljaeva Lilija Ehmil'evna,
 Orlov Kirill Aleksandrovich

(54) **MICROSTRIP ANTENNA ARRAY**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering. SUBSTANCE: microwave antenna array can be used in radiointrosopes to measure parameters of Muller matrix for flaw detection in construction engineering and in electromagnetic microwave medical applicators. Antenna array has single aperture accommodating two sub-arrays; one of them is transmitting sub-array that functions to radiate linearly or horizontally polarized signal, or circularly polarized signal with polarization vector rotating clockwise or counter-clockwise; other one is receiving sub-array ensuring decomposition of wave received into two orthogonally polarized components and their discrimination in separate channels. Antenna has even number of radiators forming rectangle and located in assemblies of rectangular coordinate grid where they are spaced apart by gaps. Central radiators of four beams of rectangular coordinate grid are rectangular in shape whose one side equals wavelength and its adjacent side is as long as half-wavelength. Remaining radiators are square in shape with square side as long as wavelength. Four central radiators closest to origin of antenna array coordinates are electrically connected over

center line to ground surface of array through contact members. Connected to each central radiator at point located in center of side edge is section of input transmission line and each central radiator is connected to respective antenna feed. EFFECT: enlarged functional capabilities. 8 cl, 8 dwg

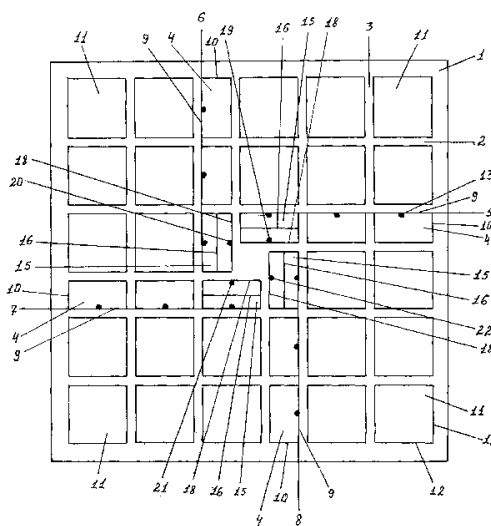


Fig. 1

RU 2 1 5 6 5 2 4 C 2

RU ? 1 5 6 5 2 4 C 2

Изобретение относится к области радиотехники, в частности к плоским микрополосковым решеткам СВЧ, и может найти применение в радиointроскопах с помощью СВЧ-волн для измерения параметров матрицы для дефектоскопии в строительстве, в медицинских диагностических СВЧ электромагнитных аппликаторах.

Известна микрополосковая антенна (Daniel H. Schaubert, Frederick G. Farrar, Arthur Sindoris, Scott T. Hayes/Microstrip Antennas with Frequency Agility and Polarization Diversity, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. AP-29, 1981, N 1, January, pp. 118-123), содержащая излучатель, выполненный в форме квадрата, к которому подключены четыре независимых коаксиальных входа для формирования четырех различных видов поляризации: линейной - вертикальной и горизонтальной, круговой - правосторонней и левосторонней. Вид поляризации устанавливается коммутацией соответствующего входа излучателя на источник СВЧ-энергии. При формировании управляемых по поляризации приемопередающих антенных решеток на основе таких излучателей требуются достаточно сложные (ветвистые) фидерные цепи с большим количеством делителей мощности и коммутирующих устройств, что приводит к значительным потерям СВЧ-мощности, большой мощности источника постоянного напряжения для коммутирующих устройств, сложного алгоритма управления коммутирующими устройствами.

Наиболее близким техническим решением - прототипом является плоская микрополосковая антенная решетка (патент Российской Федерации N 2087058, кл. H 01 Q 1/38 C1, 1997 г.), содержащая нечетное количество излучателей, выполненных в форме прямоугольника, центры которых размещены в узлах прямоугольной координатной сетки и разделены между собой зазорами одинаковой ширины, стороны излучателей расположены параллельно соответствующим осям этой координатной сетки, при этом центральный излучатель выполнен в форме квадрата, сторона которого равна половине длины волны, средние излучатели одной и другой центральных ветвей прямоугольной координатной сетки соответственно - в форме прямоугольника, одна сторона которого, параллельная соответствующей центральной ветви прямоугольной координатной сетки, равна длине волны, а другая смежная с ней сторона излучателя равна половине длины волны, остальные излучатели плоской антенной решетки выполнены в форме квадрата, сторона которого равна длине волны, при этом возбуждающий элемент центрального излучателя подключен в одном его углу в точке пересечения одной и другой его смежных сторон, а к каждому среднему излучателю одной и другой центральных ветвей прямоугольной координатной сетки в точке, расположенной на середине стороны длиной, равной длине волны и лежащей на одной прямой с одной и другой смежными сторонами центрального излучателя соответственно, подключены возбуждающие элементы, идентичные возбуждающему элементу центрального излучателя, одни

концы которого гальванически соединены с соответствующими излучателями, вторые концы возбуждающих элементов центрального и средних излучателей плоской микрополосковой антенной решетки гальванически соединены с введенной разводкой питания, выполненной в виде крестообразного ортогонального соединения четырех отрезков микрополосковых линий, оси которых попарно соосны и расположены параллельно центральным ветвям прямоугольной координатной сетки соответственно, при этом диэлектрическая подложка разводки питания установлена параллельно диэлектрической подложке плоской микрополосковой антенной решетки, причем в центр крестообразного соединения четырех отрезков микрополосковых линий включен второй конец возбуждающего элемента центрального излучателя, а вторые концы возбуждающих элементов средних излучателей одной и другой центральных ветвей прямоугольной координатной сетки включены в соответствующие отрезки микрополосковых линий крестообразного соединения по осевым линиям, при этом отрезок входной передачи подключен к продолжению одного из четырех отрезков микрополосковых линий крестообразного соединения, а длина остальных трех отрезков микрополосковых линий ограничивается точкой подключения соответствующего ему второго конца возбуждающего элемента крайнего среднего излучателя центральных ветвей прямоугольной координатной сетки.

Недостатками известного технического решения являются:

- невозможность в режиме приема антенной решетки осуществлять разложение принимаемой волны на две ортогонально поляризованные компоненты и выделение их в различные приемные каналы;

- невозможность в режиме излучения антенной решетки осуществлять изменение поляризации сигнала - линейную вертикальную или горизонтальную или формировать сигнал круговой или правосторонним левосторонним направлением вращения вектора поляризации.

Технической задачей данного изобретения является создание микрополосковой антенной решетки, в единой апертуре которой размещены две субрешетки: - передающая субрешетка, обеспечивающая излучение сигнала с линейной вертикальной или горизонтальной поляризацией или круговой с правосторонним или левосторонним направлением вращения вектора поляризации; - приемная субрешетка, обеспечивающая разложение принимаемой волны на две ортогонально поляризованные компоненты и выделение их в различные выходные каналы.

Поставленная задача решается тем, что в микрополосковой антенной решетке, содержащей излучатели, выполненные в форме прямоугольника, центры которых размещены в узлах прямоугольной координатной сетки, и разделенные между собой по каждой ветви прямоугольной координатной сетки зазорами, а стороны излучателей расположены параллельно соответствующим ветвям этой прямоугольной координатной сетки, при этом средние

излучатели четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей прямоугольной координатной сетки соответственно выполнены в форме прямоугольника, сторона которых, параллельная соответствующему лучу прямоугольной координатной сетки, равна длине волны, а другая смежная с ней сторона среднего излучателя равна половине длины волны, остальные излучатели микрополосковой антенной решетки выполнены в форме квадрата, сторона которого равна длине волны, при этом к каждому среднему излучателю четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей прямоугольной координатной сетки в точке, расположенной на середине стороны длиной, равной длине волны, подключены возбуждающие элементы, выполненные в виде металлических штырей, одни концы которых гальванически соединены с соответствующими средними излучателями, а вторые концы гальванически соединены с разводкой питания, выполненной в виде четырех взаимно перпендикулярных попарно отрезков микрополосковых линий, оси которых расположены параллельно четырем взаимно перпендикулярным попарно лучам средних излучателей прямоугольной координатной сетки соответственно, диэлектрическая подложка разводки питания установлена параллельно диэлектрической подложке микрополосковой антенной решетке, при этом вторые концы возбуждающих элементов средних излучателей четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей прямоугольной координатной сетки включены в соответствующие отрезки микрополосковых линий разводки питания по осевым линиям, отрезок выходной линии передачи подключен к продолжению первого отрезка микрополосковой линии разводки питания, количество излучателей микрополосковой антенной решетки выбрано четным, при этом четыре средних излучателя соответственно четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей прямоугольной координатной сетки, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки, расположены в форме квадрата, сторона которого образована двумя внешними, по отношению к началу координат микрополосковой антенной решетки, сторонами двух средних излучателей, одной стороной, равной длине волны, одного среднего излучателя и одной стороной, равной половине длины волны, другого среднего излучателя двух взаимно перпендикулярных попарно лучей прямоугольной координатной сетки соответственно, причем каждый из четырех средних излучателей, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки, по средней линии, параллельной стороне, равной длине волны, гальванически соединен контактным элементом с земляной поверхностью микрополосковой антенной решетки, при этом внешние стороны, равные длине волны четырех средних излучателей, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки, и соответствующие им системы средних излучателей соответственно четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей

прямоугольной координатной сетки расположены на соответствующих лучах прямоугольной координатной сетки, и к этим сторонам подключены возбуждающие элементы, которые соединены с разводкой питания, причем к внутренним сторонам, равным длине волны, каждого из четырех средних излучателей, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки, подключены отрезки входных линий передачи, причем длина четырех взаимно перпендикулярных попарно отрезков микрополосковых линий разводки питания с одной стороны ограничена точкой подключения второго конца возбуждающего элемента четырех средних излучателей четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей прямоугольной координатной сетки, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки соответственно, а к продолжению второго, третьего и четвертого перпендикулярных попарно отрезков микрополосковых линий разводки питания подключены второй, третий и четвертый отрезки выходных линий передачи.

Микрополосковая антенная решетка структурно состоит из двух субрешеток в единой апертуре - передающей и приемной. Апертура антенной решетки представляет собой две независимые взаимно перпендикулярные системы линеек излучателей, продольные оси которых параллельны соответствующим лучам прямоугольной координатной сетки. Каждая линейка излучателей состоит из цепочки электромагнитно связанных между собой пассивных излучателей в форме квадрата со стороной, равной длине волны, и среднего активного излучателя в форме прямоугольника со сторонами, равными длине и половине длины волны соответственно. Средний излучатель соединен возбуждающим элементом с соответствующим отрезком микрополосковой линии разводки питания. Каждой системе линеек излучателей присуще только то направление ориентации линейного вектора поляризации электрического поля, при котором продольная ось линейки излучателей будет параллельна соответствующему лучу прямоугольной координатной сетки. Поскольку каждый излучатель квадратной формы микрополосковой антенной решетки соответствующей парой сторон одновременно входит в состав одной и другой систем линеек излучателей, то в каждом излучателе квадратной формы одновременно могут возбуждаться колебания двух независимых и ортогональных между собой линейных поляризаций - вертикальной и горизонтальной со своими амплитудами и фазами. Каждая линейка средних активных излучателей соответствующего луча прямоугольной координатной сетки объединена соответствующим отрезком микрополосковой линии разводки питания с подключенной к нему выходной линией передачи. Первая и третья линейки средних излучателей, соответствующие им лучи которых параллельны между собой, адекватны вертикальной, а вторая и четвертая линейки средних излучателей, соответствующие им лучи которых параллельны между собой, горизонтальной составляющим линейного

вектора поляризации электрического поля микрополосковой антенной решетки.

В режиме излучения передающая субрешетка, состоящая из четырех средних излучателей, ближайших к началу координат антенной решетки, при равноамплитудном возбуждении и в зависимости от фазы СВЧ-сигнала, подаваемого на каждую из четырех входных линий, формирует излучение электромагнитного поля заданного вида поляризации. Так, например, передающая субрешетка: при фазовом распределении 0° , 180° возбуждения первого и третьего среднего излучателей соответственно, а второго и четвертого подключение к согласованной нагрузке - излучает сигнал вертикальной поляризации; при фазовом распределении 0° , 180° возбуждения второго и четвертого среднего излучателей соответственно, а первого и третьего подключение к согласованной нагрузке - излучает сигнал горизонтальной поляризации; при фазовом распределении 0° , 90° , 180° , 270° соответственно первого, второго, третьего и четвертого средних излучателей излучается сигнал круговой поляризации правостороннего направления вращения вектора электрического поля; при фазовом распределении 270° , 180° , 90° , 0° - круговой поляризации левостороннего направления.

В режиме приема на апертуру приемной субрешетки падает поляризованная электромагнитная волна. На микрополосковых излучателях вектор напряженности электрического поля принятого сигнала раскладывается как суперпозиция двухкоординатно ориентированных, в принятой прямоугольной координатной сетке, на две координатные составляющие сигнала - вертикальную и горизонтальную, каждая из которых возбуждает соответствующую ей систему линеек излучателей с последующим построчным и постолбцевым суммированием в соответствующем для каждой линейки среднем активном излучателе. Суммирование сигналов со средних излучателей происходит в соответствующем отрезке микрополосковой линии разводки питания, и результирующие амплитудные и фазовые составляющие принятого сигнала, адекватные вертикальной и горизонтальной составляющим принятого сигнала, поступают в соответствующие четыре отрезка выходных линий передачи.

Микрополосковая антенная решетка может быть выполнена с подключением к четырем линейкам крайних пассивных излучателей, выполненных в форме квадрата со стороны, равной длине волны, четырех линеек излучателей, выполненных в форме квадрата со стороны, равной длине волны, идентичных пассивным излучателям в форме квадрата микрополосковой антенной решетки. Центры введенных излучателей расположены в узлах прямоугольной координатной сетки микрополосковой антенной решетки, при этом введенные четыре линейки излучателей установлены со стороны внешних сторон четырех линеек крайних излучателей соответственно, причем первая линейка введенных излучателей установлена к первой линейке излучателей, ограниченной первым и

вторым взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна первому лучу прямоугольной координатной сетки, вторая линейка введенных излучателей установлена к второй линейке излучателей, ограниченной вторым и третьим взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна второму лучу прямоугольной координатной сетки, третья линейка введенных излучателей установлена к третьей линейке излучателей, ограниченной третьим и четвертым взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна третьему лучу прямоугольной координатной сетки, четвертая линейка введенных излучателей установлена к четвертой линейке излучателей, ограниченной четвертым и первым взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна четвертому лучу прямоугольной координатной сетки, при этом количество излучателей квадратной формы, заключенных в соответствующих взаимно перпендикулярных попарно лучах прямоугольной координатной сетки, одинаково и равно количеству излучателей в строке и в столбце, а зазоры, разделяющие между собой излучатели по каждой ветви прямоугольной координатной сетки, выполнены одинаковой ширины.

Такое выполнение микрополосковой антенной решетки создает симметрию апертуры, что позволяет обеспечить: точное воспроизведение заданных поляризационных характеристик; высокую степень симметрии амплитудного распределения по апертуре приемной субрешетки относительно средних активных излучателей; полную симметрию диаграммы направленности антенной решетки в ортогональных плоскостях прямоугольной координатной сетки; низкий уровень боковых лепестков.

Микрополосковая антенная решетка может быть снабжена блоком преобразования поляризации (БПП) приемной субрешетки, который может быть выполнен состоящим из первого и второго фазовращателей, выходные каналы которых соединены с входными каналами первого и второго трехдецибелными делителями мощности соответственно, выходные каналы которых являются входными каналами БПП, которые подключены к соответствующим выходным линиям передачи разводки питания микрополосковой антенной решетки, а входные каналы первого и второго фазовращателей являются выходными ортогонально поляризационными каналами БПП микрополосковой антенной решетки.

Введение БПП в микрополосковую антенную решетку обеспечивает приемной субрешетке разложение принимаемой волны на две ортогонально линейно поляризованные компоненты и может направлять каждую из выделенных поляризационных составляющих сигнала в соответствующий выходной поляризационный канал.

Микрополосковая антенная решетка может быть снабжена блоком управления поляризации (БУП) передающей субрешетки,

который может быть выполнен состоящим из первого трехдецибельного делителя мощности, один выходной канал которого соединен с входным каналом первого фазовращателя, а другой его выходной канал и выходной канал первого фазовращателя соединены с входными и развязанными каналами трехдецибельного направленного ответвителя соответственно, проходной и связанный каналы которого соединены с входными каналами первого и второго переключателей соответственно, первые выходные каналы которых соединены с согласованными нагрузками, а вторые выходные каналы соединены с входными каналами второго и третьего фазовращателей соответственно, выходные каналы которых соединены с входными каналами второго и третьего трехдецибельных делителей мощности соответственно, выходные каналы второго и третьего трехдецибельных делителей мощности являются выходными каналами БУП, которые подключены к отрезкам входных линий передачи четырех средних излучателей микрополосковой антенной решетки соответственно, а входной канал первого трехдецибельного делителя мощности является входным каналом БУП микрополосковой антенной решетки.

Введение БУП в микрополосковую антенную решетку обеспечивает передающей субрешетке режимы излучения сигнала с линейной вертикальной или горизонтальной поляризацией, или круговой с правосторонним или левосторонним направлением вращения вектора поляризации.

На фиг. 1 изображена конструкция микрополосковой антенной решетки; на фиг. 2 - конструкция микрополосковой антенной решетки с симметричной апертурой; на фиг. 3 - конструкция разводки питания микрополосковой антенной решетки; на фиг. 4 - конструкция металлического экрана, разделяющего диэлектрические подложки антенной решетки и разводки питания; на фиг. 5 - конструкция контактного элемента в виде металлической пластины; на фиг. 6 - конструкция контактного элемента в виде металлических штырей; на фиг. 7 - структурная схема блока преобразования поляризации (БПП); на фиг. 8 - структурная схема блока управления поляризацией (БУП).

Микрополосковая антенная решетка 1 (фиг.1) содержит четное количество излучателей, выполненных в форме прямоугольника, центры которых размещены в узлах прямоугольной координатной сетки, и разделенных между собой по каждой ветви прямоугольной координатной сетки зазорами 2 и 3 соответственно, а стороны излучателей расположены параллельно соответствующим ветвям этой прямоугольной координатной сетки. Средние излучатели 4 четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей 5, 6, 7 и 8 прямоугольной координатной сетки соответственно выполнены в форме прямоугольника, одна сторона 9 которого, параллельная соответствующему лучу 5, 6, 7, 8 прямоугольной координатной сетки, равна длине волны, а другая смежная с ней сторона 10 излучателя 4 равна половине длины волны, остальные излучатели 11 микрополосковой антенной решетки 1

выполнены в форме квадрата, сторона 12 которого равна длине волны. К каждому среднему излучателю 4 четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей 5, 6, 7, 8 прямоугольной координатной сетки в точке, расположенной на середине боковой кромки 9 длиной, равной длине волны, подключены возбуждающие элементы 13, выполненные в виде металлического штыря, одни концы которых соединены с соответствующими средними излучателями 4, а вторые концы гальванически соединены с разводкой питания 14. Четыре средних излучателя 15 соответственно четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей 5, 6, 7, 8 прямоугольной координатной сетки, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки 1, расположены в форме квадрата, каждая сторона которого образована двумя внешними, по отношению к начала координат микрополосковой антенной решетки 1, сторонами двух средних излучателей 15, одной стороной 9 длиной, равной длине волны, одного среднего излучателя 15 и другой стороной 10 длиной, равной половине длины волны, другого среднего излучателя 15 двух взаимно перпендикулярных лучей 5 и 6, 6 и 7, 7 и 8 и 9 прямоугольной координатной сетки соответственно. Каждый из четырех средних излучателей 15, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки 1, по средней линии, параллельной стороне 9, равной длине волны, гальванически соединен контактным элементом 16 с земляной поверхностью 17 микрополосковой антенной решетки 1, при этом внешние стороны 9 длиной, равной длине волны, четырех средних излучателей 15, ближайших к началу координат микрополосковой решетки 1, и соответствующие им линейки средних излучателей 4 соответственно четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей 5, 6, 7 и 8 прямоугольной координатной сетки расположены на соответствующих лучах 5, 6, 7 и 8 прямоугольной координатной сетки, и к этим боковым кромкам 9 подключены возбуждающие элементы 13, которые соединены с разводкой питания 14. К внутренним сторонам 18 длиной, равной длине волны, каждого из четырех средних излучателей 15, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки 1, подключены отрезки входных линий передачи 19, 20, 21 и 22 соответственно. Разводка питания 14 выполнена в виде четырех взаимно перпендикулярных попарно отрезков микрополосковых линий 23, 24, 25 и 26, оси которых расположены параллельно четырем взаимно перпендикулярным попарно лучам 5, 6, 7 и 8 средних излучателей 4 прямоугольной координатной сетки соответственно, диэлектрическая подложка разводки питания 14 установлена параллельно диэлектрической подложке микрополосковой антенной решетки 1, при этом вторые концы возбуждающих элементов 13 средних излучателей 4 четырех взаимно перпендикулярных попарно лучей 5, 6, 7 и 8 прямоугольной координатной сетки включены в соответствующие взаимно перпендикулярные попарно отрезки микрополосковых линий 23, 24, 25 и 26

разводки питания 14 по осевым линиям. Длина четырех взаимно перпендикулярных попарно отрезков 23, 24, 25 и 26 микрополосковых линий разводки питания 14 с одной стороны ограничена точкой подключения второго конца возбуждающего элемента 13 четырех средних излучателей 15, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки 1 соответственно, а к продолжению четырех взаимно перпендикулярных попарно отрезков микрополосковых линий 23, 24, 25 и 26 разводки питания 14 подключены отрезки 27, 28, 29 и 30 входных линий передачи соответственно. Диэлектрическая подложка разводки питания 14 и диэлектрическая подложка антенной решетки 1 разделены между собой общим металлическим экраном 17, в котором в местах расположения возбуждающих элементов 13 и отрезков входных линий передачи 19 выполнены круглые отверстия 31, образующие отрезки межуровневых коаксиальных переходов.

В микрополосковую антенную решетку 1 (фиг.2) к четырем линейкам крайних пассивных излучателей 11, выполненных в форме квадрата, со стороны их внешних сторон 12 подключены четыре системы излучателей 32, 33, 34 и 35, идентичных пассивным излучателям 11, центры которых расположены в системе координат микрополосковой антенной решетки 1. Первая система излучателей 32 установлена к первой линейке излучателей 11, ограниченной первым 5 и вторым 6 взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна первому лучу 5 прямоугольной координатной сетки, вторая линейка излучателей 33 установлена ко второй линейке излучателей 11, ограниченной вторым 6 и третьим 7 взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна второму лучу 6 прямоугольной координатной сетки, третья линейка излучателей 34 установлена к третьей линейке излучателей 11, ограниченной третьим 7 и четвертым 8 взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна третьему 7 лучу прямоугольной координатной сетки, четвертая линейка излучателей 35 установлена к четвертой линейке излучателей 11, ограниченной четвертым 8 и первым 5 взаимно перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна четвертому 8 лучу прямоугольной координатной сетки. Количество излучателей квадратной формы 32, 33, 34 и 35, заключенных в соответствующих взаимно перпендикулярных попарно лучах 5 и 6, 6 и 7, 7 и 8, 8 и 5 прямоугольной координатной сетки, одинаково, и количество излучателей в строке равно количеству излучателей в столбце. Зазоры 2 и 3, разделяющие между собой излучатели по каждой ветви прямоугольной координатной сетки соответственно, выполнены одинаковой ширины.

БПП (фиг.7) состоит из первого 32 и второго 33 фазовращателей, выходные каналы которых соединены с входными каналами первого 34 и второго 35

трехдецибелльных делителей мощности соответственно, выходные каналы которых являются входными каналами БПП, которые подключены к соответствующим выходным линиям передачи 27, 28, 29 и 30 разводки питания 14 микрополосковой антенной решетки 1, а входные каналы первого 32 и второго 33 фазовращателей являются выходными ортогонально поляризационными каналами БПП микрополосковой решетки 1.

БУП (фиг. 8) состоит из первого трехдецибелльного делителя мощности 36, один выходной канал которого соединен с входным каналом первого фазовращателя 37, а другой его выходной канал и выходной канал первого фазовращателя 37 соединены с входным и развязанным каналами трехдецибелльного направленного ответвителя 38 соответственно, проходной и связанный каналы которого соединены с входными каналами первого 39 и второго 40 переключателей соответственно, первые выходные каналы которых соединены с согласованными нагрузками 41 и 42, а вторые выходные каналы соединены с входными каналами второго 43 и третьего 44 фазовращателей соответственно, выходные каналы которых соединены с входными каналами второго 45 и третьего 46 трехдецибелльных делителей мощности соответственно, выходные каналы второго 45 и третьего 46 трехдецибелльных делителей мощности являются выходными каналами БУП, которые подключены к отрезкам входных линий передачи 19, 20, 21 и 22 четырех средних излучателей 15 микрополосковой антенной решетки 1 соответственно, а входной канал первого трехдецибелльного делителя мощности 36 является входным каналом БУП микрополосковой антенной решетки 1.

Микрополосковая решетка работает следующим образом.

В режиме излучения на каждую из четырех входных линий передачи 19, 20, 21 и 22 четырех средних излучателей 15 передающей субрешетки микрополосковой антенной решеткой 1 подается равноамплитудный сигнал с фазовым распределением, соответствующим заданному виду поляризации результирующего излучаемого электромагнитного поля. Так, например, передающая субрешетка: при фазовом распределении 0° , 180° на входных линиях передачи 19 и 21 возбуждения первого и третьего среднего излучателей соответственно, а второго и четвертого 20 и 22 подключение к согласованной нагрузке - излучает сигнал вертикальной поляризации; при фазовом распределении 0° , 180° на входных линиях передачи 20 и 22 возбуждения второго и четвертого среднего излучателей соответственно, а первого и третьего 19 и 21 подключение к согласованной нагрузке - излучает сигнал горизонтальной поляризации; при фазовом распределении 0° , 90° , 180° и 270° соответственно первой 19, второй 20, третьей 21 и четвертой 22 входных линий передачи средних излучателей излучается сигнал круговой поляризации правостороннего направления вращения вектора электрического поля; при фазовом распределении 270° , 180° , 90° ,

0° соответственно 19, 20, 21 и 22 входных линий передачи излучается сигнал круговой поляризации левостороннего направления вращения.

В режиме приема на апертуру приемной субрешетки микрополосковой антенной решетки 1 падает поляризованная, с любым видом поляризации, электромагнитная волна. На микрополосковых излучателях 4, 15 и 11 вектор напряженности электрического поля принятого сигнала раскладывается как суперпозиция двухкоординатно ориентированных, в принятой прямоугольной координатной сетке микрополосковой антенной решетки 1, на две координатные составляющие сигнала в прямоугольной координатной сетке антенной решетки 1: одна - это проекция, параллельная лучам 5 и 7 и соответствует горизонтальной составляющей; другая - это проекция, параллельная лучам 6 и 8 и соответствует вертикальной составляющей. Каждая из составляющих сигнала возбуждает соответствующую ей систему линеек излучателей 11. Результирующий сигнал с линейки излучателей выделяется на соответствующем ей активном среднем излучателе 4 луча 5, 6, 7, 8 прямоугольной координатной сетки соответственно. Через возбуждающие элементы 13 сигнал со средних излучателей 4 поступает в соответствующие им отрезки микрополосковых линий 23, 24, 25 и 26 разводки питания 14. Поскольку расстояние между возбуждающими элементами 13 равно или кратно длине волны, то в отрезках микрополосковых линий 23, 24, 25 и 26 разводки питания 14 происходит синфазное суммирование сигналов с подключенных к ним средних излучателей 4. Результирующий сигнал с отрезков микрополосковых линий 21, 22, 23 и 24 поступает на выходные линии передачи 25, 26, 27 и 28 соответственно. Результирующие амплитудные и фазовые составляющие в выходных линиях передачи 25, 26, 27 и 28 адекватны вертикальной и горизонтальной составляющим принятого сигнала.

В микрополосковой антенной решетки 1 (фиг.2) подключение четырех систем излучателей 32, 33, 34 и 35 и выполнения равенства излучателей 11 в строке и в столбце, заключенных в соответствующих взаимно перпендикулярных попарно лучах 5 и 6, 6 и 7, 7 и 8, 8 и 9 прямоугольной координатной сетки, обеспечивают в режиме приема: точное воспроизведение заданных поляризационных характеристик, полную симметрию диаграммы направленности антенной решетки в ортогональных плоскостях, низкий уровень боковых лепестков.

При подключении БПП (фиг.7) к приемной субрешетке микрополосковой антенной решетки 1 работает следующим образом. Сигналы с выходных линий передачи 27 и 29 составляющих вертикальной поляризации, 28 и 30 составляющих горизонтальной поляризации, разводки питания 14 поступают на входные каналы первого 34 и второго 35 трехдецибелных делителей мощности соответственно, где синфазно суммируются и с выходных каналов через фазовращатели 32 и 33 соответственно поступают на выходные ортогонально поляризационные каналы БПП микрополосковой антенной решетки.

При подключении БУП (фиг. 8) к передающей субрешетке микрополосковой антенной решетки 1 работает следующим образом. Входной сигнал подается на входной канал трехдецибелного делителя мощности 36, с выходных каналов которого один через фазовращатель 37, а другой непосредственно поступают на входной и развязанный каналы трехдецибелного направленного ответвителя 38.

Фазовращатель 37 устанавливается в три рабочих режима, каждому из которых соответствует определенная поляризационная характеристика передающей субрешетки. Первый режим - равноамплитудный сигнал с проходного и связанного выходных каналов направленного ответвителя 38 соответственно через последовательно соединенные первый переключатель 39 и второй фазовращатель 43, второй переключатель 40 и третий фазовращатель 44 с фазовым распределением 0°, 90°, 180°, 270° или с фазовым распределением 270°, 180°, 90°, 0° поступает на входные каналы соответственно второго 45 и третьего 46 трехдецибелных делителей мощности, выходные каналы которых соединены с входными каналами 27, 28, 29 и 30 разводки питания 14 антенной решетки 1, и это соответствует круговой правосторонней или левосторонней поляризации. Второй и третий режимы работы соответствуют линейной горизонтальной или вертикальной поляризации сигнала соответственно, что обеспечивается путем полного перераспределения мощности между проходным и связанным каналами направленного ответвителя 38 и переключателями 39 и 40. Режим горизонтальной поляризации - сигнал поступает на выходные каналы 28 и 30, а каналы 27 и 29 переключаются переключателем 39 на согласованную нагрузку 41. В режиме вертикальной поляризации - сигнал поступает на выходные каналы 27 и 29, а каналы 28 и 30 переключаются переключателем 40 на согласованную нагрузку 42.

Формула изобретения:

1. Микрополосковая антенная решетка, содержащая излучатели, выполненные в форме прямоугольника, центры которых размещены в узлах прямоугольной координатной сетки и разделенные между собой по каждой ветви прямоугольной координатной сетки зазорами, а стороны излучателей расположены параллельно соответствующим ветвям этой прямоугольной координатной сетки, при этом средние излучатели четырех перпендикулярных лучей прямоугольной координатной сетки соответственно выполнены в форме прямоугольника, одна сторона которых, параллельная соответствующему лучу прямоугольной координатной сетки, равна длине волны, а другая, смежная с ней сторона среднего излучателя, равна половине длины волны, остальные излучатели микрополосковой антенной решетки выполнены в форме квадрата, сторона которого равна длине волны, при этом к каждому среднему излучателю четырех перпендикулярных лучей прямоугольной

координатной сетки в точке, расположенной на середине стороны длиной, равной длине волны, подключены возбуждающие элементы, выполненные в виде металлических штырей, одни концы которых гальванически соединены с соответствующими средними излучателями, а вторые концы гальванически соединены с разводкой питания, выполненной в виде четырех перпендикулярных отрезков микрополосковых линий, оси которых расположены параллельно четырем перпендикулярным лучам средних излучателей прямоугольной координатной сетки соответственно, диэлектрическая подложка разводки питания установлена параллельно диэлектрической подложке микрополосковой антенной решетке, при этом вторые концы возбуждающих элементов средних излучателей четырех перпендикулярных лучей прямоугольной координатной сетки включены в соответствующие отрезки микрополосковых линий разводки питания по осевым линиям, отрезок выходной линии передачи подключен к продолжению одного отрезка микрополосковой линии разводки питания, отличающаяся тем, что микрополосковая антенная решетка содержит четное количество излучателей, при этом четыре средних излучателя соответственно четырех перпендикулярных лучей прямоугольной координатной сетки, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки, расположены в форме квадрата, каждая сторона которого образована двумя внешними по отношению к началу координат микрополосковой антенной решетки сторонами двух средних излучателей, одной стороной, равной длине волны, одного среднего излучателя и одной стороной, равной половине длины волны, другого среднего излучателя двух перпендикулярных лучей прямоугольной координатной сетки соответственно, причем каждый из четырех средних излучателей, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки по средней линии, параллельной стороне, равной длине волны, гальванически соединен контактным элементом с земляной поверхностью микрополосковой антенной решетки, при этом внешние стороны, равные длине волны четырех средних излучателей, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки, и соответствующие им системы средних излучателей соответственно четырех перпендикулярных лучей прямоугольной координатной сетки расположены на соответствующих лучах прямоугольной координатной сетки и к этим сторонам подключены возбуждающие элементы, которые соединены с разводкой питания, причем к внутренним сторонам, равным длине волны каждого из четырех средних излучателей, ближайших к началу координат микрополосковой антенной решетки, подключены отрезки входных линий передачи, причем длина четырех перпендикулярных отрезков микрополосковых линий разводки питания с одной стороны ограничена точкой подключения второго конца возбуждающего элемента четырех средних излучателей четырех перпендикулярных лучей прямоугольной координатной сетки, ближайших к началу

координат микрополосковой антенной решетки, соответственно, а к продолжению второго, третьего и четвертого перпендикулярных отрезков микрополосковых линий разводки питания подключены введенные второй, третий и четвертый отрезки выходных линий передачи.

2. Микрополосковая антенная решетка по п.1, отличающаяся тем, что к четырем линейкам крайних пассивных излучателей, выполненных в форме квадрата со стороной, равной длине волны, подключены введенные четыре системы излучателей, выполненных в форме квадрата со стороной, равной длине волны, идентичные излучателям в форме квадрата со стороной, равной длине волны микрополосковой антенной решетки, центры введенных излучателей расположены в узлах прямоугольной координатной сетки микрополосковой антенной решетки, причем введенные четыре системы излучателей установлены со стороны внешних сторон четырех линеек крайних излучателей соответственно, причем первая система введенных излучателей установлена к первой линейке излучателей, ограниченной первым и вторым перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна первому лучу прямоугольной координатной сетки, вторая система введенных излучателей установлена ко второй линейке излучателей, ограниченной вторым и третьим перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна второму лучу прямоугольной координатной сетки, третья система введенных излучателей установлена к третьей линейке излучателей, ограниченной третьим и четвертым перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна третьему лучу прямоугольной координатной сетки, четвертая система введенных излучателей установлена к четвертой линейке излучателей, ограниченной четвертым и первым перпендикулярными лучами прямоугольной координатной сетки, продольная ось которой параллельна четвертому лучу прямоугольной координатной сетки, при этом количество излучателей в форме квадрата, заключенных в соответствующих перпендикулярных лучах прямоугольной координатной сетки, одинаково и количество излучателей в строке равно количеству излучателей в столбце, а зазоры, разделяющие между собой излучатели по каждой ветви прямоугольной координатной сетки, выполнены одинаковой ширины.

3. Микрополосковая антенная решетка по п.1, отличающаяся тем, что контактный элемент выполнен в виде металлической пластины.

4. Микрополосковая антенная решетка по п.1, отличающаяся тем, что контактный элемент выполнен в виде ряда металлических штырей.

5. Микрополосковая антенная решетка по п.1, отличающаяся тем, что введен блок преобразования поляризации (БПП), входные каналы которого подключены к выходным линиям передачи разводки питания микрополосковой антенной решетки, а первый и второй выходные каналы БПП являются

выходными ортогонально поляризованными каналами микрополосковой антенной решетки.

6. Микрополосковая антенная решетка по п.5, отличающаяся тем, что БПП состоит их первого и второго фазовращателей, выходные каналы которых соединены с входными каналами первого и второго трехдецибельных делителей мощности соответственно, выходные каналы которых являются входными каналами БПП, которые подключены к соответствующим выходным линиям передачи разводки питания микрополосковой антенной решетки, а входные каналы первого и второго фазовращателей являются выходными ортогонально поляризованными каналами БПП микрополосковой антенной решетки.

7. Микрополосковая антенная решетка по п.1, отличающаяся тем, что введен блок управления поляризации (БУП), выходные каналы которого подключены к отрезкам входных линий передачи четырех средних излучателей микрополосковой антенной решетки соответственно, а входной канал БУП является входным каналом микрополосковой антенной решетки.

8. Микрополосковая антенная решетка по п.7, отличающаяся тем, что БУП состоит из

первого трехдецибельного делителя мощности, один выходной канал которого соединен с входным каналом первого фазовращателя, а другой его выходной канал и выходной канал первого фазовращателя соединены с входным и развязанным каналами трехдецибельного направленного ответвителя соответственно, проходной и связанный каналы которого соединены с входными каналами первого и второго переключателей соответственно, первые выходные каналы которых соединены с согласованными нагрузками, а вторые выходные каналы соединены с входными каналами второго и третьего фазовращателей соответственно, выходные каналы которых соединены с входными каналами второго и третьего трехдецибельных делителей мощности соответственно, выходные каналы второго и третьего трехдецибельных делителей мощности являются выходными каналами БУП, которые подключены к отрезкам входных линий передачи четырех средних излучателей микрополосковой антенной решетки соответственно, а входной канал первого трехдецибельного делителя мощности является входным каналом БУП микрополосковой антенной решетки.

5

10

15

20

25

30

35

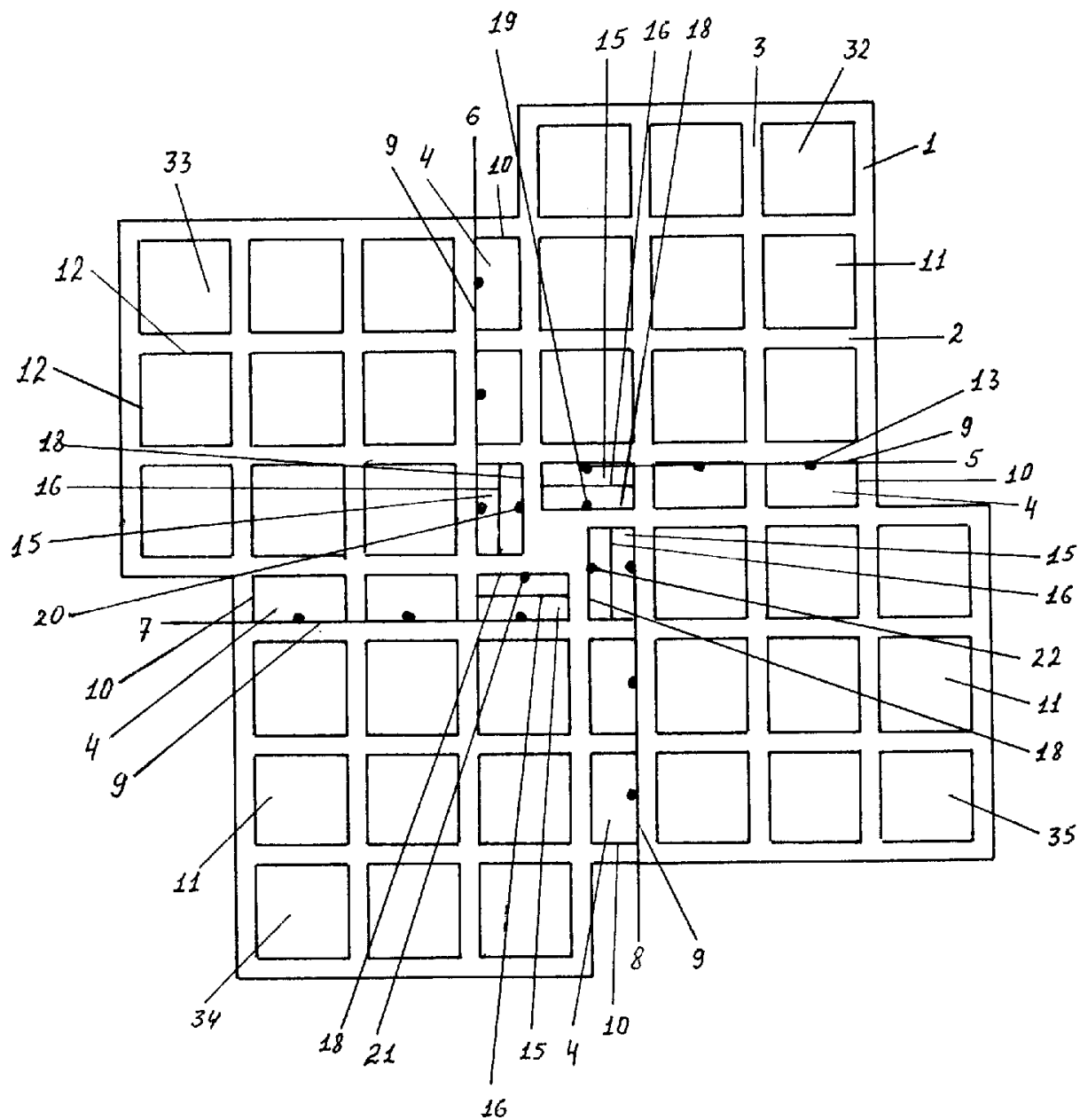
40

45

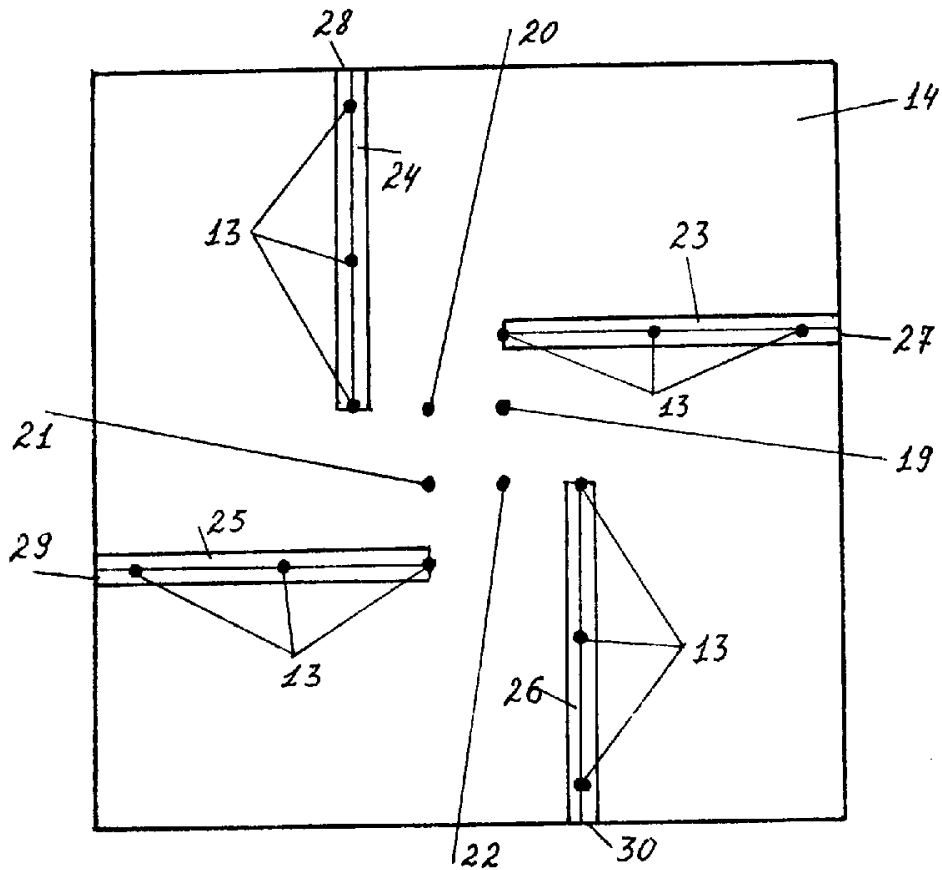
50

55

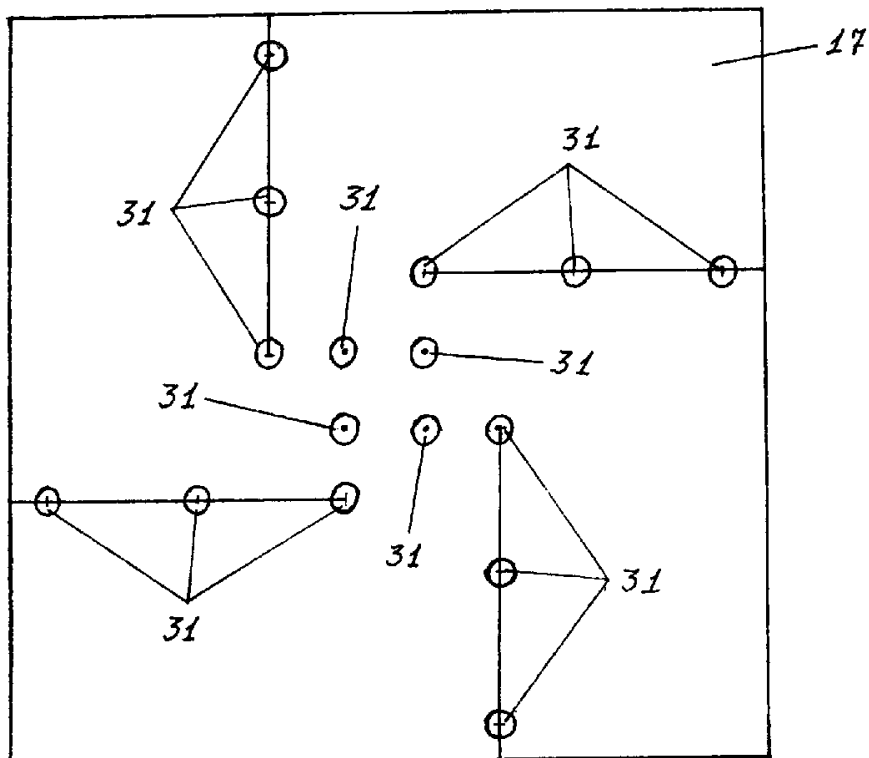
60



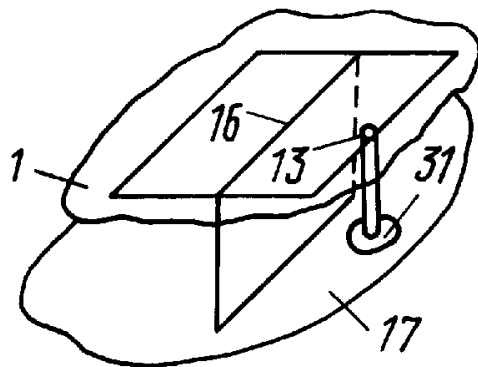
Фиг.2



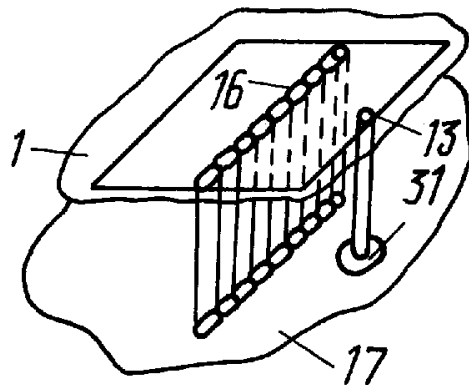
фиг. 3



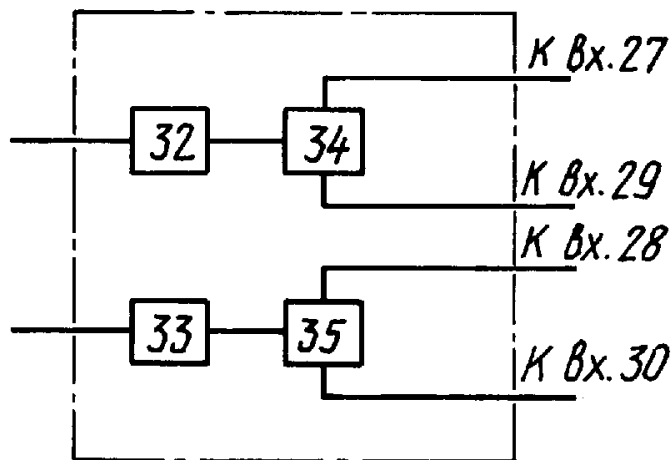
фиг. 4



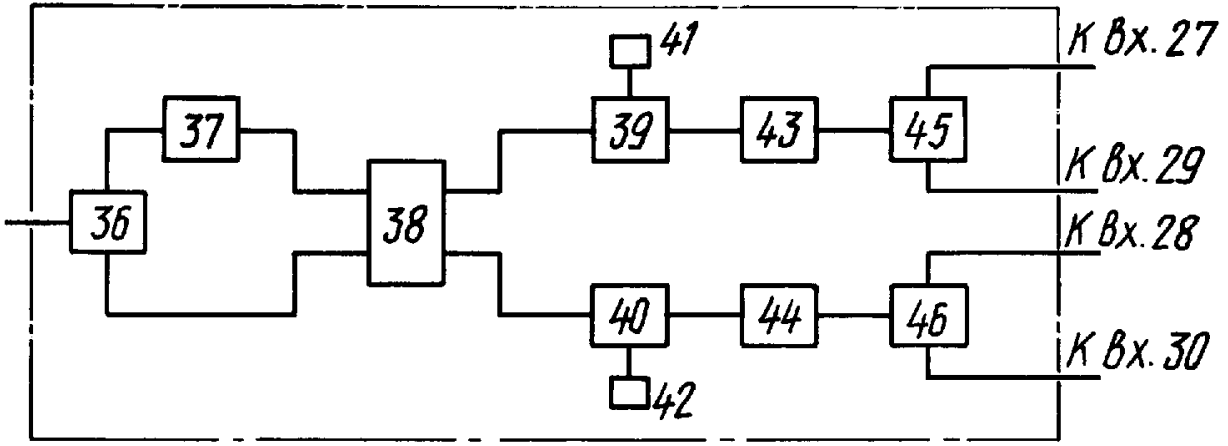
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



ФЦ2.8

RU 2156524 C2

RU ?156524 C2