

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **039212**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2021.12.17**

**(21)** Номер заявки  
**201991466**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2018.01.17**

**(51)** Int. Cl. **H01Q 3/26** (2006.01)  
**G06K 7/00** (2006.01)  
**H04B 1/59** (2006.01)

---

**(54) БЕСПРОВОДНОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПЕРЕИЗЛУЧЕНИЯ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ**

---

**(31)** 20170071

**(32)** 2017.01.17

**(33)** NO

**(43)** 2020.01.31

**(86)** PCT/EP2018/051090

**(87)** WO 2018/134241 2018.07.26

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**НОРБИТ ИТС (NO)**

**(72)** Изобретатель:  
**Киркнес Стеффен (NO)**

**(74)** Представитель:  
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)**

**(56)** US-A-4806938

JP-A-2007068088

WO-A1-2013045015

US-A1-2005200516

SHYH-JONG CHUNG ET AL.: "A Novel Bi-Directional Amplifier With Applications in Active Van Atta Retrodirective Arrays", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, PLENUM, USA, vol. 51, no. 2, 1 February 2003 (2003-02-01), XP011076859, ISSN: 0018-9480 the whole document

LAI CHI-HUI ET AL.: "Tri-Mode Heterogeneous Integrated Beam-Switching/Van Atta/Phase-Conjugating Array Using Synthesized Transmission Lines", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, PLENUM, USA, vol. 62, no. 9, 1 September 2014 (2014-09-01), pages 2180-2192, XP011557622, ISSN: 0018-9480, DOI:10. 1109/TMTT.2014.2340813 [retrieved on 2014-08-29] the whole document

**(57)** В изобретении предлагается беспроводное устройство, содержащее решетку Ван-Атта, содержащую группу антенных пар, каждая из которых содержит два антенных элемента, электрически соединенных сигнальным трактом заранее заданной длины. Беспроводное устройство также содержит измерительный блок; этот измерительный блок предназначен для выполнения электрических измерений между двумя точками измерений. Одна из двух точек измерений находится в первой заранее заданной позиции в сигнальном тракте одной антенной пары, а другая точка измерений находится во второй заранее заданной позиции в сигнальном тракте другой антенной пары. В настоящем изобретении также предлагается способ отражения падающей волны в обратном направлении с использованием групп антенных пар.

**B1**

**039212**

**039212 B1**

Изобретение относится к системе и способу для отражения электромагнитной волны. В частности, настоящее изобретение относится к беспроводному устройству, адаптированному для отражения падающей волны в заранее заданном направлении и, предпочтительно, для восстановления первоначальной формы падающей волны, и к используемому для этого способу.

Решетки Ван-Атта подробно описываются в соответствующей литературе. Например, в патенте US2908002, зарегистрированным самим Ван Аттом, объясняется, как такая решетка может использоваться для отражения падающей волны в заранее заданном направлении. Затем было предложено несколько усовершенствований решеток или рефлекторов Ван-Атта. Например, в патенте US 3496570 предлагаются средства для предотвращения зеркального отражения от решетки Ван-Атта, а в патенте US 5945938 предлагается простой в производстве и дешевый транспондер на основе решетки Ван-Атта. Рефлектор на основе решетки Ван-Атта имеет одну из самых простых структур для переизлучающих в обратном направлении антенных решеток. За счет этого рефлектор на основе решетки Ван-Атта применяется в беспроводной связи, в радиочастотной идентификации (RFID, RF Identification) и в интеллектуальных транспортных системах (ITS, Intelligent Transportation System).

В вариантах применения, подобных выделенной связи малой дальности (DSRC, Dedicated Short-Range Communication), для выполнения связи на установленном расстоянии требуется, чтобы усиление транспондера при преобразовании находилось в пределах узкого диапазона. Это также отражается в соответствующих требованиях нормативных документов.

За счет применения решетки Ван-Атта усиление при преобразовании может быть увеличено практически до максимального предельного значения усиления при преобразовании. Однако поскольку каждый антенный элемент в решетке Ван-Атта используется и для приема, и для передачи, ширина ее диаграммы направленности будет воздействовать на энергетический потенциал канала связи два раза и за счет этого будет расходовать значительную часть доступного диапазона усиления.

В патенте US 5254997 рассматривается отвечающая на запросы переизлучающая в обратном направлении система, в которой блок-ответчик модулирует информацией сигнал запроса и передает закодированный сигнал запроса обратно в направлении поступления принятого сигнала запроса. В патенте US 5254997 также рассматривается использование двустороннего модулятора, в этом случае сигнал запроса принимается одним элементом антенной пары, а модулируется и передается другим элементом антенной пары, таким образом удваивая число эффективных элементов передающей антенны по сравнению с односторонним модулятором. В патенте US 6657580 рассматривается транспондер, содержащий переизлучающую антенну, в которой длина линий передачи кратна длине волны переизлучаемого сигнала.

Для транспондеров с обратным рассеянием, применяемых для систем DSRC, определяются требования по усилению при преобразовании и требования по ширине диаграммы направленности. В случае пассивного транспондера DSRC усиление при преобразовании практически полностью зависит от антенны. Усиление и ширина диаграммы направленности антенны обычно обратно пропорциональны друг другу, таким образом, требования большого усиления при преобразовании и большой ширины диаграммы направленности взаимно противоречивы.

Упомянутые выше и другие проблемы, характерные предшествующему уровню техники, устраняются с помощью соответствующих независимых пунктов формулы настоящего изобретения.

В соответствии с одним аспектом настоящего изобретения, представлены система и способ для увеличения эффективной ширины диаграммы направленности транспондера более ширины диаграммы направленности базовых излучающих элементов.

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения может быть представлено устройство и способ для уменьшения нежелательного излучения обратного рассеяния.

В соответствии с еще одним аспектом настоящего изобретения, может быть представлено устройство и способ для увеличения эффективной ширины диаграммы направленности без увеличения нежелательного излучения.

В типовой конфигурации транспондер Ван-Атта представляет собой группу антенных элементов, расположенных вокруг общего геометрического центра. Симметрично размещенные пары антенных элементов соединяются соответствующими линиями передачи, являющимися сигнальными трактами заданной электрической длины. В обычном случае используется идентичная электрическая длина сигнальных трактов. Кроме того, длина может быть равна представляющей интерес длине волны с заданным коэффициентом. Обычно заданный коэффициент является целым числом. Поскольку по сигнальным трактам передаются электрические сигналы, которые распространяются в обоих направлениях, вдоль сигнального тракта формируются стоячие волны. Эти стоячие волны подобны волнам в ненагруженной линии передачи.

Настоящее изобретение более подробно рассматривается с использованием следующих чертежей, поясняющих варианты реализации настоящего изобретения с помощью примеров.

На фиг. 1 показана простая решетка Ван-Атта.

На фиг. 2а показано простое антенное устройство с одной парой антенных элементов.

На фиг. 2b показано формирование картины стоячей волны между двумя антенными элементами

простой антенны, показанной на фиг. 2а, за счет воздействия падающей волны, передаваемой передатчиком, выровненным по средней оси размещения антенных элементов.

На фиг. 3 показано формирование картины стоячей волны между двумя антенными элементами на фиг. 2В в случае, когда передатчик установлен под ненулевым углом относительно средней оси размещения антенных элементов.

На фиг. 4 показано сравнение картин стоячих волн двух пар антенных элементов решетки Ван-Атта в случае, когда передатчик установлен под ненулевым углом относительно средней оси размещения антенных элементов.

На фиг. 5 показан другой аспект использования квадратурной мостовой схемы в качестве модулятора и параллельно подключенных диодов для выполнения функции детектирования.

На фиг. 6 показано использование квадратурной мостовой схемы и параллельно подключенных диодов для случая, когда также описывается волновой фронт падающей волны, и для параллельно подключенных диодов также показана простая цепь смещения.

На фиг. 7 показано использование квадратурной мостовой схемы и последовательно подключенных диодов, и простой цепи смещения для этого случая.

На фиг. 1 показана простая решетка 100 Ван-Атта в одномерной конфигурации. Решетка 100 Ван-Атта состоит из трех антенных пар АВ, CD и EF. Каждая антенная пара состоит из двух антенных элементов, размещенных симметрично относительно общего центра 120. Общий центр 120 обычно является геометрическим центром решетки. Кроме того, поскольку показанная решетка 100 Ван-Атта является одномерной решеткой, все антенные пары размещаются вдоль одной и той же оси 106, которую в данном случае можно назвать горизонтальной осью 106. Каждая антенная пара связана сигнальным трактом заранее заданной длины. Например, антенная пара АВ содержит антенные элементы А и В, которые связаны соответствующим им сигнальным трактом 101. Подобным же образом, антенная пара CD содержит антенные элементы С и D, связанные сигнальным трактом 102, а антенная пара EF - антенные элементы Е и F, связанные сигнальным трактом 103.

Сигнал, принятый элементом А, может быть передан на элемент В по сигнальному тракту 101. Подобным же образом, сигнал, принятый элементом В, может быть передан на элемент А по этому же сигнальному тракту 101. Подобное применимо к каждой из антенных пар CD и EF.

На фиг. 1 также показан передатчик 180, находящийся с передней стороны от антенной решетки 100. Показан передатчик 180, выровненный по центру 120 антенной решетки, и передача серии волновых фронтов выполняется по направлению к антенному устройству 100. Направление передачи волновых фронтов указывается стрелкой 110, к антенной решетке ближе всего волновой фронт 191. Необходимо принимать во внимание, что центральная точка каждого сигнального тракта выровнена по общему центру 120. Если воображаемую перпендикулярную линии 105 провести с пересечением горизонтальной оси 106 в центральной точке 120, то эта перпендикулярная линия также пересечет центр сигнального тракта, соединяющего каждую из антенных пар. Там, где тракт сигнала отмечен направлением передачи 110 волновых фронтов из передатчика 180, перпендикулярная линия 105 также пересекает горизонтальную ось 106. Перпендикуляр 105 также может называться нормалью 105 антенного устройства 110. В случае, показанном на фиг. 1, поскольку передатчик 180 горизонтально выровнен по центру 120 антенной решетки 100, нормаль 105 совпадает с трактом передачи волновых фронтов по направлению к антенному устройству 100 - другими словами, воображаемая вертикальная ось или нормаль 105 при продлении или экстраполяции по направлению к передатчику указывается стрелкой 110. Заранее заданные длины 101, 102 и 103 обычно равны друг другу, или электрическая длина соединительных элементов в каждой антенной паре обычно является одной и той же для решетки, по крайней мере в одном из измерений решетки. Как сказано выше, решетка, показанная на фиг. 1, является одномерной решеткой -то есть антенные элементы размещаются вдоль только одной оси или измерения 106. Возможны многомерные решетки, в которых антенные элементы размещаются вдоль нескольких осей. Специалистам должно быть понятно, что электрическая длина соединительных элементов в каждой из антенных пар антенны в антенной решетке также может зависеть от электрических длин других элементов антенной решетки, причем эта зависимость определяется коэффициентом длины волны, являющимся целым числом.

На фиг. 2а показано простое антенное устройство 200 с антенной парой, состоящей из элементов А и В. Антенные элементы А и В электрически соединены проводом 230, формирующим сигнальный тракт между элементами А и В. Сигнальный тракт между элементами А и В имеет длину X. Элементы А и В размещаются симметрично относительно центральной точки 220. Центральная точка 220 также является средней точкой сигнального тракта, находящейся на расстоянии X/2 от элемента А и на расстоянии X/2 от элемента В. Другими словами, длины 215 и 225 равны X/2.

На фиг. 2б показан волновой фронт 201 падающей волны, приближающийся к антенному устройству 200, что приводит к формированию картины 202 стоячей волны между двумя антенными элементами А и В. На фиг. 2б сигнальный тракт или провод 230 в явном виде не показан. Волновой фронт 201 формируется падающей волной, передаваемой передатчиком, выровненным по средней оси или нормали 205 устройства 200 (выровненного, как на фиг. 1). Волновой фронт 201 передается передатчиком (на фиг. 2 в явном виде не показан), размещенным таким образом, что направление передачи 210 волнового фронта

201 падающей волны выровнено по центру 220 антенного устройства. Поскольку передатчик выровнен по центру, нормаль 205 выровнена относительно направления 210 волнового фронта падающей волны, при этом угол между направлением 210 передачи волнового фронта 201 падающей волны и нормалью равен нулю.

Антенные элементы А и В соединяются сигнальным трактом (на фиг. 2 в явном виде не показано), при этом сигнал, принятый элементом А, проходит через этот сигнальный тракт к элементу В. Таким же образом сигнал, принятый элементом В, проходит через этот же сигнальный тракт к элементу А.

Таким образом, передатчик в этом случае находится в так называемой "центральной передней точке" антенного устройства, генерирующего волновой фронт 201, который принимается с одной фазой на обоих антенных элементах А и В, что приводит к объединению электрических сигналов и к их синфазному добавлению к пиковому значению 212, появляющемуся в центре 220 сигнального тракта. Поэтому при выполнении измерений в центральной точке 220 в сигнальном тракте будет считываться пиковое значение 212 сигнала 202. На диаграммах 260 и 270 показан сдвиг по фазе вдоль сигнального тракта между элементами А и В для сигналов, передающихся в противоположных направлениях относительно друг друга. На первой диаграмме 260 показана падающая волна, принимаемая элементом А и после этого передающаяся через сигнальный тракт на элемент В, а на второй диаграмме 270 показана падающая волна, принимаемая элементом В и после этого передающаяся через сигнальный тракт на элемент А.

Пиковое значение объединенного сигнала повторяется с переменной полярностью для каждой полуволны вдоль сигнального тракта.

Для полной ясности можно сказать, что в действительности можно физически сформировать электрическую цепь или сигнальный тракт антенной пары таким образом, что средняя точка сигнального тракта физически будет отличаться от геометрического центра антенной решетки. В таком случае кажется, что нормаль антенной решетки не пересекает среднюю точку сигнального тракта. Однако это не изменяет того факта, что средняя точка сигнального тракта будет находиться на нормали решетки, если электрическая длина физически симметрично разделена относительно центральной точки решетки. Поэтому для упрощения и без какой-либо потери общности в настоящем изобретении предполагается, что средние точки всех сигнальных трактов по существу находятся на нормали решетки, выровненной по центральной точке. Поэтому специалистам должно быть понятно, что имеется в виду при упоминании средней точки или центра сигнального тракта.

Теперь обратимся к фиг. 3, на которой показано то же самое антенное устройство, но направление передачи 310 волнового фронта падающей волны изменено на определенный угол. Волновой фронт 201 падающей волны теперь передается в направлении под ненулевым углом 315 относительно нормали 305 антенного устройства. В этом случае передатчик (на чертеже в явном виде не показан) смещен относительно центра 220 антенного устройства, волновой фронт падающей волны появляется с разными фазами в антенных элементах, что приводит к формированию картины стоячей волны и соответствующему сдвигу вдоль сигнального тракта. В этом случае максимумы картины стоячей волны смещаются к элементу А относительно центра 220. Например, один из максимумов 312 перемещается влево от центра 220 по сравнению с максимумом 212, который появляется в центре 220 в случае, показанном на фиг. 2В для выровненного передатчика. В отличие от этого, в примере, показанном на фиг. 3, центру 220 сигнального тракта теперь соответствует минимальное значение сигнала картины 302 стоячей волны.

Это можно проиллюстрировать математически следующим образом: в случае заданного расстояния или интервала "S" между антенными элементами сдвиг по фазе  $d\Phi$  принятого сигнала связан с углом  $\theta$  падающей волны следующим уравнением:

$$d\Phi = \frac{S}{L} \cdot (\sin(\theta)) \cdot 360 \text{ градусов}$$

При решении этого уравнения для интервала между антенными элементами в одну длину волны ( $S = L$ ) и угла падающей волны  $\theta = 30^\circ$  разность фаз становится равной  $180^\circ$ , то есть появляется аналогичная стоячая волна, но с обратной полярностью. Поэтому направление передачи волнового фронта падающей волны наклонено под углом 315 в  $30^\circ$  относительно нормали 305 для примера, показанного на фиг. 3. Не следует путать интервал между антенными элементами, который здесь указывается символом "S", с длиной (длинами) сигнального тракта. В качестве примера предположим, что пара Ван-Атта состоит из двух антенных элементов, например антенных элементов А и В, длина сигнального тракта равна длине сигнальной линии или линии передачи, которая соединяет два этих антенных элемента в паре Ван-Атта, а интервал между антенными элементами представляет собой физический интервал между двумя элементами в паре Ван-Атта. Длина сигнального тракта обычно больше интервала между антенными элементами.

Предположим, что сигнал в сигнальном тракте измеряется как напряжение, таким образом, напряжение в центре сигнального тракта будет изменяться от своего максимума до своего минимума (или до нуля в этом случае), поскольку волновой фронт падающей волны смещается от нуля до  $30^\circ$  относительно центральной оси. Таким образом, напряжение в центре тракта будет изменяться от своего максимума до нуля, поскольку волновой фронт падающей волны смещается от нуля до  $30^\circ$ . Это соответствует случаям,

показанным на фиг. 2В и фиг. 3, соответственно.

Для дальнейшего разъяснения с помощью другого примера теперь рассмотрим антенное устройство с двумя антенными парами и с соответствующими им сигнальными трактами; первым и вторым сигнальными трактами, соответственно. Теперь обратимся к фиг. 4, на которой показано антенное устройство или решетка с двумя парами антенных элементов, АВ и CD соответственно, размещенных вдоль одной и той же оси (на чертеже в явном виде не показано). На основе предшествующего обсуждения, можно видеть, что волновой фронт 401 падающей волны имеет направление передачи 410, находящееся под ненулевым углом относительно нормали антенной решетки. Антенные элементы А и В в антенной паре АВ формируют первую пару Ван-Атта и соединяются первым сигнальным трактом 431, а антенные элементы С и D в антенной паре CD формируют вторую пару Ван-Атта и соединяются вторым сигнальным трактом 432. Сигнальные тракты 431 и 432 имеют одну и ту же электрическую длину, или длины сигнальных трактов 431 и 432 зависят друг от друга, причем эта зависимость определяется коэффициентом длины волны, являющимся целым числом. Рассмотрим два сигнала, измеряемых в точках ab и cd в соответствующих сигнальных трактах АВ и CD, сгенерированных падающей волной, передаваемой передатчиком (передатчик на чертеже в явном виде не показан). Сигнал в точке ab измеряется в центре 220 первого сигнального тракта, а сигнал в точке cd измеряется на расстоянии половины длины волны от центра второго сигнального тракта, слева от центра, как показано на чертеже. На основе предшествующих обсуждений следует принять во внимание, что точка ab также находится в геометрическом центре решетки, содержащей антенные пары АВ и CD. Из-за того, что точки ab и cd измерений находятся друг от друга на расстоянии половины длины волны, электрические сигналы в точках ab и cd будут иметь максимальную амплитуду, но противоположную полярность в случае, когда передатчик выровнен по геометрическому центру антенного устройства или решетки - другими словами, угол между нормалью и направлением передачи волнового фронта, как было сказано раньше, является нулевым. Этот случай представлен в виде первого набора диаграмм 470, на которых показаны сигналы ab и cd, соответственно. Если интервал между элементами С и D будет в два раза больше интервала между элементами А и В, и передатчик будет смещен в направлении антенного элемента В (или D), то сигнал в точке cd будет смещен по фазе в два раза больше сигнала в точке ab. При угле  $30^\circ$  сигналы в точках ab и cd будут иметь одинаковую амплитуду и полярность, как показано на третьем наборе диаграмм 472. Для второго набора диаграмм 471, на котором показан угол  $14,5^\circ$ , дополнительные пояснения не требуются. Необходимо отметить, что в этом примере антенные элементы А и В в первой паре Ван-Атта находятся друг от друга на расстоянии примерно в одну длины волны. Антенные элементы С и D во второй паре Ван-Атта находятся друг от друга на расстоянии примерно в две длины волны. В данном случае в качестве длины волны используется длина волны волнового фронта 401 падающей волны или представляющего интерес сигнала. Специалистам в этой области техники понятно, что объем или общность настоящего изобретения не ограничены указанным расстоянием, и также возможны другие расстояния. Ожидаемые значения сигнала можно рассчитывать, например, по заранее представленному уравнению падающей волны. Решетка также может содержать дополнительные пары Ван-Атта, которые соединены подобным же образом; измерения могут выполняться в сигнальных трактах соседних пар или между заранее заданными парами. Также возможно мультиплексирование измерений - например, первое измерение между первым сигнальным трактом и вторым сигнальным трактом, как было объяснено ранее, а затем между первым сигнальным трактом и третьим сигнальным трактом, где третий сигнальный тракт является трактом с третьей парой Ван-Атта и т.д. Кроме того, каждый сигнальный тракт может иметь более одной точки измерений - например, первый сигнальный тракт содержит не только точку измерений ab, но и по меньшей мере еще одну точку измерений. Подобным образом, и другие сигнальные тракты также могут содержать группы точек измерений.

В соответствии с одним аспектом настоящего изобретения, изменение картины стоячей волны, зависящей от угла падающей волны, используется для изменения формы луча антенны.

Конкретнее, в соответствии с другим аспектом настоящего изобретения, за счет соединения по меньшей мере двух пар антенн с помощью функции выравнивания, форма объединенного луча может стать более плоской за счет некоторого подавления на передней стороне и усиления по сторонам. Соответствующие антенные пары могут быть соединены через цепь выравнивания.

Для простоты объяснения примеры в описании настоящего изобретения показаны в простейшем виде, без ограничения объема или общности настоящего изобретения. Специалистам в этой области техники должно быть понятно, что настоящее изобретение может применяться с различными типами антенных решеток - например, с двумерными или многомерными антенными решетками. Настоящее изобретение может использоваться с любым вариантом применения беспроводной связи, в котором требуется улучшенная направленность.

Функция выравнивания может быть реализована, например, путем взаимной связи между излучающими элементами. Для двумерных антенн, например для кольцевых антенн, для достижения требуемой взаимной связи и, таким образом, требуемой функции выравнивания может использоваться расстояние между антенными элементами, а также индивидуальное вращение антенных элементов. Антенны в

непосредственной близости друг от друга взаимодействуют друг с другом (и по фазе, и по амплитуде), что добавляет некоторое излучение, и тем самым изменяет форму луча каждого антенного элемента.

В другом простом варианте реализации, импеданс, например резистор, устанавливается между точками измерений или узлами, например между *ab* и *cd*. В случае установки, например резистора, энергия волн, поступающих из центральной передней точки, будет рассеиваться на этом резисторе, поскольку сигналы будут иметь максимальное значение и противоположную полярность. Для волн под углом  $30^\circ$  - то есть, когда два сигнала на резисторе будут иметь равные амплитуды и полярности - энергия не будет рассеиваться.

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения, измерения выполняются в группе узлов на соответствующих сигнальных трактах, либо одновременно, либо последовательно. Специалистам в этой области техники должно быть понятно, что настоящее изобретение не ограничено каким-либо конкретным числом или диапазоном антенных пар или элементов и также может применяться к многомерным антенным решеткам.

Специалистам в этой области техники должно быть понятно, что этот резистор в самом простом смысле используется как электрический эквивалент любого вида электрической нагрузки, либо как цепь измерения мощности. По этой причине термин "резистор" используется для упрощения описания и легкости понимания, что не влияет на объем настоящего изобретения. Специалистам должно быть понятно, что настоящее изобретение не ограничено использованием резистора в качестве простой выравнивающей цепи. Для реализации функции выравнивания также могут использоваться другие виды устройств. Например, помимо резистора с потерями могут использоваться устройства практически без потерь - например, катушки индуктивности, конденсаторы, направленные и ненаправленные ответвители и т.п.

Цепь выравнивания даже может содержать цепь измерения мощности или цепь измерения тока; эта цепь измерения мощности может использоваться для измерения передачи мощности между двумя точками измерений, а цепь измерения тока - для измерений тока между двумя точками измерений. Цепь выравнивания также может содержать блок обработки сигналов. Блок обработки сигналов может использоваться, например, для выполнения функций обработки сигналов, измеренных между точками измерений. Могут выполняться следующие функции обработки сигналов - усиление, фильтрация, определение средних значений, интегрирование, корреляция, выборка данных, преобразование сигналов и т.д. По меньшей мере часть функций измерений или обработки сигналов может выполняться с использованием интегральной схемы (IC, Integrated Circuit) или специализированной интегральной схемы (ASIC, Application Specific Integrated Circuit). Специалистам должно быть понятно, что варианты реализации настоящего изобретения могут объединяться друг с другом для реализации беспроводного устройства в соответствии с конкретными предъявляемыми требованиями. Отдельное обсуждение какого-либо варианта реализации не означает, что этот вариант реализации не может использоваться совместно с другими представленными в данном документе примерами или вариантами реализации. Различные аспекты или варианты реализации настоящего изобретения могут объединяться для формирования той или иной системы в соответствии с предъявляемыми требованиями.

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения, направленный ответвитель используется для выполнения модуляции и функции детектирования для антенной пары. Теперь обратимся к фиг. 5, на котором показан направленный ответвитель 505 или точнее квадратурная гибридная мостовая схема, используемая для соединения антенных элементов А и В. Антенные элементы А и В формируют антенную пару антенны в соответствии с объяснением выше. Направленный ответвитель 505 подключается к требуемой точке измерений в сигнальном тракте. Точки измерений в сигнальных трактах были рассмотрены выше в описании настоящего изобретения - например, при описании фиг. 4. В требуемой точке измерений, в точке *ab* на фиг. 4, сигнальный тракт может быть разделен, причем один конец этого разделенного сигнального тракта подключается к антенному элементу А, подключенному к порту *a* ответвителя, а другой конец этого сигнального тракта подключается к антенному элементу В, подключенному к порту *b* ответвителя. При выполнении функции модуляции входящий или входной сигнал в порту *a* делится на два сигнала, выводимые в портах *x* и *y*, соответственно; сигналы в этих портах, *x* и *y*, смещены относительно друг друга на  $90^\circ$  и имеют мощность, равную половине мощности входного сигнала ( $0,707$  от напряжения входного сигнала). Поскольку эти сигналы отражаются двумя диодами 501 и 502 с практически одинаковым смещением, подключенными к портам *x* и *y*, сигнал подавляется в порту *a* и рекомбинируется в порту *b*. Аналогичным образом, входной сигнал в порту *b* делится на два сигнала, выводимые в портах *y* и *x*; сигналы в этих портах, *x* и *y*, смещены относительно друг друга на  $90^\circ$  и имеют мощность, равную половине мощности входного сигнала ( $0,707$  от напряжения входного сигнала). Поскольку эти сигналы отражаются двумя диодами 502 и 501 практически с одинаковым смещением, подключенными к портам *y* и *x*, сигнал подавляется в порту *b* и рекомбинируется в порту *a*. Функция передачи, формируемая типовой характеристикой диодов, также представлена в графическом виде на этом чертеже, с указанием воздействия последовательного сопротивления и последовательной индуктивности диодов для состояния высокого токового смещения (низкий импеданс), например точка 10 мА на диаграмме, и параллельной емкости и параллельного сопротивления для состояния низкого токового смещения (вы-

сокий импеданс), например точка 0,1 мА на диаграмме.

Эта функция преобразования модуляции является двунаправленной и работает для сигналов, принимаемых и передаваемых портами а и б, что улучшает характеристики переизлучения в обратном направлении.

В данном описании для простоты рассматривается одна антенная пара, но должно быть понятно, что отдельный направленный ответвитель может использоваться аналогичным образом для каждой из антенных пар в решетке, с направленными ответвителями, подключенными к заранее заданным точкам измерений.

Применение квадратурной мостовой схемы для реализации функции детектирования также показано на фиг. 6. Для улучшения чувствительности при работе в качестве детектора на диод обычно подается низкое токовое смещение. Развязка между портами а и б все еще является достаточной, и сигналы, принятые элементами А и В в паре Ван-Атта, объединятся на выходах х и у квадратурной мостовой схемы. Падающая волна, выровненная по центральной передней точке, появляется с равными фазами в портах а и б и объединяется в два равных сигнала на выходах х и у. В случае смещения падающей волны от центральной передней точки фазы на портах а и б отличаются друг от друга, а сигналы на выходах х и у объединяются по-разному. В этом примере элементы А и В размещаются друг от друга на расстоянии в одну длину волны.

На фиг. 6 (В) также показано, как сигналы объединяются одинаковым образом в случае сдвига по фазе  $0^\circ$ , и объединяются только на одном выходе в случае сдвига по фазе  $90^\circ$ . Для пояснения того, как сигналы разделяются и/или объединяются, на диаграмме В1 показан случай, когда входной сигнал подается только на порт а; в этом случае входной сигнал в порту а делится поровну, и в портах х и у появляются сигналы, смещенные относительно друг друга на  $90^\circ$ . На диаграмме В2 показан подобный случай, когда входной сигнал подается только на порт б; в этом случае сигнал также разделяется между портами х и у со смещением относительно друг друга  $90^\circ$ , однако полярность сигналов на порту х и на порту у противоположна полярности для диаграммы В1. На диаграмме В3 одинаковые сигналы синфазно подаются в порты а и б, в результате чего сигналы в порту х и в порту у имеют одну и ту же полярность. На диаграмме В4 сигналы в портах а и б равны друг другу, но смещены относительно друг друга на  $90^\circ$ , в результате этого сигнал в порту х подавляется и рекомбинируется в порту у. В этом случае на диаграмме В4 напряжения в портах а и б складываются, и результирующее напряжение приблизительно в 1,41 раза больше напряжения сигналов в портах а и б. За счет этого чувствительность детектора увеличивается, когда падающая волна сдвигается в сторону, что таким образом компенсирует потерю сигнала, обусловленную шириной лепестка диаграммы направленности элементов. Специалистам в этой области техники должно быть понятно, что диоды могут быть соединены параллельно, как показано, или последовательно. В случае параллельного подключения, как показано на фиг. 6, диод, на который подается самый сильный сигнал, будет иметь преобладающее влияние и будет сам управлять сигналом смещения с помощью своего выпрямленного напряжения. При последовательном подключении диоды будут добавлять свои выпрямленные напряжения. На фиг. 6 (С) показан пример простой цепи смещения, где ток 605 смещения подается на катушки 601 и 602 индуктивности, из которых первая катушка 601 подает смещение на первый диод 501, а вторая катушка 602 - на второй диод 502. В штатных условиях, когда схема сбалансирована; если ток 605 смещения имеет значение  $2 \cdot i_0$ , то каждая из катушек 601 и 602 будет подавать ток смещения со значением  $i_0$ . Специалистам должна быть понятна функция катушек 601 и 602, заключающаяся в блокировке сигналов переменного тока.

На фиг. 7 показан пример последовательного включения диодов. Ток 701 смещения при последовательном включении в этом случае подается через первую катушку 601, затем проходит через первый диод 501 и затем проходит через второй диод 502 перед тем, как пройти через вторую катушку 602.

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения квадратурная мостовая схема используется и как модулятор, и как детектор, что сокращает число компонентов и сложность устройства. Это также может использоваться для увеличения угла эффективного лепестка диаграммы направленности антенны.

Направленные ответвители, также содержащие квадратурные ответвители, и различные делители и сумматоры мощности и т. д., хорошо известны в технике ВЧ и СВЧ. Специалистам в области передачи электромагнитных сигналов и линий передачи должны быть понятны эти термины и должно быть понятно, что настоящее изобретение может применяться к другим устройствам с подобными функциональными возможностями без ограничения объема или общности настоящего изобретения из-за использования специальных терминов в настоящем описании.

В заключение можно сказать, что настоящее изобретение относится к беспроводному устройству, содержащему решетку Ван-Атта. Решетка Ван-Атта содержит группу антенных пар, каждая из которых содержит два антенных элемента. Антенные элементы в каждой антенной паре электрически соединены сигнальным трактом заранее заданной электрической длины. Сигнальный тракт каждой антенной пары имеет центральную точку, относительно которой симметрично размещаются два электрически соединенных антенных элемента. Беспроводное устройство также содержит измерительный блок; этот изме-

рительный блок предназначен для выполнения электрических измерений между двумя точками измерений. Первая, или одна из двух точек измерений, находится в первой заранее заданной позиции в сигнальном тракте одной из антенных пар. Вторая, или другая из двух точек измерений, находится во второй заранее заданной позиции. Вторая заранее заданная позиция находится на сигнальном тракте одной из других пар антенны. Первая и вторая заранее заданные позиции характеризуются неравными электрическими длинами сигналов от центральной точки соответствующих трактов, то есть первая и вторая заранее заданные позиции находятся на разных расстояниях от центральной точки соответствующих сигнальных трактов.

Иначе можно сказать, что настоящее изобретение относится к беспроводному устройству, содержащему две пары Ван-Атта. Каждая пара Ван-Атта содержит два антенных элемента, электрически соединенных сигнальным трактом заранее заданной длины. Первая клемма измерительного блока подключается к первому сигнальному тракту в первой заранее заданной позиции в первом сигнальном тракте. Первый сигнальный тракт - это сигнальный тракт, соединяющий два антенных элемента первой пары Ван-Атта. Вторая клемма измерительного блока подключается к второму сигнальному тракту во второй заранее заданной позиции во втором сигнальном тракте. Второй сигнальный тракт - это сигнальный тракт, соединяющий два антенных элемента второй пары Ван-Атта. Измерительный блок предназначен для выполнения измерений между первой и второй клеммами.

Измерительный блок выполняет относительные или дифференциальные измерения - то есть, сначала выполняется измерение первого сигнала на первой клемме и второго сигнала на второй клемме, а затем генерируется третий сигнал. Третий сигнал определяется первым и вторым сигналами.

Третий сигнал зависит от разницы между первым и вторым сигналами. Измерительный блок измеряет ток между первой и второй заранее заданными позициями.

Фраза о том, что измерительный блок предназначен для выполнения электрических измерений между двумя точками измерений, не обязательно означает, что измерительный блок сначала должен физически измерить первый сигнал в первой заранее заданной позиции и затем измерить второй сигнал во второй заранее заданной позиции для генерации третьего сигнала. Главным образом это означает, что измерительный блок за счет подключения между первой и второй заранее заданными позициями в принципе может генерировать третий сигнал, который зависит от первого и второго сигналов. Такая терминология - то есть, "измерительный блок предназначен для выполнения электрических измерений между двумя точками измерений" - используется для указания выполнения как отдельных, так и общих измерений для обеспечения большого объема защиты.

Термин "решетка Ван-Атта" не следует рассматривать как ограничение объема или общности настоящего изобретения. Другие симметричные решетки, для которых может быть применено настоящее изобретение, также рассматриваются как включенные в формулу изобретения.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения измерительный блок содержит резистор или сопротивление. Сопротивлением может быть даже эквивалентное сопротивление - например, сопротивление полупроводникового устройства, либо вход усилителя или любого другого подходящего блока обработки сигналов. Резистор или эквивалентное сопротивление используются для выполнения по меньшей мере некоторых описанных электрических измерений между этими двумя точками измерений. В другом варианте осуществления настоящего изобретения измерительный блок может измерять ток по меньшей мере между двумя точками измерений. По меньшей мере одна из этих точек измерений находится в первой заранее заданной позиции, а другая - во второй заранее заданной позиции. В другом варианте осуществления настоящего изобретения измерительный блок может измерять поток мощности по меньшей мере между двумя точками измерений.

Измерительный блок также может выполнять односторонние измерения - то есть измерять только первый или второй сигнал. Беспроводное устройство также может содержать дополнительные пары Ван-Атта и измерительный блок, адаптированный для измерения сигналов в заранее заданных позициях в сигнальных трактах по меньшей мере некоторых дополнительных пар Ван-Атта. Измерительный блок также может выполнять измерения либо одновременно, либо последовательно или даже выполнять мультиплексирование или выборку данных и т.д. Измерительный блок может объединять такие измерения требуемым образом.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения измерительный блок также адаптирован для выполнения функции выравнивания.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения измерительный блок также адаптирован для выполнения функции детектирования.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения измерительный блок также адаптирован для выполнения функции модулирования или модуляции.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения измерительный блок содержит по меньшей мере один направленный ответитель. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один из по крайней мере одного направленного ответителя является квадратурной мостовой схемой.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения измерительный блок

содержит по меньшей мере один диод. В предпочтительном варианте по меньшей мере один из этих диодов используется для выполнения по меньшей мере детектирования.

Еще в одном варианте осуществления настоящего изобретения первый порт квадратурной мостовой схемы подключен к первому антенному элементу одной из антенных пар решетки Ван-Атта, и второй порт квадратурной мостовой схемы подключен ко второму антенному элементу этой одной из антенных пар решетки Ван-Атта. Беспроводное устройство также содержит первый и второй диоды, при этом первый диод подключен к третьему порту квадратурной мостовой схемы, и второй диод подключен к четвертому порту квадратурной мостовой схемы.

Настоящее изобретение также относится к способу отражения падающей волны в обратном направлении с использованием группы антенных пар, в котором шаги, выполняемые по меньшей мере в двух антенных парах этой группы, содержат следующее:

прием электромагнитной или радиочастотной падающей волны в группе антенных пар, при этом первый сигнал принимается в первой антенной паре, второй сигнал принимается во второй антенной паре, и первая и вторая антенная пары входят в состав упомянутой группы антенных пар;

измерение первого электрического сигнала в первой позиции в сигнальном тракте первой антенной пары;

измерение второго электрического сигнала во второй позиции в сигнальном тракте второй антенной пары;

генерация третьего сигнала путем объединения первого и второго электрических сигналов;

использование третьего сигнала для определения угла передачи падающей волны относительно опорной линии.

Первая позиция находится на первом расстоянии от центральной точки сигнального тракта первой антенной пары. Вторая позиция находится на втором расстоянии от центральной точки сигнального тракта второй антенной пары. Предпочтительно, чтобы второе расстояние отличалось от первого расстояния - то есть, чтобы второе расстояние не было равно первому расстоянию.

Предпочтительно, чтобы опорной линией была нормаль группы антенных пар, но ей также может быть любая другая установленная опорная линия или плоскость.

Предпочтительно, третий сигнал указывает разность фаз между первым и вторым сигналами.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения предлагаемый способ также содержит использование третьего сигнала для выполнения функции модуляции.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения предлагаемый способ также содержит использование третьего сигнала для выполнения функции выравнивания.

Повторим, что

измерение первого электрического сигнала в первой позиции в сигнальном тракте первой антенной пары; и

измерение второго электрического сигнала во второй позиции в сигнальном тракте второй антенной пары

не обязательно означает, что первый и второй сигналы должны быть физически измерены в первой и второй заранее заданных позициях для генерации третьего сигнала. Предпочтительно, чтобы третий сигнал по своей природе генерировался в зависимости от первого и второго сигналов, в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения. Такая терминология используется для охвата случаев выполнения как отдельных измерений, так и измерений, внутренне присущих системе, для обеспечения широкой защиты.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Беспроводное устройство, содержащее решетку Ван-Атта, содержащую группу антенных пар; причем каждая из этих антенных пар содержит два антенных элемента, электрически соединенных сигнальным трактом заранее заданной длины; и

сигнальный тракт каждой из этих антенных пар имеет центральную точку, относительно которой симметрично размещены два электрически соединенных антенных элемента,

при этом беспроводное устройство также содержит измерительный блок для выполнения электрических измерений между двумя точками измерений, где одна точка измерения находится в первой заранее заданной позиции в сигнальном тракте одной антенной пары, а другая точка измерения находится во второй заранее заданной позиции в сигнальном тракте другой из антенных пар, и при этом первая и вторая заранее заданные позиции характеризуются неравными электрическими длинами от центральной точки соответствующих сигнальных трактов.

2. Беспроводное устройство по п.1, в котором измерительный блок адаптирован для выполнения функции выравнивания.

3. Беспроводное устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором измерительный блок адаптирован для выполнения функции детектирования.

4. Беспроводное устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором измерительный

блок адаптирован для выполнения функции модуляции.

5. Беспроводное устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором измерительный блок содержит направленный ответитель.

6. Беспроводное устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором измерительный блок содержит по меньшей мере один диод.

7. Беспроводное устройство по п.5, в котором направленный ответитель является квадратурной мостовой схемой.

8. Беспроводное устройство по п.7, в котором первый порт квадратурной мостовой схемы соединен с первым антенным элементом одной из антенных пар решетки Ван-Атта, второй порт квадратурной мостовой схемы соединен со вторым антенным элементом упомянутой одной из антенных пар антенны Ван-Атта; при этом беспроводное устройство также содержит первый и второй диоды, причем первый диод соединен с третьим портом квадратурной мостовой схемы, а второй диод соединен с четвертым портом квадратурной мостовой схемы.

9. Беспроводное устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором измерительный блок содержит резистор или эквивалентное сопротивление, используемое для выполнения по меньшей мере некоторых из упомянутых электрических измерений между этими двумя точками измерений.

10. Способ отражения падающей волны в обратном направлении с использованием беспроводного устройства по п.1, содержащего группы антенных пар, в котором шаги, выполняемые по меньшей мере в двух антенных парах этой группы, содержат

прием электромагнитной падающей волны группой антенных пар, при этом первый сигнал принимается в первой антенной паре, второй сигнал принимается во второй антенной паре, а первая и вторая антенная пары входят в состав упомянутой группы антенных пар;

измерение первого электрического сигнала в первой позиции в сигнальном тракте первой антенной пары, где первая позиция находится на первом расстоянии от центральной точки сигнального тракта первой антенной пары;

измерение второго электрического сигнала во второй позиции в сигнальном тракте второй антенной пары, где вторая позиция находится на втором расстоянии от центральной точки сигнального тракта второй антенной пары, причем второе расстояние не равно первому расстоянию;

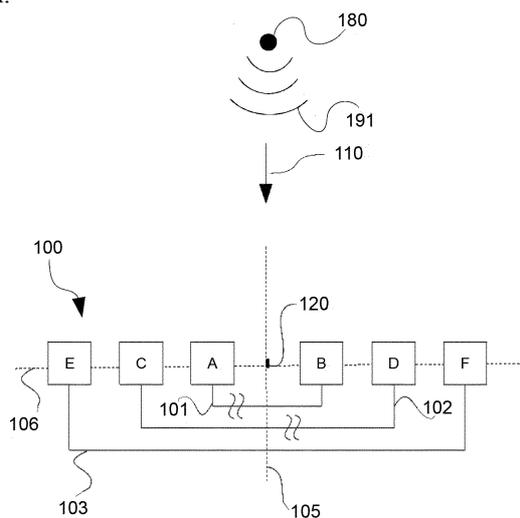
генерацию третьего сигнала путем объединения первого и второго электрических сигналов; и

использование третьего сигнала для определения угла передачи падающей волны относительно опорной линии.

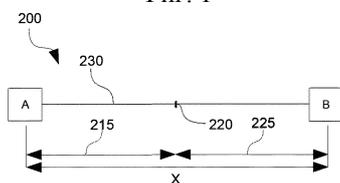
11. Способ по п.10, в котором третий сигнал также указывает разность фаз между первым сигналом и вторым сигналом.

12. Способ по п.10 или 11, также содержащий использование третьего сигнала для выполнения функции модуляции.

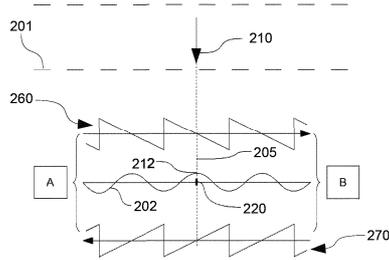
13. Способ по любому из пп.10-12, также содержащий использование третьего сигнала для выполнения функции выравнивания.



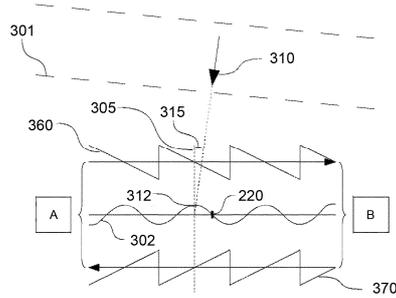
Фиг. 1



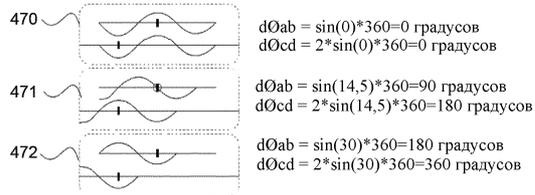
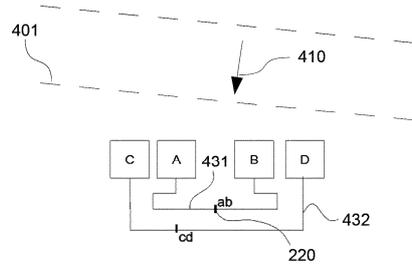
Фиг. 2А



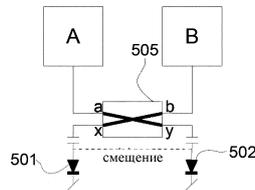
Фиг. 2В



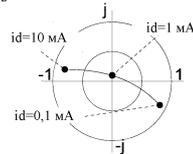
Фиг. 3



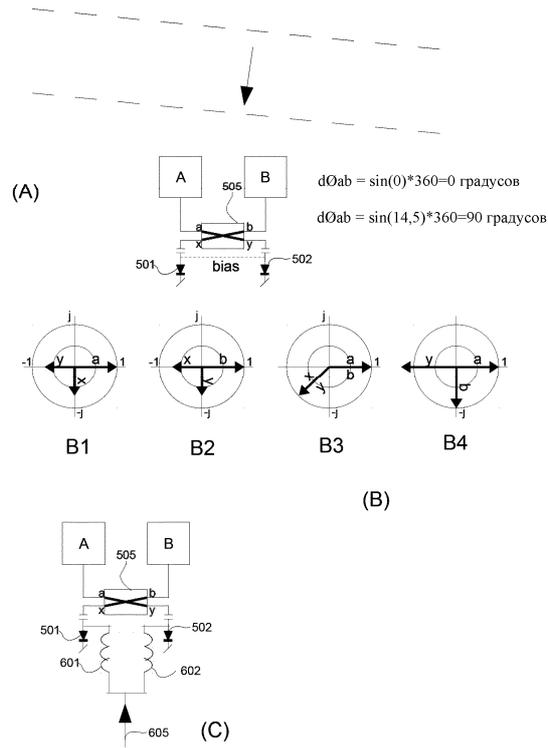
Фиг. 4



Функция передачи мостовой схемы в зависимости от тока диода



Фиг. 5



Фиг. 6

