



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013112936/08, 17.08.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.08.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.08.2010 US 12/861,526

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2014 Бюл. № 27

(45) Опубликовано: 10.09.2016 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 6967462 B1, 22.11.2005. US 5486833
A, 23.01.1996. US 5400037 A, 21.03.1995. KR
100654623 B1, 08.12.2006. RU 2306653 C1,
20.09.2007. SU 1094110 A, 23.05.1984.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 25.03.2013(86) Заявка РСТ:
US 2011/048075 (17.08.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/027166 (01.03.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЗЕЙНЕ Хатем И. (US)

(73) Патентообладатель(и):

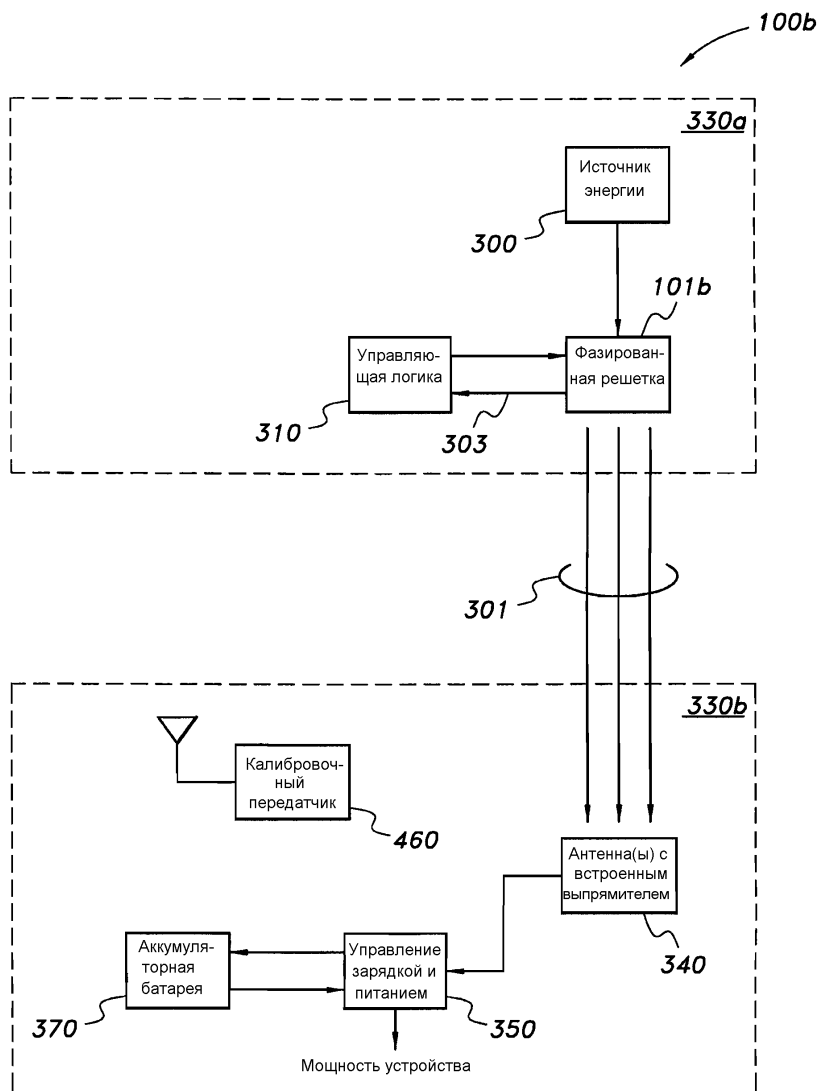
ОССИА ИНК. (US)

(54) СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

(57) Реферат:

Настоящее изобретение в целом относится к системам передачи энергии и зарядным устройствам для аккумуляторных батарей и, в частности, к способу и системе для беспроводной передачи энергии посредством передачи микроволнового излучения для питания устройства, требующего электрической энергии. Техническим результатом изобретения является повышение мощности энергии микроволнового излучения, принятого приемником микроволнового излучения устройства, которое должно заряжаться, без необходимости определения его местоположения. Это

достигается за счет передачи посредством беспроводного передатчика, содержащего контроллер и фазированную антенную решетку, сигнала передачи энергии с выбранной фазой, настроенной на фазу, определенную на основе детектированной фазы калибровочного сигнала от беспроводного приемника, содержащего антенну с встроенным выпрямителем, выполненную с возможностью принимать упомянутый сигнал передачи энергии, чтобы заряжать аккумуляторные батареи и/или основной источник энергии. 3 н. и 4 з.п. ф-лы, 15 ил., 1 табл.



ФИГ.3В



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

H02J 50/23 (2016.01)*H02J 50/40* (2016.01)*H02J 50/27* (2016.01)*H02J 7/00* (2006.01)*H01M 10/46* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013112936/08, 17.08.2011**(24) Effective date for property rights:
17.08.2011

Priority:

(30) Convention priority:
23.08.2010 US 12/861,526(43) Application published: **27.09.2014** Bull. № 27(45) Date of publication: **10.09.2016** Bull. № 25(85) Commencement of national phase: **25.03.2013**(86) PCT application:
US 2011/048075 (17.08.2011)(87) PCT publication:
WO 2012/027166 (01.03.2012)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "JURidicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

ZEJNE KHatem I. (US)

(73) Proprietor(s):

OSSIA INK. (US)(54) **WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEM**

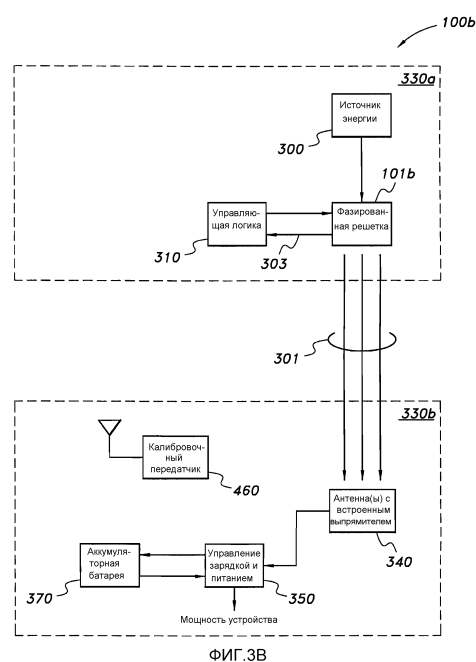
(57) Abstract:

FIELD: energy.

SUBSTANCE: present invention generally relates to power transmission systems and charging devices for accumulator batteries and, in particular, to method and system for wireless transmission of energy by transmitting microwave radiation for supply of device, which requires electric energy. This is achieved due to transmission by wireless transmitter, comprising a controller and a phased antenna array, signal transmission of energy to selected phase, configured to phase, determined based on detected phase calibration signal from wireless receiver containing antenna with built-in rectifier which is configured to receive said transmission signal energy to charge storage batteries and/or main power source.

EFFECT: higher output of microwave radiation energy received by receiver of microwave radiation of device, which must be charged without need to determine its location.

7 cl, 15 dwg, 1 tbl



ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

Эта заявка испрашивает приоритет предварительной заявки № 12/861,526 на выдачу патента США, поданной 23 августа 2010 года, которая является частичным продолжением заявки № 11/812,060 на выдачу патента США, поданной 14 июня 2007 года, каждая из которых включена в настоящий документ посредством ссылки во всей своей полноте.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение в целом относится к системам передачи энергии и зарядным устройствам для аккумуляторных батарей, и в частности, к способу и системе для беспроводной передачи энергии посредством передачи микроволнового излучения для питания устройства, требующего электрической энергии.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Многие портативные электронные устройства получают питание от аккумуляторных батарей. Перезаряжаемые аккумуляторные батареи часто используются, чтобы избежать затрат по замене традиционных батарей сухих элементов и сберечь драгоценные ресурсы. Однако перезарядка аккумуляторных батарей с помощью традиционных зарядных устройств для перезаряжаемых аккумуляторных батарей требует доступа к точке подсоединения к сети электропитания переменного тока (А.С.), которая иногда недоступна или неудобна. Поэтому было бы желательно получать энергию для зарядного устройства аккумуляторной батареи из электромагнитного излучения.

Хотя известны зарядные устройства для аккумуляторных батарей с солнечной подзарядкой, солнечные элементы являются дорогостоящими, и для заряда аккумуляторной батареи до сколько-нибудь значительной емкости может требоваться большой массив солнечных элементов. Еще одним потенциальным источником электромагнитной энергии, который мог бы выдавать энергию на зарядное устройство для аккумуляторных батарей в местоположении, удаленном от сети электроснабжения переменного тока, является энергия микроволнового излучения, которая могла бы получаться со спутника с солнечным питанием и передаваться на землю пучками микроволнового излучения, или получаться из радиочастотной энергии окружения, из передатчиков сотовых телефонов, или тому подобного. Однако есть несколько проблем, связанных с эффективной доставкой энергии посредством передачи микроволнового излучения, которые препятствовали использованию специализированных наземных передатчиков энергии микроволнового излучения для этого назначения.

При условии передачи энергии электромагнитного (ЕМ) сигнала от одного источника, ЕМ-сигнал становится ослабленным согласно коэффициенту $1/r^2$ по амплитуде на расстоянии r . Таким образом, принятая на большом расстоянии от ЕМ-передатчика мощность является малой долей от передаваемой мощности.

Для повышения мощности принятого сигнала, следовало бы поднять мощность передатчика. При условии, что передаваемый сигнал имеет эффективный прием на расстоянии трех сантиметров от ЕМ-передатчика, прием такой же мощности сигнала чрез полезное расстояние трех метров требовал бы подъема передаваемой мощности в 10000 раз. Такая передача энергии является расточительной, так как большая часть передаваемой энергии не принималась бы намеченными устройствами, она была бы опасной для живых тканей, она, весьма вероятно, создавала бы помехи большинству электронных устройств в непосредственной близости, а также она может рассеиваться в виде тепла.

Использование направленной антенны имеет ряд проблем, включая знание того, куда ее направлять; шум и низкая надежность механических устройств, необходимых

для ее наведения; создание помех для устройств на линии прямой видимости передачи.

Направленная передача энергии обычно требует знания местоположения устройства для обеспечения возможности наводить сигнал в правильном направлении, чтобы улучшать эффективность передачи энергии. Однако даже когда местоположение устройства определено, эффективная передача не гарантирована вследствие отражений и помех от объектов на пути передачи или поблизости от приемного устройства.

Таким образом, требуется система беспроводной передачи энергии, решающая вышеупомянутые проблемы.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Беспроводная передача энергии является системой для обеспечения беспроводной зарядки и/или основного источника энергии для электронных/электрических устройств посредством энергии микроволнового излучения. Энергия микроволнового излучения фокусируется на местоположение в ответ на прием маякового сигнала с маякового устройства передатчиком энергии, имеющим один или более адаптивно фазиремых микроволновых излучателей антенной решетки. Антенны с встроенным выпрямителем в устройстве, которое должно заряжаться, принимают и выпрямляют энергию микроволнового излучения и используют ее для зарядки аккумуляторных батарей и/или для основного источника энергии.

Устройство, которое должно заряжаться, сообщает интенсивность лучевого сигнала, принятого на антеннах со встроенным выпрямителем, в источник энергии через побочный канал. Эта информация используется системой для настройки фаз передачи микроволновых излучателей антенной решетки до тех пор, пока устройство, которое должно заряжаться, не сообщит о максимальной энергии микроволнового излучения.

В качестве альтернативы, элементы антенной решетки могут быть установлены, чтобы принимать калибровочный сигнал из устройства, которое заряжается. Каждый элемент антенной решетки может детектировать/сообщать информацию о фазе из принятого калибровочного сигнала. Затем каждый элемент антенной решетки использует детектированную фазу для этого элемента в качестве ориентира для фазы передачи обратно на устройство, которое заряжается.

Зеркальные фокусные точки, обусловленные, например, плоскими двухмерными антеннами решетками, минимизируются посредством физического конфигурирования микроволновых излучателей антенной решетки, по существу, неравномерным, некомпланарным образом.

Эти и другие признаки настоящего изобретения поясняются в последующем описании изобретения и на чертежах.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг. 1А - относящийся к окружению вид в перспективе первого варианта осуществления системы беспроводной передачи энергии согласно настоящему изобретению.

Фиг. 1В - относящийся к окружению вид в перспективе второго варианта осуществления системы беспроводной передачи энергии согласно настоящему изобретению.

Фиг. 2А - вид в перспективе фазированной ячеистой антенной решетки для передатчика микроволнового излучения в системе беспроводной передачи энергии согласно настоящему изобретению.

Фиг. 2В - схематическое изображение узла передачи энергии в системе беспроводной передачи энергии согласно настоящему изобретению.

Фиг. 3А - структурная схема первого варианта осуществления системы беспроводной

передачи энергии согласно настоящему изобретению.

Фиг. 3В - структурная схема второго варианта осуществления системы беспроводной передачи энергии согласно настоящему изобретению.

Фиг. 4 - структурная схема передатчика энергии альтернативного первого варианта осуществления.

Фиг. 5 - структурная схема передатчика энергии альтернативного второго варианта осуществления.

Фиг. 6 - структурная схема контроллера.

Фиг. 7 - структурная схема альтернативного приемника в соответствии с первым вариантом осуществления.

Фиг. 8 - структурная схема альтернативного приемника в соответствии со вторым вариантом осуществления.

Фиг. 9 - структурная схема системы аккумуляторных батарей приемника.

Фиг. 10 - примерная схема линии электропередачи системы аккумуляторных батарей.

Фиг. 11 - альтернативный приемник в соответствии с первым вариантом осуществления.

Фиг. 12 - альтернативный приемник в соответствии со вторым вариантом осуществления.

Сходные ссылочные позиции обозначают соответствующие признаки единообразно на всех прилагаемых чертежах.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Как показано на фиг. 1А-1В, настоящее изобретение включает в себя систему 100а или, в качестве альтернативы, систему 100b, для обеспечения беспроводной зарядки и/или основного источника энергии для электронных/электрических устройств, таких как дорожный компьютер 102, или тому подобное, посредством энергии микроволнового излучения. В любой из системы 100а или системы 100b модулятор 101а передачи энергии или альтернативный модулятор 101b передачи энергии может получать рабочую энергию из сети электроснабжения переменного тока (А.С.) через силовой кабель P.O., подключенный к точке О подсоединения к сети электропитания. Частота передачи микроволнового излучения предпочтительно является имеющейся в распоряжении неконтролируемой FCC (федеральной комиссией связи) частотой, имеющей подходящую длину волны. Поскольку длина волны может ограничивать разрешающую способность фазированной антенной решетки 101а или альтернативной фазированной антенной решетки 101b, предпочтительная частота, хотя и не ограничивая выбор других частот, на которых может работать система, была выбрана имеющей значение 5,8 ГГц (длину волны 5,17 см), которое пригодно для передачи энергии на такие устройства, как дорожный компьютер, сотовый телефон, PDA (персональный цифровой секретарь), и т.д., через расстояния в масштабе помещения, аудитории, или тому подобного.

Как показано на фиг. 1А-3В, энергия микроволнового излучения фокусируется на устройстве, которое должно заряжаться источником 300 энергии, присоединенным к одному или более адаптивно фазированных микроволновых излучателей 204 антенной решетки, то есть антеннам или источникам излучения. Согласно настоящему изобретению, энергия микроволнового излучения из адаптивно фазированных микроволновых излучателей 204 антенной решетки может фокусироваться на устройстве без необходимости знать местоположение устройства. Как показано на фиг. 1А, 1В и 3А-3В, предпочтительно высокоэффективные антенны 340 с встроенным выпрямителем (антенна с встроенным выпрямителем является выпрямляющей антенной, которая преобразует энергию микроволнового излучения непосредственно в электричество

постоянного тока (D.C.); такие устройства известны в данной области техники и здесь дополнительно описываться не будут), при этом устройство, которое должно заряжаться, 102, принимает и выпрямляет энергию микроволнового излучения и использует ее для зарядки аккумуляторной батареи 370 посредством зарядки и/или для основного источника энергии для устройства 102, как определено управляющей логикой 350. В первом варианте осуществления, канал связи открывается между беспроводным источником 100a энергии и приемником 330b энергии в устройстве, которое должно заряжаться, 102, на частоте иной, чем частота, используемая для передачи энергии.

Устройство, которое должно заряжаться, 102, пересылает интенсивность принятого лучевого сигнала на антенне 340 через канал 110a связи в секцию приемника устройства 320 связи в передатчике 330a энергии системы 100a посредством сигнала из секции передатчика устройства 360 связи в приемнике 330b энергии. Эта информация используется управляющей логикой 310 системы 100a для повышения мощности, снижения мощности и настройки фаз передачи узлов 204 микроволнового излучателя антенной решетки до тех пор, пока максимальный пучок 301 энергии микроволнового излучения не излучается антенной решеткой 110a, как сообщается устройством, которое должно заряжаться, 102.

Каждый излучатель 204, будучи присоединенным к одиночному источнику требуемой частоты передачи, может передавать сигнал с конкретным сдвигом по фазе, который является кратным числом $\pi/2$. Приращения фазы на $\pi/2$ являются только примерными, и возможны другие приращения фазы, такие как $\pi/4$, $\pi/8$, $\pi/16$ и т.п. Предпочтительно, мощность не настраивается за исключением того, что излучатель 204 может отключаться и включаться в требуемой фазе.

Как показано на фиг. 2A-2B, вертикальные и горизонтальные кабели пересекаются в каждом узле 204 антенной решетки. Эта конфигурация применяется к антенной решетке 101a или антенной решетке 101b. Внутри вертикального кабеля 202, провод 210 является линией питания нулевой фазы. Провод 212 является линией питания с фазой $\pi/2$, а провод 209 является вертикальной линией управления. Подобным образом, внутри горизонтального кабеля 200, провод 214 является линией питания с фазой π . Провод 216 является линией питания с фазой $3/2\pi$, а провод 211 является горизонтальной линией управления. Линии 209 и 211 управления могут быть присоединены к контроллеру 310, чтобы управлять тем, какая фаза активна в любом заданном узле 204. Единое управление антенной может происходить в микросхеме 206, в то время как реальный источник излучения узла или антенна 208 может быть сформирован в качестве кругового элемента, окружающего геометрический центр узла 204. Должно быть понятно, что одиночный контроллер либо множество контроллеров могут управлять одним или более модуляторов передачи энергии.

Примерный алгоритм управляющей логики 210 для системы 100a может быть следующим: (1) приемник 330 энергии может использовать канал 110a связи для объявления своего присутствия всем передатчикам 330a поблизости; (2) передатчик 330a энергии может сообщать свое присутствие по каналу 110a связи и начинать передачу только с одной из своих антенн 208 или узлов 204; (3) приемник 330b энергии может подтверждать прием слабого сигнала по каналу 110a связи; (4) передатчик 330a энергии включает другую антенну 208 или узел 204 с фазой по умолчанию ноль и может запрашивать приемник 330b по каналу 110a связи касательно интенсивности сигнала; (5) приемник 330b энергии может отправлять обратно сигнал, указывающий, что принятый сигнал является более высоким, таким же, или более низким, чем раньше; (6) если сигнал является более низким или таким же, как раньше, контроллер 310 может

заставлять фазу в узле 204 увеличивать свою фазу на $1/2\pi$ и запрашивать еще одну передачу интенсивности сигнала; (7) этапы 5 и 6 повторяются для всех фаз; (8) если никакого увеличения интенсивности сигнала не наблюдается, то такой конкретный узел 204 выключается, и другой узел используется в последовательности операций, повторяющейся с этапа 4; (9) этапы 4-6 повторяются до тех пор, пока не будут использованы все узлы излучателей.

В другом примере этап (6) может включать в себя увеличение фазы в течение цикла трех фаз, который включает в себя 0, $1/2\pi$ и $5\pi/4$ радиан. Таким образом, может определяться приближенная форма всей синусоидальной кривой. Соответственно, может определяться фазовый угол пиковой мощности. К тому же, при прибавлении настроенных антенн, следующая добавленная принимаемая антенной мощность может быть всего лишь небольшим процентом совокупной принимаемой мощности. Таким образом, добавление второй антенны может повышать мощность в 4 раза, а добавление 101-ой антенны может добавлять 2% мощности к мощности, а $1001^{ая}$ может добавлять 0,2% к совокупной принимаемой мощности. Это может затруднять детектирование фактического получения/потери мощности от испытываемой антенны. Поэтому только несколько антенн могут получать питание во время цикла тестирования, и могут запоминаться фазы для каждой тестируемой антенны. Как только фазы полной антенной решетки были определены, все элементы могут включаться для передачи энергии.

В качестве альтернативы, все из антенн могут перенастраиваться по передаваемой энергии, возможно, посредством незначительного смещения их фаз около своих текущих значений и обнаружения влияния на принимаемый сигнал. Если происходит улучшение в одном направлении (например, при опережении или запаздывания фазы), фаза может продолжать вращаться/получать приращение, пока не будет улучшения ни с какой стороны. Это будет зависеть от способности обнаруживать изменение уровня принимаемой энергии для большой антенной решетки, иначе может потребоваться всю антенную решетку отключать и переустанавливать фазы заново.

Во втором варианте осуществления, как яснее всего показано на фиг. 2В и 3В, каждый элемент или узел 204 антенной решетки может быть установлен, чтобы принимать калибровочный сигнал из калибровочного передатчика 460 в системе 330b приема энергии. Каждый элемент или узел 204 антенной решетки может отправлять принятый калибровочный сигнал, детектированный в таком узле 204, в управляющую логику 310 через линию 303 данных. Затем любой из контроллера 310, контроллера 206 или оба контроллера в комбинации могут устанавливать каждый элемент или узел 204 антенной решетки на детектированную фазу для такого элемента в качестве фазы передачи, чтобы отправлять оптимизированную передачу 301 энергии обратно в приемник 330b энергии. В обоих вариантах 100a и 100b осуществления, устройство памяти конфигураций может находиться на действующей связи с логикой 310 контроллера, чтобы давать антенной решетке возможность передавать энергию в конкретное местоположение или «горячее пятно» без необходимости сначала связываться с устройством, которое должно заряжаться, 102. Этот признак полезен при отправке передачи 301 энергии на устройство, которое должно заряжаться, 102, когда устройство, которое должно заряжаться, 102, не имеет резервной мощности для установления канала связи 110a или 110b.

В качестве альтернативы, второй вариант осуществления может работать, как изложено ниже, чтобы использовать двухсторонние возможности в антенне приемника и каждого передатчика, такие как в приемопередатчике. Контроллер может подготавливать каждый приемопередатчик для приема маякового сигнала из приемника энергии (например, устройства, которое должно заряжаться). Устройство, которое

должно заряжаться, затем отправляет маяковый сигнал (например, калибровочный сигнал, который может быть той же самой частотой фазированной антенной решетки, например, посредством беспроводной связи между антенной решеткой и приемником, чтобы синхронизировать их тактовые генераторы), который проходит через все
 5 открытые пути передачи между устройством, которое должно заряжаться, и передатчиком энергии. Принятый сигнал на передатчике энергии эквивалентен сумме всех открытых путей передачи между антеннами приемника и передатчика, которые достигают каждой антенны в передатчике энергии, причем сумма каждого пути передачи добавляется к конкретному уровню мощности и фазе на каждой конкретной антенне
 10 передатчика энергии.

Каждая антенна в антенной решетке передатчика сравнивает поступающий сигнал с внутренним сигналом, чтобы детектировать принятую фазу. Как только принятая фаза установлена всеми антеннами передатчика, каждая антенна осуществляет обратную передачу с комплексно сопряженной величиной принятой фазы на своей полной
 15 мощности.

В дополнение, поскольку вышеприведенная настройка антенной решетки учитывает все возможные пути передачи (например, нет предположения, что имеется прямой открытый путь передачи между антенной решеткой и приемником или что приемник перемещается, совершая плавное и прямолинейное движение в окружающей среде),
 20 любые изменения в отношении конфигурации окружения могут быть эквивалентны перемещению приемника или изменению физической конфигурации антенной решетки передатчика энергии. Поэтому может постоянно требоваться частая перенастройка антенной решетки (например, 10 или более раз в секунду).

Поскольку перенастройка антенной решетки требует отключения отправляемой
 25 энергии, чтобы «слушать» маяковый сигнал приемника, может быть потеряно время, которое могло бы быть использовано для питания антенной решетки. Соответственно, антенная решетка может снижать частоту перенастройки, когда уровень мощности на приемнике не изменяется значительно, чтобы довести до максимума доставку энергии на приемник. Когда прием энергии на приемнике прекращается, антенная решетка
 30 может повышать частоту обновлений до тех пор, пока мощность приемника вновь не стабилизируется. Могут быть установлены конкретные ограничения по частоте настройки, такие как минимум 10 tps (настроек в секунду) до максимум 500 tps. Перенастройка с очень высокой частотой могла бы понижать эффективность передачи энергии за пределы применимости.

В качестве альтернативы, настройка некоторого количества (n) антенн может
 35 выполняться, как изложено ниже. Все n антенн могут быть отключены. Одна из n антенн затем включается и остается включенной в качестве точки отсчета для каждой из других n антенн для настройки. Каждая из оставшихся n антенн затем включается, регистрируется их оптимальная фаза, а затем они отключаются. Когда эта
 40 последовательность выполняется на n -ой антенне, все антенны включены на своих соответствующих оптимальных фазах.

Что касается первого варианта осуществления, имеющего перемещающийся приемник, может быть необходимым перенастраиваться всем из антенн передатчика, например, посредством незначительного перемещения их фаз около текущих значений
 45 и детектирования влияния на принимаемый сигнал. Если он улучшается в одном направлении, вращение/приращение фазы продолжается до тех пор, пока не будет улучшений с той или другой стороны. Это может зависеть от способности обнаруживать изменение уровня принимаемой энергии для большой антенной решетки, иначе может

потребуется отключить и переустановить фазы всей антенной решетки с начала.

Примерная антенная решетка 101a или 101b может быть сеточной решеткой 30x30 приблизительно в один метр по каждой стороне, причем, каждое пересечение проводов имеет одиночную передающую антенну 204. Предпочтительно, сетка 101a или 101b решетки выполнена из гибких/мягких материалов. Гибкость материала сетки позволяет пользователю физически конфигурировать сетку 101a или 101b микроволнового излучателя решетки по существу неравномерным некомпланарным образом, то есть распределенным, но не плоским, чтобы, например, минимизировать зеркальные фокусные точки, вызываемые плоскими двухмерными решетками, и слепые пятна, которые обычно возникают в плоских регулярно размещенных антенных решетках, имеющих дискретные сдвиги по фазе. Как показано на фиг. 1A-1B, любая из антенной решетки 101a или антенной решетки 101b является достаточно гибкой, так чтобы она могла драпировать опорную конструкцию, такую как комнатное растение S, чтобы давать предпочтительно неравномерную некомпланарную конфигурацию.

Таким образом, обратноквадратичный закон успешно оспаривается, поскольку фазированная антенна является направленной, тем самым создавая усиление посредством конструктивно фазированного лучевого сигнала, который может приниматься на приемном устройстве 102. Более того, использование фазированной антенной решетки, такой как 101a или 101b, избегает необходимости использования более громоздкого неприглядного устройства, такого как физическая направленная антенна, то есть тарельчатая антенна, директорная антенна или т.п. Дополнительно, вследствие эффективности процесса передачи энергии, низкая мощность может использоваться для передачи, так что электромагнитный (ЕМ) сигнал может иметь большую часть своей интенсивности вблизи приемного устройства вместо распространения повсюду, чтобы не наносить вред окружающей среде и не порождать помехи устройствам, расположенным где-то в другом месте.

Как только сигнал принят и его энергия имеется в распоряжении, процесс преобразования переменного тока приблизительно 5,80 ГГц, поступающего с антенны, в постоянный ток для зарядки аккумуляторной батареи 370, мощного накопительного конденсатора или т.п. выполняется низковольтными выпрямителями, способными к такой задаче. Эти выпрямители могут быть основаны на диодах Шоттки малой площади или использовать резонанс с колебательным контуром 5,80 ГГц в той же фазе, что и принятый сигнал, таким образом, усиливая свою мощность до точки преодоления падения напряжения диодов, используемых в выпрямительной части антенны 340 с встроенным выпрямителем. Следует отметить, что многочисленные устройства могут заряжаться посредством совместного использования по времени антенной решетки или посредством суперпозиции фаз антенн, чтобы имитировать многолучевую конфигурацию.

Механизм зарядки, описанный выше, работает, когда передатчик и приемник осуществляют связь друг с другом. Однако способ для зарядки приемника, который не имеет возможности поддерживать связь, также может быть полезным. Для достижения этого, могут быть установлены местоположение или местоположения, которые будут принимать периодический импульс передачи энергии.

В одном из примеров того, каким образом заряжать устройство, не имеющее мощности аккумуляторной батареи, маяковое устройство или устройство возобновления работы (не показаны) могут быть помещены в местоположении для приема периодического импульса передачи энергии или по запросу от пользователя. Маяковое устройство поддерживает связь с сеткой передачи энергии, к примеру, посредством

передачи маякового сигнала, и сетка передачи энергии распознает конфигурацию фаз такого маякового сигнала в качестве местоположения для передачи периодического импульса передачи энергии (например, односекундного импульса каждые десять минут, или импульса 0,1 секунды каждую минуту с односекундным импульсом каждые десять минут). Маяковый сигнал, передаваемый с маякового устройства, может отражаться и/или преломляться внутри различных сред до его прибытия в сетку передачи энергии. Соответственно, многочисленные маяковые сигналы могут приниматься сеткой передачи энергии. Когда сетка передачи энергии принимает один или более маяковых сигналов, может устанавливаться открытый путь (пути) передачи из местоположения маякового сигнала к сетке передачи энергии.

Сетка передачи энергии затем может агрегировать маяковые сигналы, чтобы воссоздавать форму сигнала переданного маякового сигнала. По этой воссозданной форме сигнала, сетка передачи энергии затем может передавать импульс передачи энергии, например, в качестве обратной формы воссозданной формы сигнала для выдачи импульса энергии в местоположении маякового устройства. В одном из вариантов осуществления, обратная форма сигнала может определяться взятием комплексно сопряженного или математически эквивалентного преобразования форм сигнала, принимаемых от маякового устройства. Маяковое устройство может отключаться, как только установлено местоположение для приема периодического импульса передачи энергии.

Устройство, которое должно заряжаться, 102, которое не имеет мощности аккумуляторной батареи, затем может быть помещено в таком местоположении, где оно будет принимать периодический импульс передачи энергии до тех пор, пока оно не получит достаточную мощность для поддержания связи с сеткой передачи энергии, чтобы подвергаться процессу зарядки, описанному выше. Устройство затем может перемещаться прочь из такого местоположения.

Как только устройство, которое должно заряжаться, 102, перемещено из одного местоположения в другое, или перемещена сетка передачи энергии, сетка передачи энергии может перенастраивать себя (например, перестраивать передающие антенны), чтобы установить наилучшую мощность передачи на устройство, которое должно заряжаться, 102. Эта перенастройка может происходить в ответ на сообщение от устройства 102 о падении мощности или с равными интервалами (например, 1 мс - 10 с). Однако равный интервал может быть укорачиваться или удлиняться в зависимости от того, насколько хорошо мощность сигнала поддерживается приемником, наряду с продолжением регулярно осуществлять перенастройку несмотря на отсутствие падения мощности.

Антенны передатчика также могут принимать форму включения схемы в одиночную микросхему и шлейфового подключения микросхем проводами для создания длинных полос «фазированных проводов», которые могут конфигурироваться и использоваться в различных формах и конструкциях. При конструировании сложных решеток с тысячами антенн и ассоциированных контроллеров посредством полос микросхем «фазового управления», провода между микросхемами могут служить в качестве путей передачи данных, соединяющих микросхемы с общим контроллером, причем одновременно провода также могут действовать в качестве самих передающих/приемных антенн. Каждая микросхема может иметь большее количество проводов, выходящих из нее, действующих в качестве антенн. Каждой антенне может быть задан адрес (например, a, b, c, и тому подобное), предоставляя микросхеме возможность управлять фазой каждой антенны независимо от других. Дополнительно, провода могут быть

сконфигурированы во всех разновидностях компоновок, в зависимости от имеющегося в распоряжении пространства, поскольку настройка антенной решетки происходит независимо от местоположений и компоновок антенн.

Поскольку контроллеры микросхем антенн соединены через короткие провода, провода могут использоваться в качестве антенны несколькими способами. Например, сами провода могут возбуждаться осциллятором и/или усилителями, или экран может использоваться вокруг проводов, причем сам экран возбуждается и используется в качестве антенны, таким образом, предохраняя провода связи от экранирования сигнала в многослойных антенных решетках.

Фиг. 4 - структурная схема передатчика альтернативного первого варианта осуществления. Передатчик может быть контроллером 400 антенны, который включает в себя управляющую логику 410, фазосдвигающие устройства 420 (в количестве N), генератор/умножитель 430 сигнала, усилители 440 (в количестве N) и (N) антенн 450. Контроллер 400 антенны принимает сигналы величины мощности и управления опорной частотой, а также другие команды и сигналы связи, по общей шине из одиночного контроллера, который управляет всеми контроллерами антенн, или из предыдущего контроллера 400 антенны. Сигнал величины мощности, например, может приниматься источником питания передатчика 400 (не показан), сигнал управления опорной частотой может приниматься генератором/умножителем 430 сигнала, а сигналы связи и команды могут приниматься управляющей логикой 410. В случае, где каждый предыдущий контроллер 400 антенны выдает сигналы величины мощности и управления опорной частотой, шина, несущая такие сигналы, может продолжаться в следующий контроллер 400 антенны. Управляющая логика 400 может управлять фазосдвигающим устройством 420, чтобы заставлять его настраивать фазу усилителей 440. Генератор/умножитель сигнала принимает сигнал с шины, например, на 10 МГц, и преобразует его, например, в 2,4, 5,8 ГГц и т.п. для беспроводной связи.

Фиг. 5 - структурная схема передатчика альтернативного второго варианта осуществления. Передатчик может быть контроллером 500 антенны, который включает в себя управляющую логику 510, фазосдвигающие устройства 520 (в количестве N), генератор/умножитель 530 сигнала, приемопередатчики 540 (в количестве N), (N) антенн 550 и фазовые компараторы 560 (в количестве N). Приемопередатчики 540 принимают калибровочные или маяковые сигналы из приемников и пересылают сигнал в фазовые компараторы 560. Фазовые компараторы 560 определяют фазу принятых сигналов своих соответствующих приемопередатчиков 540 и определяют оптимальный фазовый угол, под которым следует передавать сигнал величины мощности. Эта информация выдается в управляющую логику 510, которая затем побуждает фазосдвигающее устройство 520 устанавливать фазу (например, на комплексно сопряженной величине принятого маякового/калибровочного сигнала) приемопередатчиков и передавать энергию с такой установленной фазой. Генератор/умножитель 530 сигнала выполняет функцию, по существу подобную генератору/умножителю 430 сигнала контроллера 400 антенны. В дополнение, сигналы шины подобны таковым в передатчике 400, причем, сигналы, например, принимаются эквивалентными компонентами в передатчике 500.

Фиг. 6 - структурная схема контроллера 600, например, для управления контроллерами антенны по фиг. 4 и 5. Контроллер 600 включает в себя управляющую логику 610, источник 620 энергии, блок 630 связи, присоединенный к антенне 660, тактовый генератор 640 опорного сигнала, присоединенный к антенне 670, и контроллер 650 шины. Управляющая логика 610 управляет контроллером 650, шины, который передает сигналы с M шин на количество M контроллеров антенны (например, 400 и

500). Источник 620 энергии предусматривает источник питания для контроллера 650 шины. Блок 630 связи передает и принимает данные из приемника через свою соответствующую антенну 660. Тактовый генератор 640 опорного сигнала передает опорный сигнал в другие контроллеры и также может отправлять/принимать передачи с приемника для синхронизации. Один контроллер 600 может использоваться для управления всеми антеннами передатчика, или несколько контроллеров 600 могут использоваться, где один контроллер 600 управляет группой антенн. Дополнительно, следует отметить, что хотя показаны отдельные блоки связи и тактовый генератор опорного сигнала, имеющие соответствующие антенны, функциональные возможности могут быть включены в один блок (например, блок 630 связи).

Фиг. 7 - структурная схема альтернативного приемника 700 в соответствии с первым вариантом осуществления. Приемник 700 включает в себя управляющую логику 710, аккумуляторную батарею 720, блок 730 связи и ассоциированную антенну 760, измеритель 740 мощности, а также выпрямитель и ассоциированную антенну 750.

Управляющая логика 710 передает и принимает сигнал данных на несущей частоте данных из блока 730 связи. Этот сигнал данных может быть в форме сигнала интенсивности энергии, передаваемого через побочный канал, описанный выше. Выпрямитель 750 принимает сигнал передачи энергии из передатчика энергии, который подается через измеритель 740 мощности в аккумуляторную батарею 720 для зарядки. Измеритель 740 мощности измеряет интенсивность принятого сигнала мощности и снабжает управляющую логику 710 этим измерением. Управляющая логика 710 также может принимать уровень мощности аккумуляторной батареи из самой аккумуляторной батареи 720.

Приемник 700, например, может синхронизироваться с контроллером, вынуждая контроллер 600 передавать сигнал основной частоты через антенну 670. Приемник 700 затем может использовать сигнал для синхронизации маякового сигнала или калибровочного сигнала, который приемник передает обратно в контроллер 600. Эта технология также может использоваться с многочисленными контроллерами. То есть в тех случаях, когда используются многочисленные передающие антенные решетки, контроллеры могут синхронизироваться друг с другом посредством использования сигнала основной частоты, отправляемого из одного из контроллеров.

Фиг. 8 - структурная схема альтернативного приемника 800 в соответствии со вторым вариантом осуществления. Приемник 800 включает в себя управляющую логику 810, аккумуляторную батарею 820, блок 830 связи и ассоциативно связанную антенну 870, измеритель 840 мощности, выпрямитель 850, генератор 860 маякового сигнала и ассоциативно связанную антенну 880 и переключатель 865, присоединяющий выпрямитель 850 или генератор 860 маякового сигнала к ассоциативно связанной антенне 890. Выпрямитель 850 принимает сигнал передачи энергии из передатчика энергии, который подается через измеритель 840 мощности в аккумуляторную батарею 820 для зарядки. Измеритель 840 мощности измеряет интенсивность принятого сигнала энергии и снабжает управляющую логику 810 этим измерением. Управляющая логика 810 также может принимать уровень мощности аккумуляторной батареи из самой аккумуляторной батареи 820. Управляющая логика 810 также может передавать/принимать, через блок 830 связи, сигнал данных на несущей частоте данных, такой как у тактового генератора опорного сигнала для тактовой синхронизации. Генератор 860 маякового сигнала передает маяковый сигнал или калибровочный сигнал с использованием любой из антенн 880 или 890. Хотя аккумуляторная батарея 820 показана для зарядки и для выдачи энергии в приемник 800, приемник также может

принимать энергию непосредственно из выпрямителя 850. Это может происходить в дополнение к выпрямителю 850, выдающему зарядный ток в аккумуляторную батарею 820, вместо обеспечения зарядки. Использование многочисленных антенн является одной из примерных реализаций, и конструкция может быть сокращена до одной совместно используемой антенны.

Поскольку схемы управления антенной передатчика и схемы питания и управления приемника могут быть построены как интегральные схемы (ИС) и могут совместно использовать несколько ключевых компонентов схемы, две функциональные возможности микросхемы могут быть сконструированы как одиночная микросхема, и посредством выбора разного монтажа или конфигурации микросхема может функционировать в качестве передатчика либо приемника. То есть одна и та же микросхема с определенными включенными или выключенными частями может использоваться в качестве контроллера передающей антенны или контроллера приемника. Это может снижать себестоимость создания и испытания двух разных микросхем, а также экономить затраты на изготовление микросхем, которые могут быть значительными.

Как обсуждено выше, форма сетки передачи может приобретать многие разновидности. Соответственно, упаковка антенны могла бы быть достаточно близкой к приблизительно от половины длины волны передаваемого сигнала энергии до нескольких длин волн. Двумерные компоновки могут выполняться, чтобы позволить укладывать антенную решетку под ковром или драпировать поверх теплоизоляции чердака. Например, могут применяться многочисленные широкие провода (например, узкие полосы двумерной антенной решетки), которые содержат многочисленные передающие антенны. Эти широкие провода могут устанавливаться на настиле пола или внутри стен. В качестве альтернативы, сетка передачи энергии может быть в форме рамочной антенны или любой другой форме.

Трехмерные компоновки могли бы располагать большим количеством антенн и могли бы быть включены в традиционные формы, такие как офисные потолочные плитки, двери, картины и ТВ - таким образом, делая антенную решетку невидимой и ненавязчивой. К тому же, сетчатые антенные решетки могут быть сформированы в нескольких слоях, уложенных стопой один за другим, предоставляя возможность для антенны более высокой плотности. В этом примере, антенная решетка действует подобно «фазированному объему», имеющему одиночный направленный вперед пучок с минимальным значением зеркального пучка позади него. Зеркальный пучок может уменьшаться по мере того, как возрастает толщина фазированного объема.

То есть, идеально плоские фазированные антенные решетки, использующие однонаправленные антенны могут создавать два «образа» сформированных волновых фронтов симметрично вокруг плоскости антенной решетки (например, когда имеется свободное пространство или идентичная среда на противоположных сторонах антенной решетки). Это могло бы иметь нежелательные последствия уменьшения доставки энергии (например, 50% энергии, уходящей в заднюю плоскость) и, таким образом, снижения эффективности передачи. Компоновка антенн антенной решетки в неплоской форме может уменьшать этот симметричный волновой фронт, даже если она имеет симметричную конструкцию 3-мерной антенной решетки, вследствие того обстоятельства, что антенны будут иметь разные фазы на симметричных сторонах антенной решетки, делая сигнал несимметричным и не «зеркальным».

Когда антенная решетка настраивается по фазе на конкретный приемник, каждая антенна в антенной решетке имеет конкретную фазу, с которой она осуществляет

передачу, чтобы создавать сигнал, который достигает такого конкретного приемника. Два или более приемников могут быть сконфигурированы для приема энергии посредством одного или комбинации следующих методов.

В первом методе, доставка энергии с разделением времени может использоваться между разными приемниками. Это может делаться посредством настройки антенн в антенной решетке на один приемник, а затем переключения на следующий приемник, давая каждому приемнику равное (или неравное) время. Настройка антенной решетки на каждый приемник может производиться из памяти или посредством перенастройки антенной решетки с использованием процесса, подобного методу второго варианта осуществления.

В другом методе может использоваться фазовая модуляция всех антенн антенной решетки для создания многочисленных энергетических пятен. Для каждой антенны, принятый сигнал является вектором с фазой, имеющей значение принятого угла, в то время как амплитуда является уровнем мощности принятого сигнала. Чтобы создать отраженный сигнал к множеству приемников, фаза передачи может определяться как имеющая значение угла суммы принятых векторов. Хотя не обязательно использовать величину принятого сигнала и передавать с каждой антенны с нормальной мощностью передачи, чтобы создать смещенный многофокусный сигнал, который работает лучше, когда учитываются сигналы многолучевого распространения, может детектироваться пиковая мощность принятого сигнала с каждого приемника, и сложение векторов может смещаться посредством масштабирования векторов по нормированной шкале (например, пиковая мощность с каждого приемника может учитываться с величиной 1,0 для пиковой мощности). Сложение векторов может гарантировать, что каждая антенна выдает большую энергию в приемник, на который она подает большую мощность, или, в качестве альтернативы, с которого принимает большую мощность.

Совместное использование антенн является еще одной технологией. Посредством разделения всей антенной решетки на многочисленные антенные подрешетки, каждая может выделять свою энергию конкретному приемнику. Этот подход может быть полезным, когда антенная решетка является достаточно большой, чтобы быть эффективной при разделении.

Отдельные антенные решетки могут использоваться в унисон, где отдельные блоки антенной решетки синхронизируют свои основные тактовые импульсы сигнала с использованием совместно используемой эфирной радиочастоты для реализации непрерывного сигнала из обозначенного «ведущего» блока, позволяя всем «ведомым» блокам контроллера передатчика добавлять свои сигналы когерентным образом. Это позволяет распределять отдельные антенные решетки в среде, давая пользователям гибкость при компоновке многочисленных антенных решеток по зданию, жилым помещениям, производственным предприятиям или офисам. Во время установки этих контроллеров, установщик/программа управления может связывать разные антенные решетки контроллера друг с другом, назначая ведущий блок вместе с последовательностями обхода отказа, так что независимо от того, сколько антенных решеток выходят из строя, система будет продолжать работу с использованием имеющихся в распоряжении антенных решеток. Например, антенные решетки могут устанавливаться посредством синхронизации их с использованием квантовых часов. То есть, отдельные блоки антенной решетки могут работать без синхронизации на основной частоте посредством использования точных квантовых часов (например, с точностью лучше $1:10^{10}$), если отдельные блоки антенной решетки используют одиночную частоту, чтобы применять для передачи энергии. В этом случае, они были

бы совпадающими по фазе в течение долей секунды, позволяя поддерживать когерентность фазы/сигнала.

В другом методе передачи энергии передатчик может отправлять регулярный сигнал в побочном канале связи, широкоэмитивно передавая свое присутствие всем приемникам. Если есть другие передатчики поблизости, это позволяет использовать одну из согласованных частот или избегать наложений сигналов посредством контроля сигналов другого передатчика. Эти широкоэмитивные оповещения могут меняться по частоте от нескольких в минуту до менее одного в минуту. Приемник может отправлять сигнал, оповещающий о его присутствии, а передатчики могут согласовывать, какой сигнал является наиболее подходящим для передачи энергии. Как только решение принято, приемник «синхронизируется» с одиночным передатчиком. Это может требовать, чтобы каждый передатчик был определен в качестве логического (одноконтроллерного) устройства - которое может быть составлено из многочисленных связанных передатчиков. Если контроллер обнаруживает, что огибающая мощности изменилась (то есть, приемник не требует ту же мощность), контроллер может продолжать предоставлять мощность, так чтобы приемник не выходил из строя.

В другом методе передачи энергии передатчики могут устанавливаться так, что они были открыты для подачи энергии на любое нуждающееся устройство, или они могут формировать пары с устройствами, которые они должны обслуживать. Формирование пар избегает проблемы непреднамеренного заимствования энергии соседями друг у друга, что могло бы оказывать влияние на эффективность с точки зрения владельца передатчика. Когда передатчик сталкивается с многочисленными приемниками, может быть желательным устанавливать иерархию для приоритизации, к примеру, сначала давая энергию наиболее нуждающимся устройствам, что могло бы устанавливаться согласно одному или более предопределенных критериев.

Например, некоторые из критериев могут включать в себя следующее: устройство имеет критическую важность для его владельца (например, сотовый телефон в противоположность игрушке); устройство типично не находится в течение всего дня вблизи передатчика (например, пульт дистанционного управления ТВ по сравнению с сотовым телефоном); или обнаружено, что устройству необходимо немедленное питание, или оно перестанет действовать. Такие устройства могут наделяться более высоким приоритетом над другими, пока они не достигнут не критической энергии. В качестве альтернативы, может использоваться настроенный пользователем приоритет, в силу чего, пользователь решает, какое устройство должно получать наивысший приоритет.

Примерное предпочтение приоритизации, описанное выше, может предварительно устанавливаться в системе передатчика (например, в управляющей логике) с возможностью отменяться установщиком антенной решетки, гарантируя, что система осуществляет передачу согласно приоритетам, установленным владельцами/пользователями. Владелец или пользователь также может требовать, должна ли быть антенная решетка открыта, чтобы подавать энергию на любое устройство, или желательно регистрировать конкретные устройства с наивысшим приоритетом или наименьшим приоритетом. Дополнительно, пользователю или владельцу может быть желательным определять, поддерживать или нет питание для конкретного устройства, даже если оно является перемещающимся.

В алгоритме настройки антенной решетки второго варианта осуществления, передача энергии должна прекращаться, в то время как антенная решетка перенастраивается на новое местоположение приемника. Если эти операции перенастройки выполняются с высокой частотой вследствие быстрого перемещения приемников или по причине

быстрых изменений конфигурации среды, время, необходимое для поддержки антенной решетки выключенной во время приема нового маякового сигнала, может снижать эффективность доставки энергии. Соответственно, чтобы противодействовать этому, более чем одна частота может использоваться антенной решеткой/приемником. В то время как настраивается одна частота, другая частота может продолжать передавать энергию, затем настраивается следующая частота до тех пор, пока не будут перенастроены все частоты, таким образом, избегая перерывов в передаче.

При конструировании больших фазированных антенных решеток, необходимость отправлять требуемую частоту на каждую антенну может быть затруднительной вследствие большого количества кабелей (например, коаксиальных). Это может быть даже еще более затруднительным, когда количество антенн превышает 1000. В еще одном альтернативном варианте, поэтому, вместо отправки высокочастотного сигнала ($>1\text{ГГц}$) на все антенны, более низкочастотный сигнал ($\sim 10\text{МГц}$) может передаваться через все антенны, и каждая антенна могла бы иметь схемы умножения частоты, такие как фазовая автоподстройка частоты (АПЧ, PLL) и фазосдвигающее устройство.

Дополнительно, аккумуляторная батарея стандартного формата (например, АА, ААА, элемент С, элемент D или другие) с возможностью принимать энергию и перезаряжаться может быть желательной для замены для съемных или перезаряжаемых аккумуляторных батарей, используемых в электронном/электрическом устройстве. Это потребовало бы, чтобы аккумуляторная батарея имела все схемы, необходимые для поддержания связи с антенной решеткой передатчика, а также имела емкость заряда/энергии, используемую для работы устройства от аккумуляторных батарей.

Устройство часто требует напряжение или ток для приведения в действие компонентов или емкости аккумуляторной батареи для обеспечения длительной работы между сменами аккумуляторных батарей, которые превышают возможности одиночной аккумуляторной батареи. Поэтому многочисленные аккумуляторные батареи часто используются последовательно или параллельно. Однако, при одиночной аккумуляторной батарее приемника, только одна аккумуляторная батарея может быть необходима для работы устройства, поскольку аккумуляторная батарея может выдавать требуемое напряжение, и энергоемкость становится спорным вопросом, поскольку аккумуляторная батарея способна принимать обильные количества энергии, чтобы поддерживать работу постоянно без необходимости в замене аккумуляторных батарей.

Однако использование одиночной аккумуляторной батареи вместо нескольких аккумуляторных батарей может не работать вследствие конфигурации области хранения аккумуляторной батареи устройств. Соответственно, дополнительные методы могут применяться для преодоления этого.

Фиг. 9 - структурная схема системы 900 аккумуляторных батарей приемника. Система 900 включает в себя по меньшей мере одну аккумуляторную батарею 910 приемника и может включать в себя любое количество нулевых аккумуляторных батарей. В целях примера, показана одна аккумуляторная батарея 910 приемника и две нулевых аккумуляторных батареи 920, однако может использоваться любое количество нулевых аккумуляторных батарей. Аккумуляторная батарея 910 приемника включает в себя силовой конденсатор 911, схему 912 управления и генератор 913 с регулировкой напряжения. Нулевая аккумуляторная батарея 920 включает в себя индукционную логику 921.

Соответственно, система 900 аккумуляторных батарей может работать, как изложено ниже. Предусмотрена только одна аккумуляторная батарея с предназначенной для «приемника» аккумуляторной батареей (то есть, 910). Однако, в используемых обычных

аккумуляторных батареях, размещенных последовательно с хорошо работающей аккумуляторной батареей, сопротивление может нарастать со временем, и они могут вызвать утечку, после того как превышен их срок службы, в числе других проблем, которые могут возникать.

5 В качестве альтернативы, «нулевые» аккумуляторные батареи (например, 920) могут использоваться вместе с «селектором питания» на аккумуляторной батарее 910 приемника. Нулевые аккумуляторные батареи 920 в одном из примеров, являются устройствами с точными размерами аккумуляторной батареи, но с закороченными анодами, позволяя подавать напряжение аккумуляторной батарее 910 приемника на
10 устройство без посторонней помощи. Аккумуляторная батарея 910 приемника использует схему или ползунок 912 управления, или другой механизм выбора, чтобы предоставлять пользователю возможность выбирать количество аккумуляторных батарей, которые он заменяет. Аккумуляторная батарея 910 приемника тогда выдает требуемое напряжение для компенсации нулевых аккумуляторных батарей 920.

15 В другом методе могут использоваться нулевые аккумуляторные батареи 920 с развитой логикой, а также аккумуляторная батарея 910 приемника с развитой логикой. Аккумуляторная батарея приемника изначально будет выдавать напряжение одной аккумуляторной батарее требуемого формата, а также низковольтное колебание 1кГц (или сходной другой частоты) (колебание <0,1В в течение длительности детектирования
20 количества используемых нулевых аккумуляторных батарей), а нулевые аккумуляторные батареи 920 с развитой логикой используют 1кГц для индуктивного питания их самих. Нулевые аккумуляторные батареи далее создают воздействие на линию питания посредством сопротивления, емкости или другого средства, которое может присутствовать в аккумуляторной батарее приемника. Частота воздействия нулевых
25 аккумуляторных батарей 920 с развитой логикой создается встроенными псевдослучайными генераторами (например, логикой 921), которые имеют статистически аддитивные характеристики. Поэтому может определяться количество псевдослучайных генераторов в линии. Одним из вариантов осуществления этого было бы использования 32-битного линейного сдвигового регистра с обратной связью, работающего с известным
30 интервалом, так что сдвинутый бит используется для инициации воздействия «всплеска» в линии питания. Начальное число для сдвиговых регистров с обратной связью при включении питания должно быть разным во всех нулевых аккумуляторных батареях 920, поэтому, они не работают в унисон.

Фиг. 10 - примерная схема 1000 линий питания системы аккумуляторных батарей, включающая в себя «всплески» 1010. Аккумуляторная батарея 910 приемника
35 подсчитывает всплески 1010 на линии питания и определяет количество нулевых аккумуляторных батарей 920 с развитой логикой. Всплески 1010 могут быть высокочастотными импульсами или емкостными модификаторами. Могут выбираться всплески, не маскируемые большинством электрических/электронных устройств. Этот процесс выполняется в течение короткого периода времени, например, меньшего, чем
40 1 миллисекунда. После этого аккумуляторная батарея 910 приемника не требует детектирования напряжения до следующего включения питания, которое может происходить на другом устройстве с другими потребностями энергии. Частота «питания» 1 кГц, создаваемая аккумуляторной батареей 910 приемника прекращается, и нулевые
45 аккумуляторные батареи 920 становятся бездействующими и становятся прозрачными для устройства, снабжаемого энергией.

Вновь со ссылкой на фиг. 10, случайные всплески 1010 вырабатываются каждой из нулевых аккумуляторных батарей 920 на линии системы питания системы 900. Всплески

1010 используются для определения количества генераторов случайных всплесков аккумуляторной батареей 910 приемника. Посредством подсчета всплесков со временем и деления на ожидаемое количество от одиночной нулевой аккумуляторной батареи 920 может определяться количество нулевых аккумуляторных батарей 920, установленных последовательно. Однако в системе с параллельной установкой аккумуляторных батарей одна аккумуляторная батарея 910 приемника может требоваться для каждой параллельной линии питания.

Когда устройство принимает энергию на высоких частотах около 500 МГц, его местоположение может становиться горячим пятном (поступающего) излучения. Значит, когда устройство находится на человеке, уровень облучения может превышать предписание FCC или превышать приемлемые уровни облучения, установленные медицинскими/промышленными органами. Чтобы избежать проблемы избыточного облучения, устройство может объединять механизмы детектирования движения, такие как акселерометры, или эквивалентные механизмы. Как только устройство обнаруживает, что оно находится в движении, может предполагаться, что оно переносится человеком, и инициируется сигнал в антенную решетку, чтобы останавливать передачу энергии на него либо снижать принимаемую энергию до приемлемой доли мощности. В случаях, где устройство используется в движущейся среде, подобной автомобилю, поезду или самолету, энергия могла бы передаваться с перерывами или на пониженных уровнях, если только устройство не близко к потере всей имеющейся в распоряжении мощности.

Фиг. 11 - альтернативный приемник 110 в соответствии с первым вариантом осуществления, который включает в себя обнаружение движения, как описано выше. Приемник 1100 включает в себя управляющую логику 1110, аккумуляторную батарею 1120, блок 1130 связи и ассоциативно связанную антенну 1160, измеритель 1140 мощности, выпрямитель 1150 и ассоциированную антенну 1170 и датчик 1180 движения. За исключением датчика 1180 движения, остальная часть компонентов работают функционально подобно соответствующим компонентам приемника 700. Датчик 1180 движения детектирует движение, как описано выше, и сигнализирует управляющей логике 1110, что следует действовать в соответствии с методом, описанным выше.

Фиг. 12 - альтернативный приемник 1200 в соответствии со вторым вариантом осуществления, который предусматривает обнаружение движения, как описано выше. Приемник 1200 включает в себя управляющую логику 1210, аккумуляторную батарею 1220, блок 1230 связи и ассоциированную антенну 1270, измеритель 1240 мощности, выпрямитель 1250, генератор 1260 маякового сигнала и ассоциированную антенну 1280 и переключатель 1265, присоединяющий выпрямитель 1250 или генератор 1260 маякового сигнала к ассоциированной антенне 1290. За исключением датчика 1280 движения, остальная часть компонентов работают функционально подобно соответствующим компонентам приемника 800. Датчик 1280 движения детектирует движение, как описано выше, и сигнализирует управляющей логике 1210, что следует действовать в соответствии с методом, описанным выше.

Устройство, предназначенное для приема энергии на частотах, используемых связью WiFi или Bluetooth, или тому подобным, такое как сотовый телефон или медиаплеер, уже может иметь антенны, способные к приему энергии на частотах передачи энергии. Соответственно, вместо использования дополнительных антенн для приема энергии, те же самые антенны, используемые для связи WiFi и т.п., могут использоваться для приема энергии посредством добавления требуемых схем в аппаратные средства связи (например, добавления выпрямления, управляющей логики и т. д.).

Некоторые примерные применения системы беспроводной передачи энергии могут включать в себя супермаркет и потребительские розничные торговые точки, которые предусматривают ярлыки с указанием цены на полках товарного магазина. Управление показателем цены на этих ярлыках может быть дорогостоящей и трудоемкой работой.

К тому же, специальные соглашения и рекламные кампании означают, что ярлыки изменялись бы ежедневно.

При современном указателе ассортимента с электронными чернилами, можно создать ярлык в виде миниатюрного электронного устройства, которое эффективно отображает цены/рекламные кампании, и электронные чернила не потребляют энергию при отображении статического изображения. Однако требуется энергия для приема новых данных для отображения, а также требуется изменять отображение электронными чернилами. Невозможно решение на основе проводов к каждому ярлыку или использование аккумуляторных батарей в каждом ярлыке, поскольку они регулярно требовали бы зарядки или замены. Посредством использования беспроводной передачи энергии, тысячи меток могут поддерживаться работающими от антенных решеток беспроводного передатчика энергии, размещенных на потолочных перекрытиях или полках, при питании меток на регулярной основе, а также когда ярлык перемещается. Как только ярлыки достигают требуемого пункта назначения, ярлыки могут активизироваться начальной мощностью, как проводным, так и беспроводным способом.

В другом примере, производственные предприятия используют большое количество датчиков и контроллеров для поддержания синхронизации производства, общей производительности и качества производимых товаров. Несмотря на использование беспроводной связи, по-прежнему требуется проводить несущие энергию провода до каждого устройства, что делает устройства зависимыми от дополнительного компонента, подверженного отказам, и устройства не могут герметизироваться перед установкой или использованием в высоко горючих средах, таких как нефтеперегонные заводы, поскольку в устройствах должны иметься отверстия для подведения проводов питания в устройства. Соответственно, беспроводная энергия может выдаваться на эти устройства посредством включения в состав одного из беспроводных приемников энергии, описанных выше.

Система беспроводного энергоснабжения также может использоваться для обнаружения движения. Когда система передачи энергии активна, небольшие возмущения в среде могут изменять эффективность передачи, даже когда изменение не находится на линии прямой видимости передачи. Поскольку эта система использует с выгодой многочисленные пути передачи (многолучевое распространение) в среде, она может использоваться в качестве детектора движения. Посредством измерения мощности, принимаемой с антенной решетки, которая локализована или распределена в окружении, любые изменения в уровне принимаемой мощности будут указанием изменений в электромагнитной конфигурации окружения. При таких применениях уровень передачи энергии может быть очень мал, поскольку провода могут питать приемник, но он действует только в качестве средства настройки антенной решетки. Как только обнаружено изменение конфигурации окружения, система/сигнализаторы безопасности могут извещаться об изменении.

В еще одном примере, отдельным контейнерам с напитками или пищевыми продуктами, которые регулируют температуру своего содержимого, необходимо иметь постоянный источник энергии. Если эти контейнеры высоко подвижны, становится трудным поддерживать доступность источника энергии. Беспроводная энергия может

использоваться для поддержания доступности источника энергии, следовательно, температура контейнеров может поддерживаться на требуемой температуре. Контейнеры также могут использовать имеющуюся в распоряжении мощность для сообщения о температуре содержимого, уровне текучей среды или весе содержимого.

- 5 В качестве примера, когда холодные/горячие напитки подаются в жаркие дни, или когда употребление их холодными/горячими является наилучшим способом употребления, причем при наличии этой возможности, пьющий не должен допивать свой напиток до того, как он достигнет температуры окружающей среды, а может наслаждаться своими напитками в течение более длительного периода времени. Также, 10 когда уровень напитков становятся ниже желаемого, хозяин может уведомляться беспроводным образом об этом через приемник сигнала и может своевременно доливать напитки вовремя, прежде чем они закончатся.

- В еще одном примере, когда вы можете контролировать потребление электроэнергии устройств, использующих приемники мощности, можно обнаруживать потерявшие работоспособность устройства до их отказа. Например, пожарные сигнализаторы 15 могут рассматриваться в качестве отказавших, если они не потребляют номинальную мощность, которую они используют, или когда потребляемая мощность устройства резко изменяется, что обычно происходит, когда устройство близко к отказу.

- В представленной ниже таблице приводятся объективные данные, полученные в результате проведения ряда испытаний. Все испытания проводились при одинаковых 20 внешних условиях, в частности: при температуре в 21°C, давлении 101.0 кПа, влажности 41%. Испытания проводились в отношении расстояния, равного трем метрам. Во время испытаний было использовано следующее оборудование: рупорная антенна с калибровкой в соответствии с ANSI C63.5, модель 3115 (далее T1), кабель модели ETSI- 25 50T (далее T2), кабель модели 32026-29080-29080-84 (далее T3), анализатор спектра модели E4446A, аттенюатор модели 768-10 фильтр высоких частот (далее T4), направленный ответвитель модели C223E-20. Высота приемной антенны равна 120 см., антенна подвергается настройке. Решетка настраивалась с помощью приемной антенны в указанной поляризации. Испытания проводились как со

- 30 статической настройкой, так и с динамической настройкой антенны. В случае динамической настройки клиент находился на стороне принимающей антенны и не двигался с испытываемым оборудованием, например, с ртутной антенной. Результаты, показанные в представленной ниже таблице, относятся к напряженности поля с динамической настройкой.

35

#	Частота MHz	Показ дБмкВ	T1 дБ Б	T2 дБ	T3 дБ	T4 дБ	Корр. мкВ/м	дБ-	Спектр дБмкВ/м	Предел дБ	Поляриз.
1	4809.967M	68.8	+32.1	+3.8	+2.5	+0.8	68.0		28.0	+40.0	Верт.
2	7214.958M	54.4	+36.6	+4.8	+2.4	+0.8	59.0		28.0	+31.0	Верт.
3	9619.992M	41.7	+37.5	+6.3	+2.9	+1.3	49.7		28.0	+21.7	Верт.
40 4	12024.970M	28.8	+38.3	+6.8	+3.6	+0.6	38.1		28.0	+10.1	Верт.
5	14429.920M	34.9	+41.0	+8.1	+4.1	+0.8	48.9		28.0	+20.9	Верт.
6	14430.010M	32.4	+41.0	+8.1	+4.1	+0.8	46.4		28.0	+18.4	Гориз.
7	12024.920M	27.2	+38.3	+6.8	+3.6	+0.6	36.5		28.0	+8.5	Гориз.
8	9619.992M	38.4	+37.5	+6.3	+2.9	+1.3	46.4		28.0	+18.4	Гориз.
9	7214.958M	54.0	+36.6	+4.8	+2.4	+0.8	58.4		28.0	+30.6	Гориз.
45 10	4810.042M	65.7	+32.1	+3.8	+2.5	+0.8	64.9		28.0	+36.9	Гориз.

В таблице наглядно показано увеличение в дБмкВ (т.е. мощности энергии микроволнового излучения, принятого приемником микроволнового излучения устройства, которое должно заряжаться) по сравнению со статическими результатами.

При этом конкретное местоположение испытываемого оборудования не определялось во время испытаний, следовательно, данные испытания осуществлялись без необходимости определения местоположения испытываемого оборудования.

Понятно, что настоящее изобретение не ограничено вариантами осуществления, описанными выше, но охватывает любые и все варианты осуществления в пределах объема нижеследующей формулы изобретения. Например, хотя частота 5,8 ГГц была описана выше, любая частота выше 100 МГц может использоваться в качестве частоты передачи энергии.

Любой тип перезаряжаемых аккумуляторных батарей может использоваться для приема заряда от сети передачи энергии, в том числе перезаряжаемые аккумуляторные батареи стандартного размера или заказные перезаряжаемые аккумуляторные батареи для использования в конкретных электронных устройствах (то есть, сотовых телефонах, PDA и т.п.). Эти перезаряжаемые аккумуляторные батареи могут использоваться для замены существующих на данный момент аккумуляторных батарей и могут включать в себя электронику приемника, которая будет предоставлять им возможность принимать сигнал передачи энергии и преобразовывать его для подзарядки аккумуляторных батарей.

ВАРИАНТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

1. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения.

2. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по варианту 1 осуществления, дополнительно содержащий контроллер и фазированную антенную решетку, имеющую множество микроволновых приемопередатчиков решетки для передачи сигнала передачи энергии микроволнового излучения.

3. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому предыдущему варианту осуществления, в котором приемопередатчики адаптивно фазируются контроллером для передачи своих соответствующих сигналов передачи энергии с выбранной фазой.

4. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому предыдущему варианту осуществления, в котором каждый приемопередатчик дополнительно работоспособен для приема калибровочного сигнала из устройства, которое должно заряжаться, и для детектирования фазы, с которой калибровочный сигнал принимается приемопередатчиком.

5. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому предыдущему варианту осуществления, в котором контроллер дополнительно выполнен с возможностью настраивать выбранную фазу для использования при передаче сигнала передачи энергии на определенную фазу, причем определенная фаза основана на детектированной фазе, при этом определенная фаза указывает оптимальную фазу для сигнала передачи энергии, который должен передаваться на устройство, которое должно заряжаться.

6. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому предыдущему варианту осуществления, в котором сигнал передачи энергии передается без использования сигнала определения местоположения, если таковой имеет место, с устройства, которое должно заряжаться, который указывает местоположение устройства, которое должно заряжаться.

7. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому предыдущему варианту осуществления, в котором определенная фаза является комплексно-сопряженной величиной детектированной фазы.

8. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому

предыдущему варианту осуществления, в котором контроллер выполнен с возможностью сравнивать калибровочный сигнал с внутренним сигналом для детектирования принятой фазы калибровочного сигнала.

5 9. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому предыдущему варианту осуществления, в котором контроллер дополнительно выполнен с возможностью настраивать выбранную фазу, для использования при передаче сигнала передачи энергии на определенную фазу, при этом определенная фаза, по существу, является комплексно-сопряженной величиной детектированной фазы, чтобы сигнал

10 10. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому предыдущему варианту осуществления, в котором определенная фаза является фазовым углом в рамках допустимого предела отклонения от комплексно-сопряженной величины детектированной фазы.

11. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по любому 15 предыдущему варианту осуществления, в котором определенная фаза является фазовым углом в пределах плюс или минус 36 градусов от комплексно-сопряженной величины детектированной фазы.

12. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения.

13. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения по варианту 12 20 осуществления, дополнительно содержащий антенну с встроенным выпрямителем, выполненную с возможностью принимать сигнал передачи энергии, чтобы заряжать приемник зарядки.

14. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения по любому из вариантов 12-13 осуществления, дополнительно содержащий 25 передатчик, выполненный с возможностью передавать калибровочный сигнал на передатчик энергии микроволнового излучения.

15. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения по любому из вариантов 12-14 осуществления, в котором антенна с встроенным выпрямителем дополнительно выполнена с 30 возможностью принимать сигнал передачи энергии, имеющий определенную фазу, причем определенная фаза сигнала передачи энергии является, по существу, комплексно-сопряженной величиной детектированной фазы калибровочного сигнала.

16. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения по любому из вариантов 12-15 осуществления, в котором определенная фаза является фазовым углом в рамках допустимого предела 35 отклонения от комплексно-сопряженной величины детектированной фазы калибровочного сигнала.

17. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения, как в любом из вариантов 12-16 осуществления, при этом определенная фаза является фазовым углом 40 в пределах плюс или минус 36 градусов от комплексно-сопряженной величины калибровочного сигнала.

Формула изобретения

1. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения, содержащий 45 контроллер и фазированную антенную решетку, имеющую множество микроволновых приемопередатчиков решетки для передачи сигнала передачи энергии микроволнового излучения, причем каждый из множества микроволновых приемопередатчиков выполнен с возможностью

передавать свои соответствующие сигналы передачи энергии с соответствующей выбранной фазой,

принимать калибровочный сигнал от устройства, которое должно заряжаться, и детектировать детектированную фазу, с которой калибровочный сигнал принимается

5 соответствующим приемопередатчиком; и

при этом контроллер выполнен с возможностью

настраивать выбранную фазу для использования при передаче сигнала передачи энергии на определенную фазу для одного или более из множества приемопередатчиков,

определять определенную фазу на основе соответствующей детектированной фазы

10 для одного или более из множества приемопередатчиков, при этом определенная фаза указывает оптимальную фазу для сигнала передачи энергии, который должен передаваться на устройство, которое должно заряжаться; и

при этом сигнал передачи энергии передается без использования сигнала определения местоположения, если таковой имеет место, от устройства, которое должно заряжаться,

15 который указывает местоположение устройства, которое должно заряжаться.

2. Беспроводной передатчик энергии по п. 1, в котором определенная фаза является комплексно-сопряженной величиной детектированной фазы.

3. Беспроводной передатчик энергии по п. 1, в котором контроллер дополнительно выполнен с возможностью сравнивать калибровочный сигнал с внутренним сигналом

20 для детектирования принятой фазы калибровочного сигнала.

4. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения, содержащий контроллер и фазированную антенную решетку, имеющую множество микроволновых приемопередатчиков решетки для передачи сигнала передачи энергии микроволнового излучения, причем каждый из множества микроволновых

25 приемопередатчиков решетки выполнен с возможностью

передавать сигнал передачи энергии с выбранной фазой,

принимать калибровочный сигнал от устройства, которое должно заряжаться, и детектировать детектированную фазу, с которой калибровочный сигнал принимается приемопередатчиком;

30 при этом контроллер выполнен с возможностью:

настраивать выбранную фазу для использования при передаче соответствующего сигнала передачи энергии на определенную фазу для одного или более из множества микроволновых приемопередатчиков решетки, при этом определенная фаза основана на комплексно-сопряженной величине соответствующей детектированной фазы для

35 одного или более из множества микроволновых приемопередатчиков решетки; и

при этом сигнал передачи энергии передается на устройство, которое должно заряжаться, без использования сигнала определения местоположения, если таковой имеет место, от устройства, которое должно заряжаться, который указывает местоположение устройства, которое должно заряжаться.

40 5. Беспроводной передатчик энергии микроволнового излучения по п. 4, в котором определенная фаза дополнительно основана на допустимом пределе отклонения от комплексно-сопряженной величины детектированной фазы.

6. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения, содержащий:

антенну с встроенным выпрямителем, выполненную с возможностью принимать

45 сигнал передачи энергии, чтобы заряжать приемник для зарядки;

передатчик, выполненный с возможностью передавать калибровочный сигнал на передатчик энергии микроволнового излучения; и

при этом антенна с встроенным выпрямителем дополнительно выполнена с

возможностью принимать сигнал передачи энергии, имеющий определенную фазу, причем определенная фаза сигнала передачи энергии основана на комплексно-сопряженной величине детектированной фазы калибровочного сигнала.

- 5 7. Беспроводной приемник энергии микроволнового излучения по п. 6, в котором определенная фаза дополнительно основана на допустимом пределе отклонения от комплексно-сопряженной величины детектированной фазы калибровочного сигнала.

10

15

20

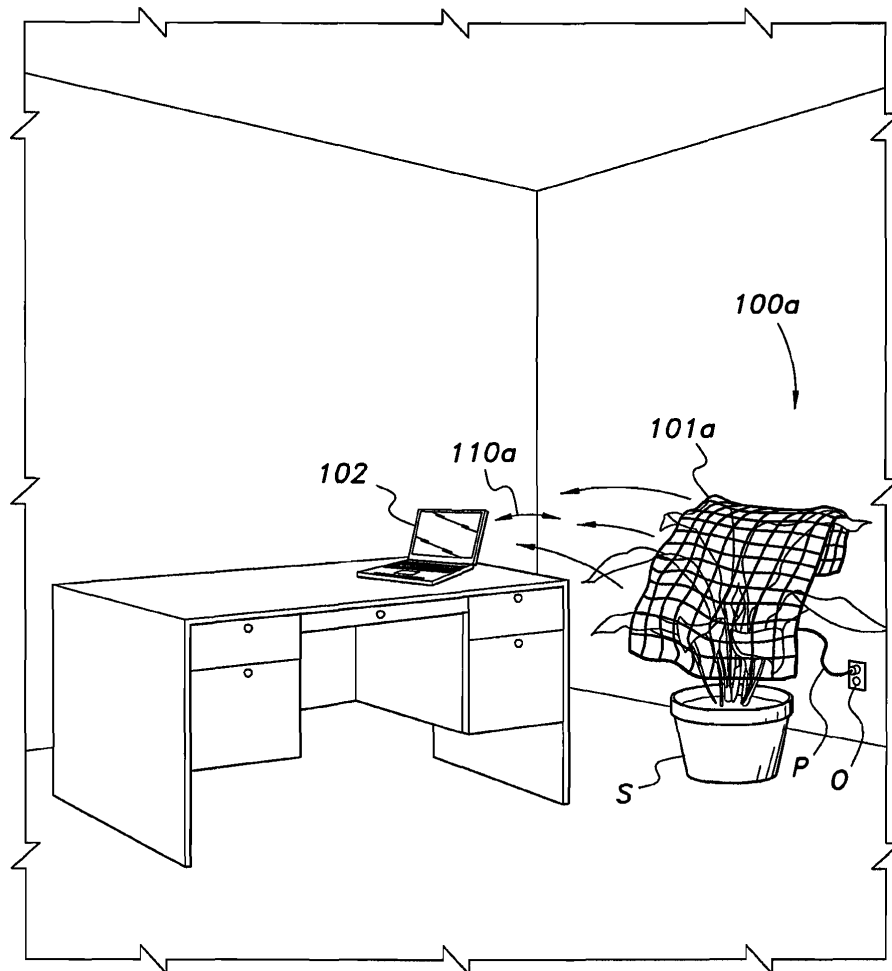
25

30

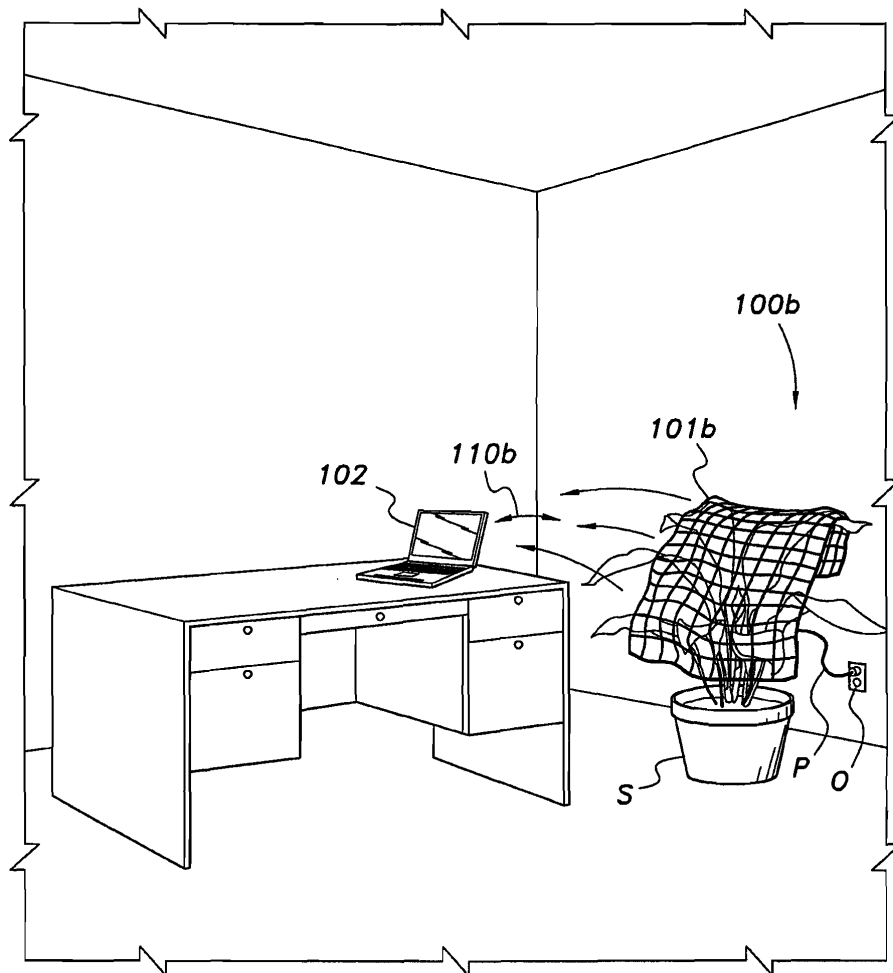
35

40

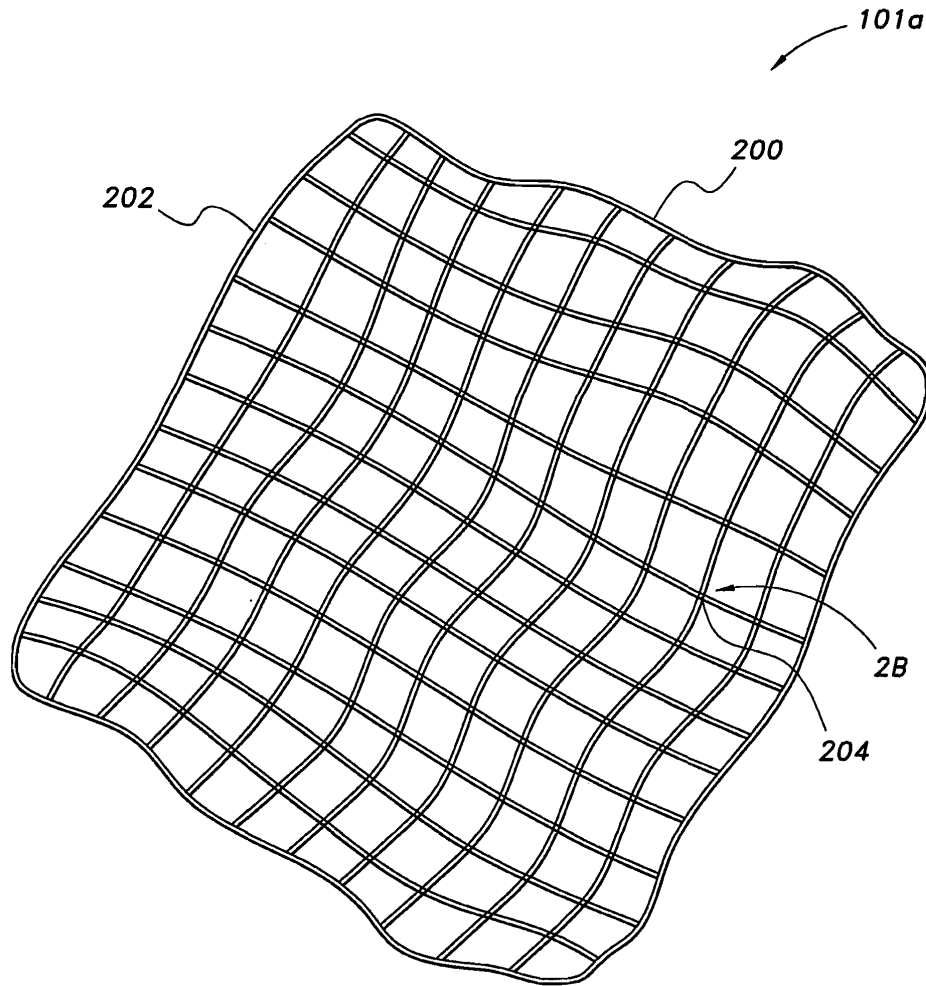
45



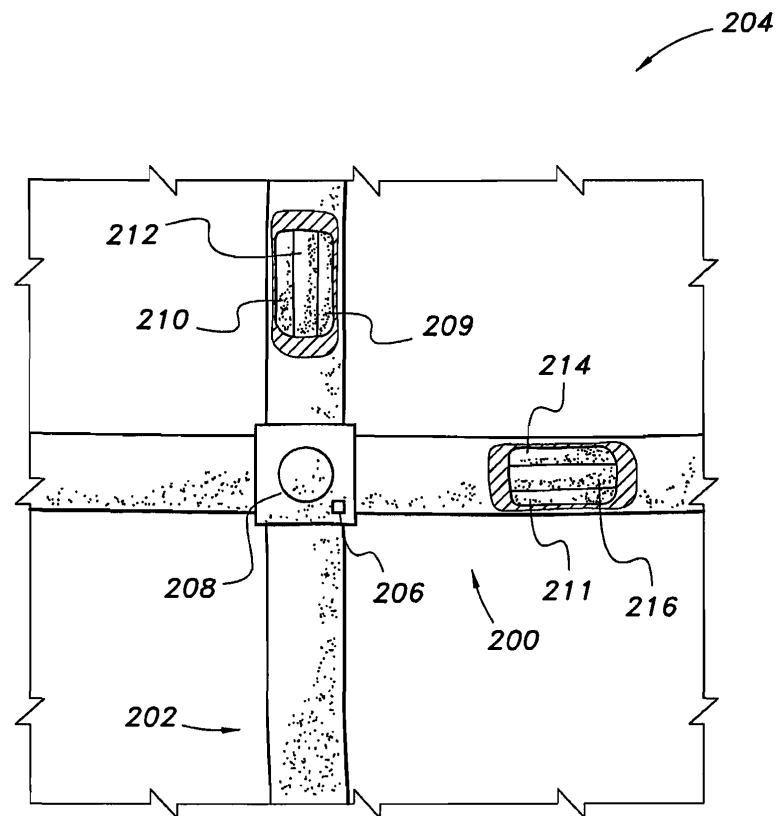
ФИГ.1А



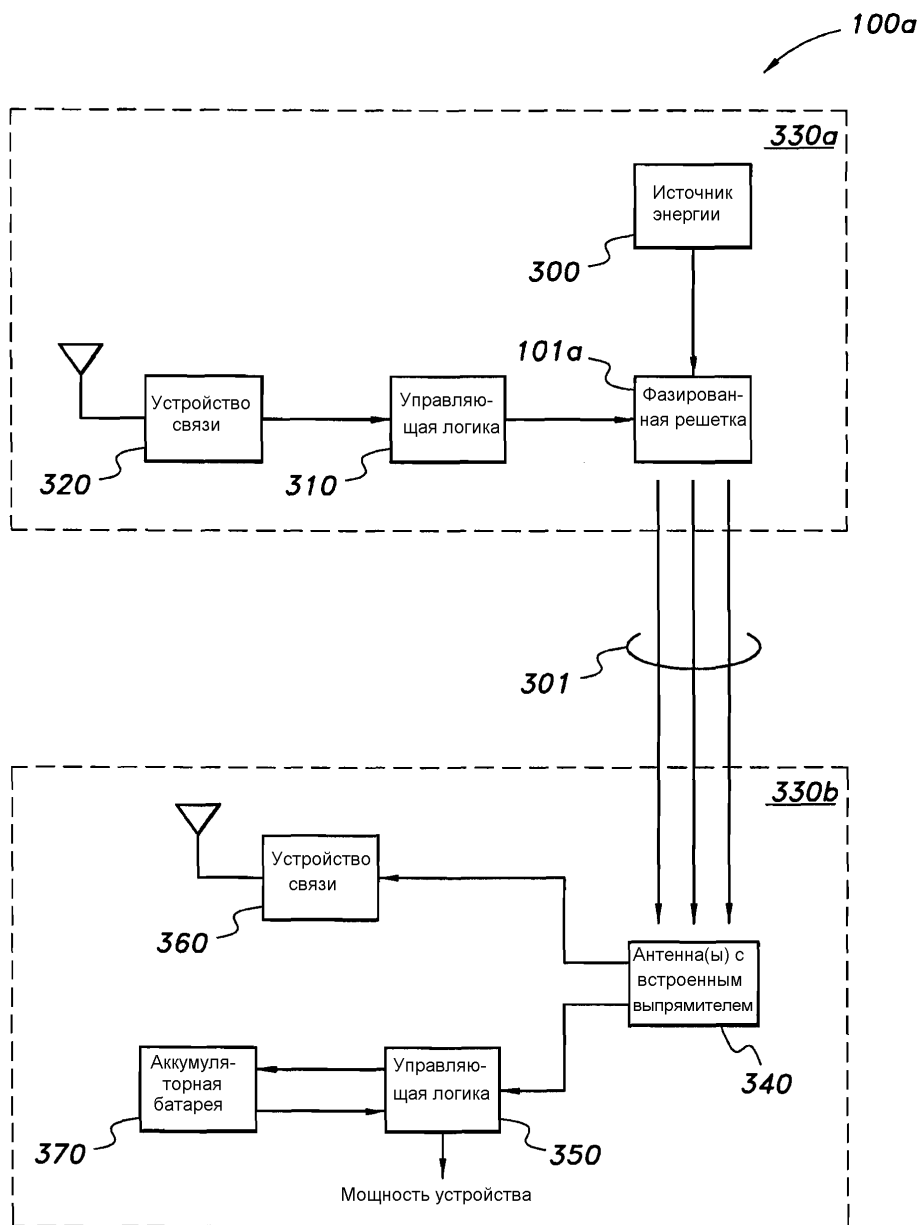
ФИГ.1В



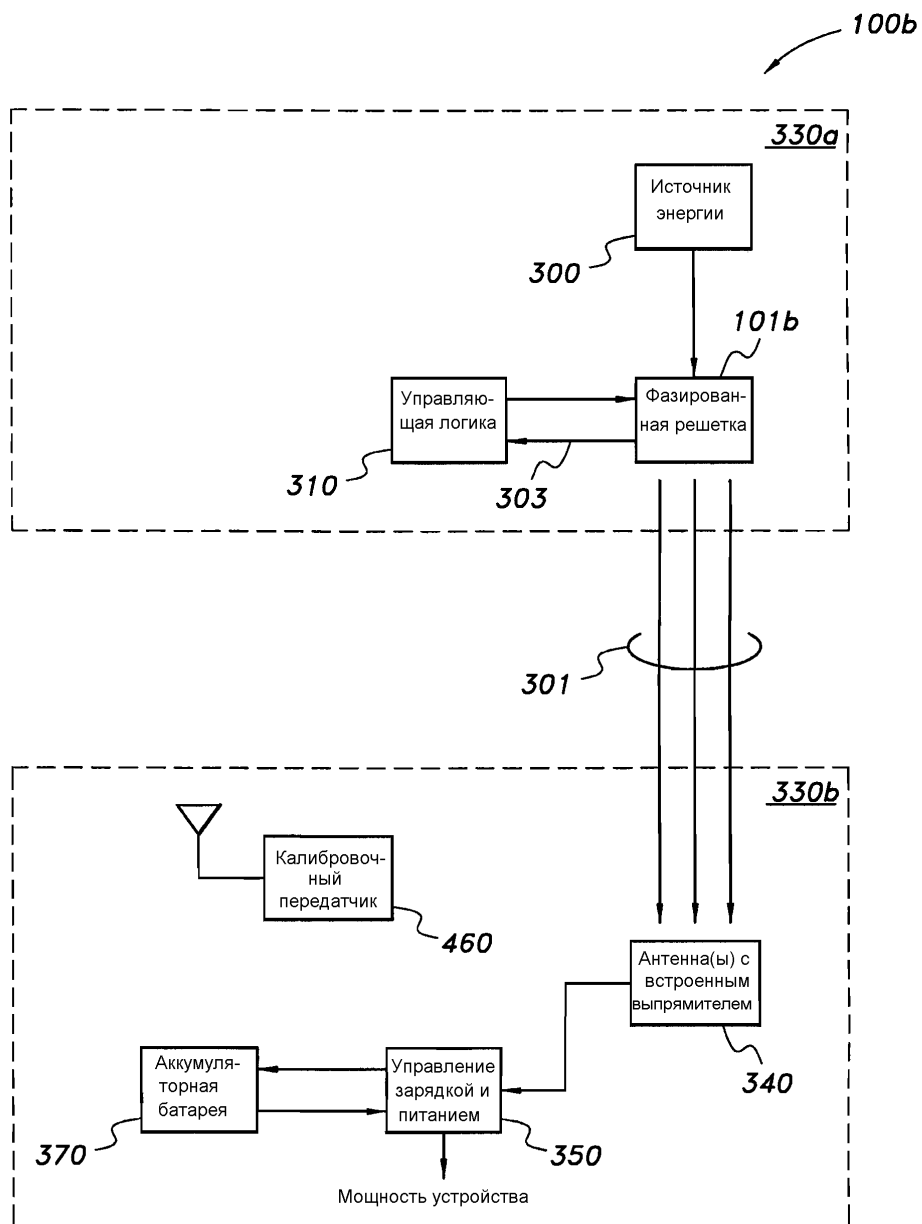
ФИГ.2А



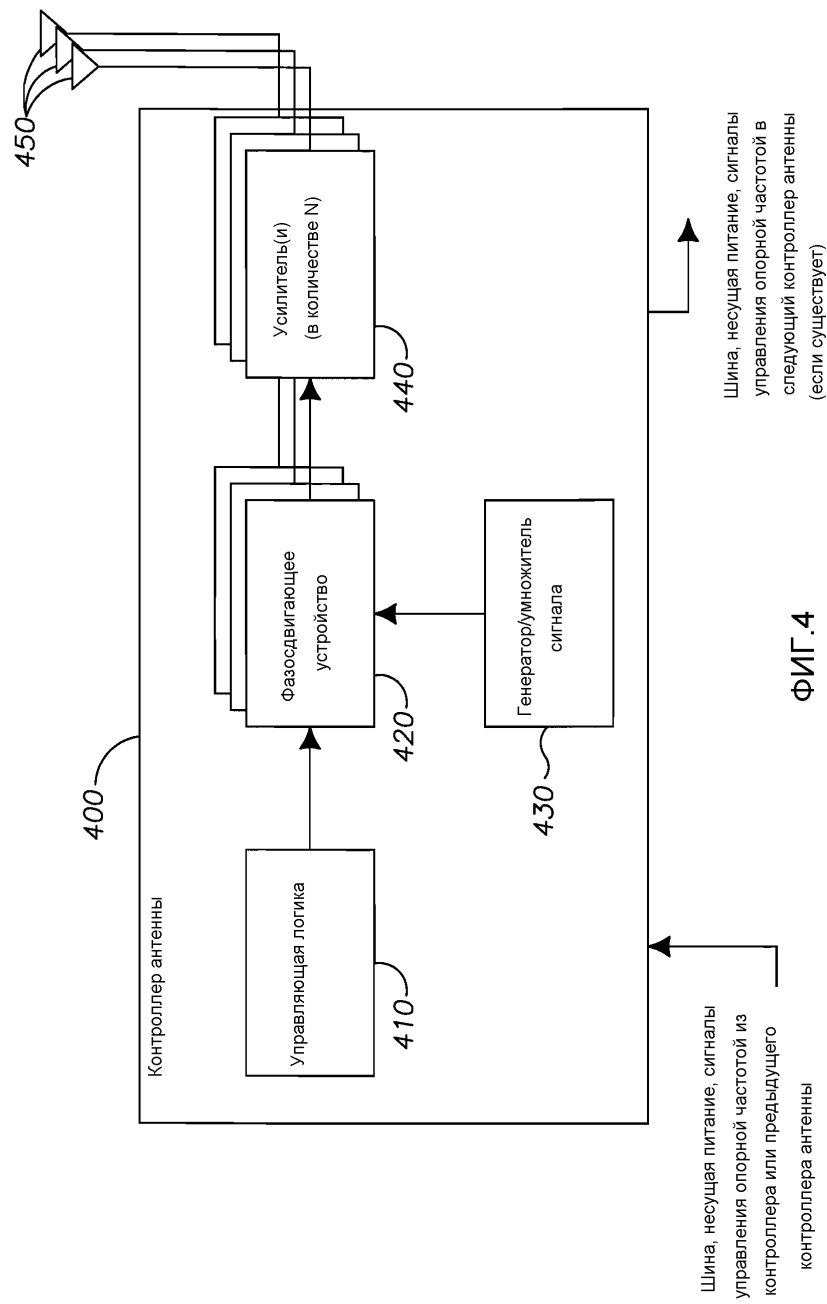
ФИГ.2В



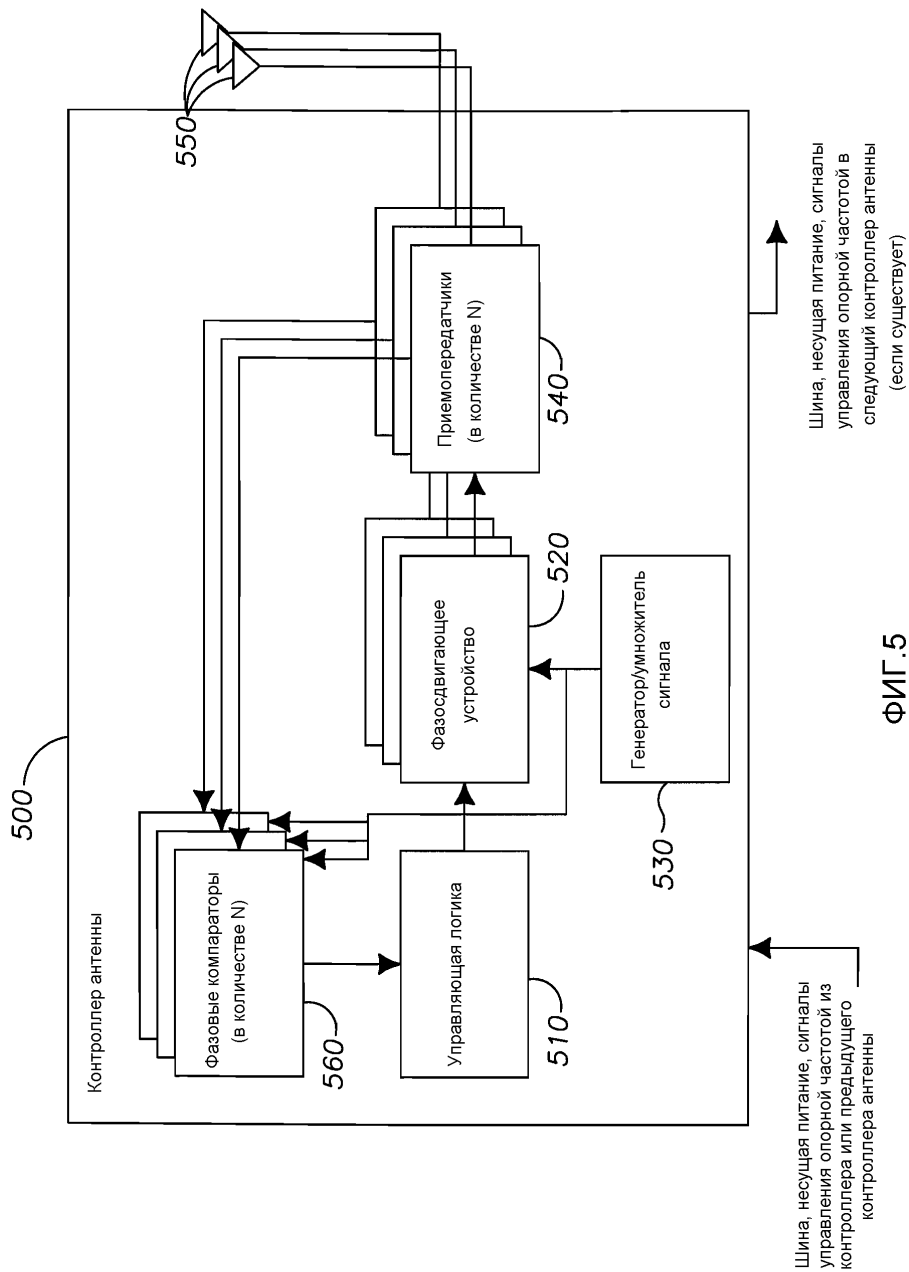
ФИГ.3А



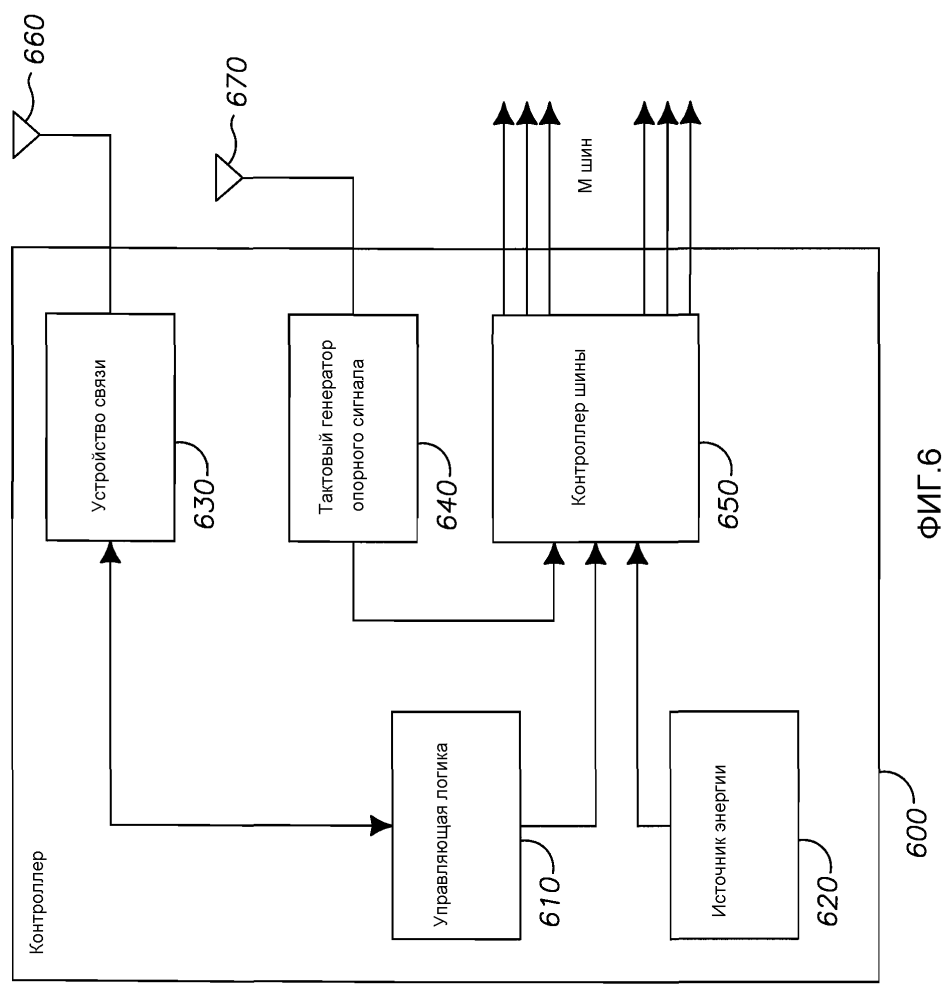
ФИГ.3В

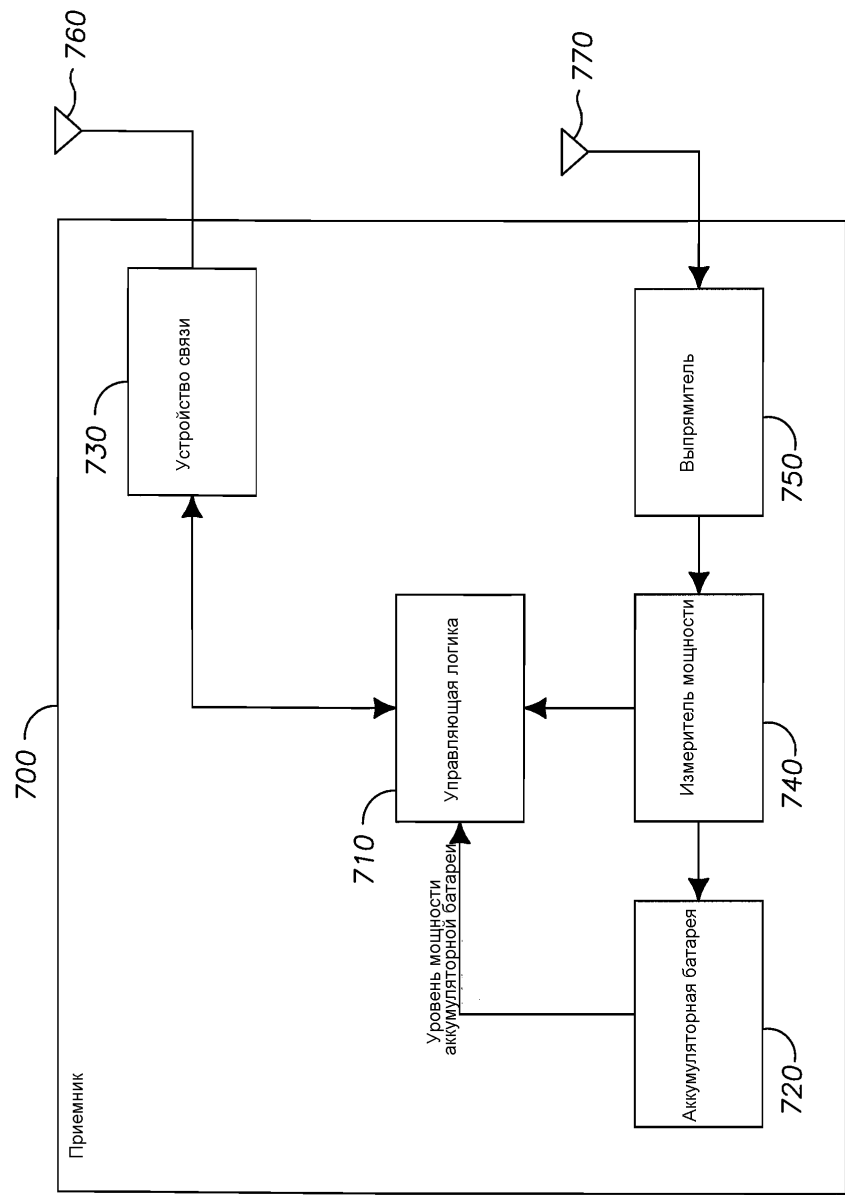


ФИГ.4

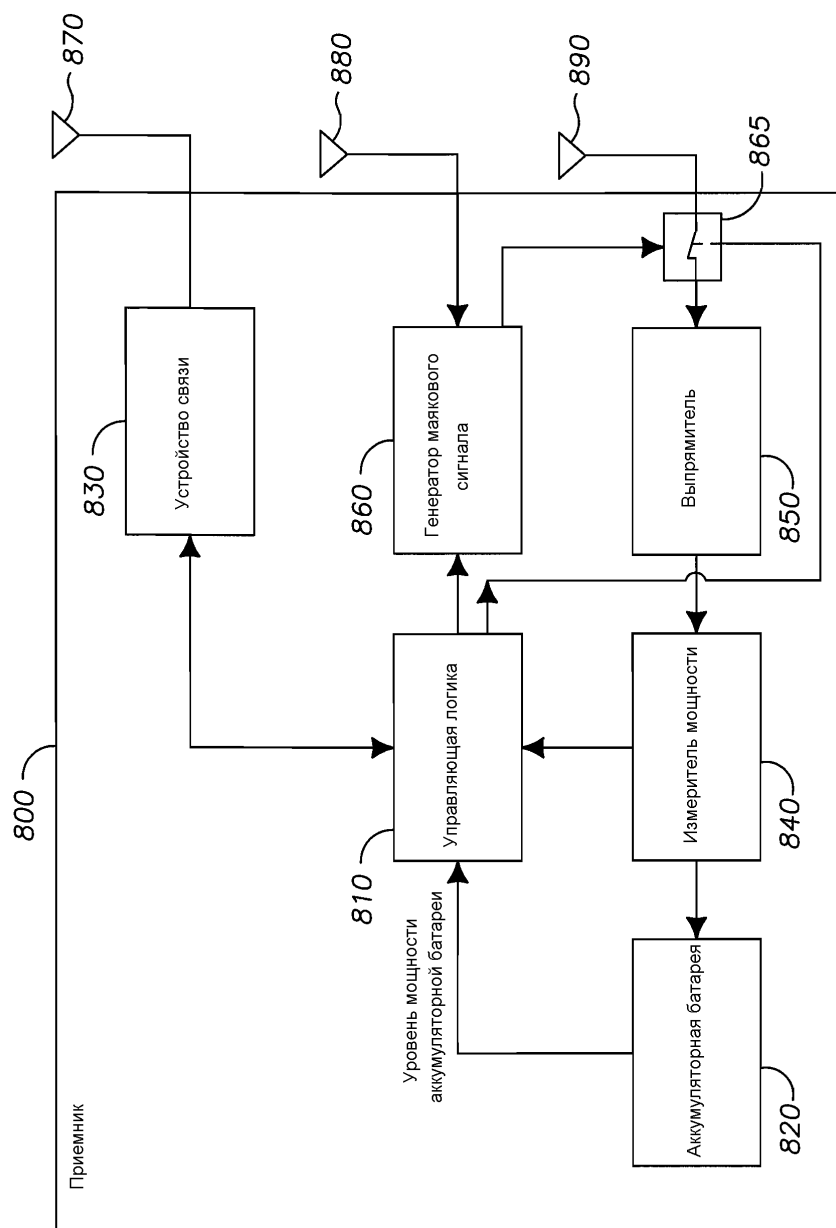


ФИГ. 5

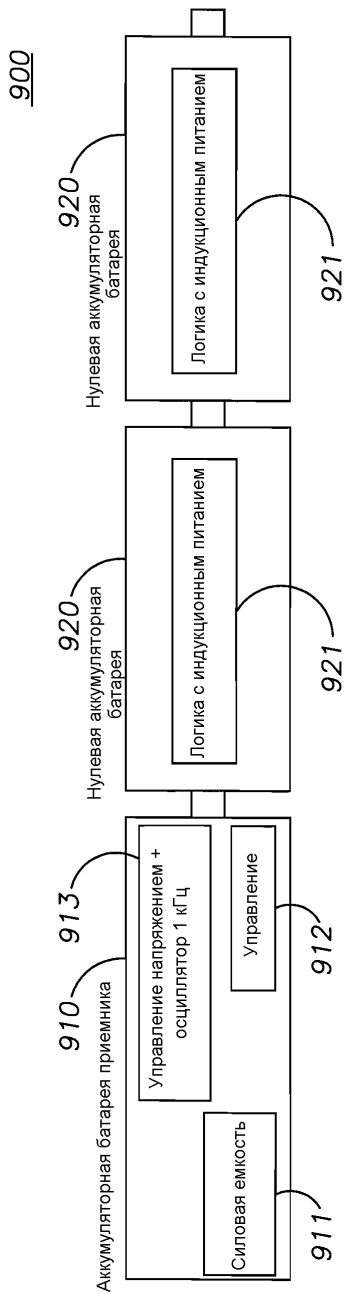




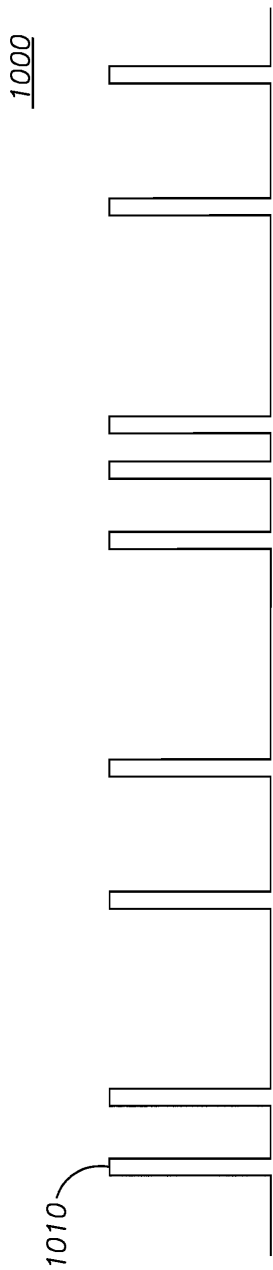
ФИГ.7



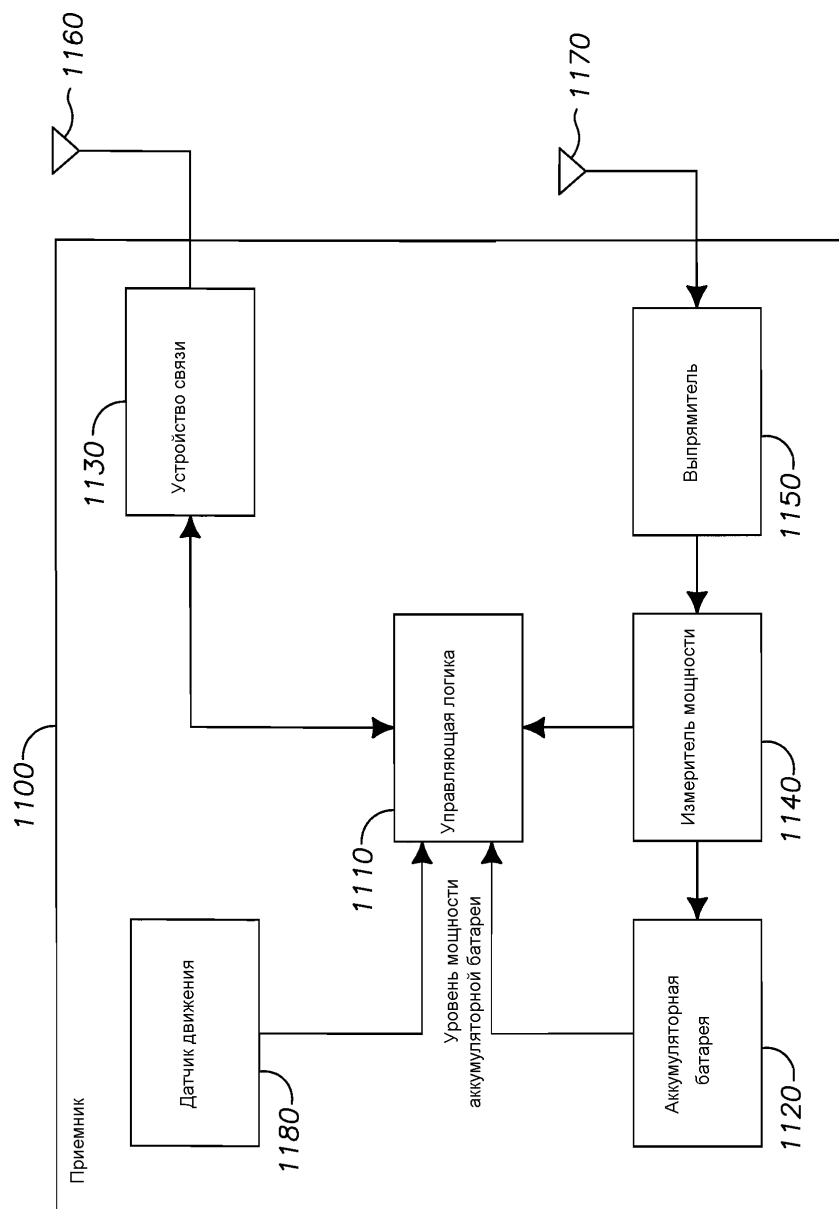
ФИГ.8



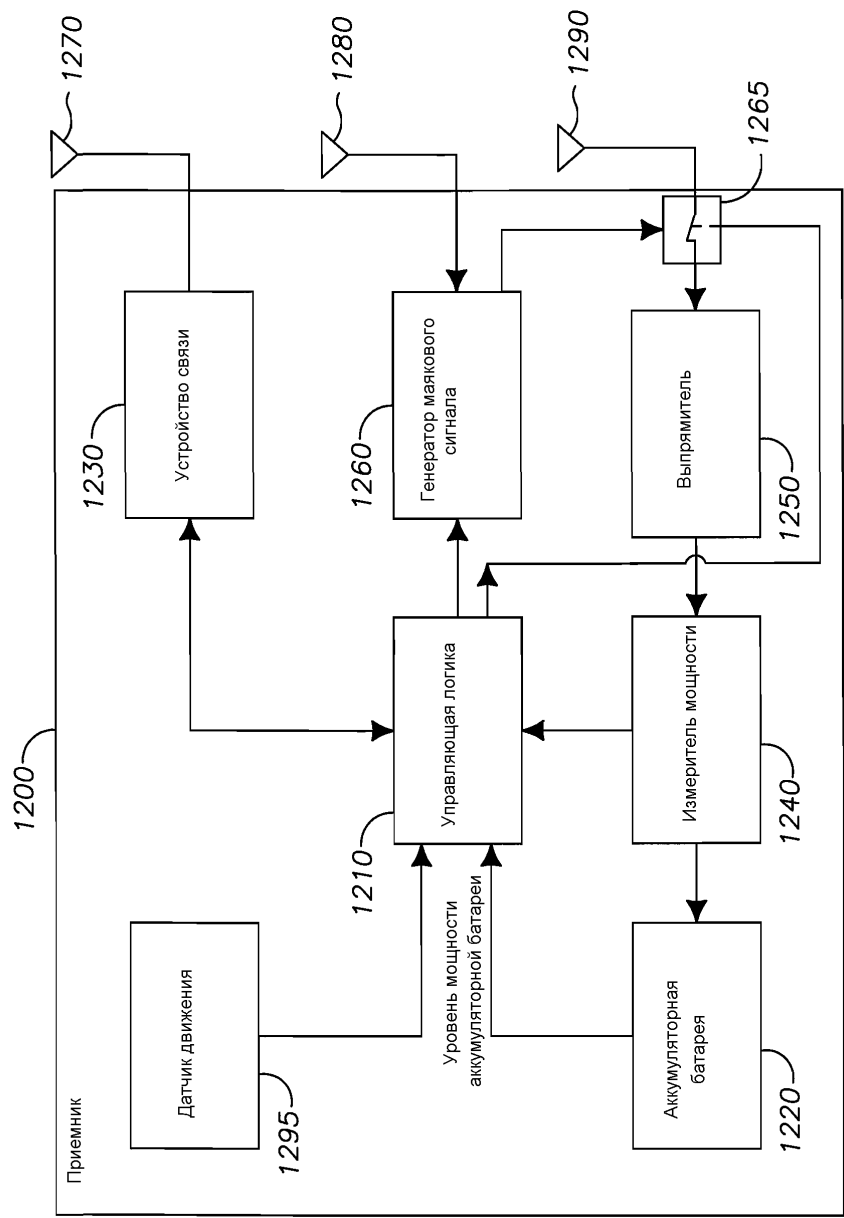
ФИГ.9



ФИГ.10



ФИГ.11



ФИГ.12