

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202200141 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2023.06.30

(51) Int. Cl. H02J 50/20 (2016.01)  
H02J 50/23 (2016.01)  
H02J 15/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2022.11.03

(54) УСТРОЙСТВО СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

(31) 2021139437

(72) Изобретатель:

(32) 2021.12.28

Туральчук Павел Анатольевич,

(33) RU

Кириллов Виталий Витальевич,

(71) Заявитель:

Мунина Марина Владимировна (RU)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "САНКТ-  
ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ "ЛЭТИ" ИМ. В.И.  
УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА) (RU)

202200141

A1

(57) Устройство сверхвысокочастотной беспроводной передачи энергии относится к СВЧ-радиоэлектронике и может быть использована для беспроводной передачи энергии с помощью СВЧ-излучения энергозависимым устройствам, таким как мобильные устройства связи, беспроводные сенсоры, устройства радиочастотной идентификации и др. Предлагаемое устройство сверхвысокочастотной беспроводной передачи энергии состоит из двух главных частей: передающей и приёмной. СВЧ-сигнал, формируемый источником энергии (1), подводится с помощью СВЧ-ключа (2), контролируемого управляющей логикой (3), к заданному входу планарной линзы Ротмана (4), которая формирует амплитудно-фазовое распределение вдоль излучающей апертуры антенной решетки (5), антенная решетка формирует СВЧ-излучение в заданном направлении. В приемной части сигнал принимается антенной со встроенным выпрямителем (6), в которой происходит преобразование СВЧ-сигнала в энергию постоянного тока, выделяемого на нагрузку (7), контролируемый управляющей логикой (8). Для определения положения приёмной части в ней расположен источник пилотного сигнала (9), который под управлением управляющей логикой излучается антенной приемной части (6). Достижимым техническим результатом является увеличение КПД устройства беспроводной передачи энергии за счет использования в структуре диаграммообразующей цепи антенной системы пассивной планарной линзы Ротмана, не требующей управляющих элементов кроме СВЧ-ключа, имеющего незначительное энергопотребление.

A1

202200141



**Устройство сверхвысокочастотной беспроводной передачи энергии**

Предлагаемое техническое решение относится к СВЧ радиоэлектронике и может быть использовано для беспроводной передачи энергии с помощью СВЧ излучения энергозависимым устройствам, таким как мобильные устройства связи, беспроводные сенсоры, устройства радиочастотной идентификации и др.

Из существующего уровня техники известно множество вариантов реализации устройств беспроводной сверхвысокочастотной (СВЧ) передачи энергии, принцип работы которых, заключается в формировании направленного СВЧ-излучения передающим устройством через свободное пространство к приёмному устройству для дальнейшего преобразования СВЧ-энергии в энергию постоянного тока, как например, портативный комплекс беспроводной передачи энергии для электропитания энергозависимых устройств (RU 2 686 059). Однако, в заявленной системе, в состав устройства передачи энергии входит одна антенна, что не позволяет сформировать направленное излучение к приёмному устройству в составе системы.

Наиболее близким аналогом является устройство СВЧ беспроводной передачи энергии, представленное в документе (RU 2 719 472). Данная система содержит источник энергии, фазированную антенную решетку, представляющую собой диаграммобразующую цепь с антенной решеткой для формирования излучения в направлении приёмного устройства, управляющую логику и устройство связи с приемным устройством. В приёмном устройстве содержится антенна со встроенным выпрямителем, который преобразует СВЧ-энергию в энергию постоянного тока для зарядки аккумулятора. Дополнительные устройства связи в приемном и передающем устройствах, расположенные отдельно от антенной системы передачи энергии, служат для определения положения приёмного устройства.

Недостатком известного устройства является использование активной фазированной антенной решетки, что приводит к дополнительным потерям СВЧ энергии, а также потерям в цепях управления и питания, что уменьшает коэффициент полезного действия (КПД) всей системы беспроводной передачи энергии за счет дополнительного энергопотребления активных элементов в составе фазированной антенной решетки. Кроме того, используются дополнительные устройства связи приемного и передающего устройств для определения положения приёмного устройства.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое техническое решение, является увеличение КПД устройства

Для решения поставленной задачи устройство сверхвысокочастотной беспроводной передачи энергии, также, как и известное, содержит передающую часть, в состав которой входят источник энергии, управляющая логика, диаграммобразующая цепь, формирующая направленное излучение в заданном направлении, и приёмную часть, содержащую антенну со встроенным выпрямителем, управляющую логику и нагрузку. Но, в отличие от известного устройства, в предлагаемом диаграммобразующая цепь передающей части выполнена в виде планарной линзы Ротмана, в которую введен СВЧ-ключ, соединяющий соответствующий вход планарной линзы с генератором СВЧ-сигнала, а к выходам планарной линзы подключена антенная решетка, формирующая с заданным линзой Ротмана амплитудно-фазовым распределением СВЧ-излучение в направлении приёмной части системы,

Достижимым техническим результатом является увеличение КПД устройства беспроводной передачи энергии за счет использования в структуре диаграммобразующей цепи антенной системы планарной линзы Ротмана, не требующей управляющих элементов кроме СВЧ-ключа, имеющего незначительное энергопотребление.

Признаки, содержащиеся в п.2 формулы изобретения, характеризуют устройство, в котором источник пилотного сигнала расположен в его приемной части устройства.

Достижимым техническим результатом является сокращение используемого оборудования за счет определения положения приемного устройства с помощью антенной решетки и линзы Ротмана без использования дополнительного оборудования.

Изобретение иллюстрируется чертежами, где на фиг. 1 показана структурная схема предлагаемого устройства.

Устройство сверхвысокочастотной беспроводной передачи энергии состоит из двух главных частей передающей и приёмной. СВЧ-сигнал формируемый источником энергии 1 подводится с помощью СВЧ-ключа 2, контролируемого управляющей логикой 3 к заданному входу планарной линзы Ротмана 4, которая формирует амплитудно-фазовое распределение вдоль излучающей апертуры антенной решетки 5, антенная решетка формирует СВЧ-излучение в заданном направлении в соответствии с заданным распределением. В приемной части сигнал принимается антенной со

встроенным выпрямителем 6, в которой происходит преобразование СВЧ-сигнала в энергию постоянного тока, выделяемого на нагрузке 7, контролируемый управляющей логикой 8. Для определения положения приёмной части в ней расположен источник пилотного сигнала 9, который под управлением управляющей логикой излучается антенной приёмной частью 6.

Устройство беспроводной передачи энергии осуществляет передачу СВЧ-энергии с помощью антенной решетки и пассивной планарной линзы Ротмана, которая характеризуется меньшими потерями по сравнению с активной фазированной антенной решеткой, так как не содержит в себе активных управляющих элементов задающих амплитудно-фазовое распределение вдоль излучающей апертуры антенной решетки, кроме СВЧ-ключа, энергопотребление которого незначительно по сравнению с остальной системой, что увеличивает результирующее КПД всего устройства. Планарная линза Ротмана являясь пассивной не требует активного управления, а необходимое амплитудно-фазовое распределение в антенной решетке создается за счет переключения входов планарной линзы. Принцип определения расположения приёмной части основан на использовании пилотного сигнала, который излучается приёмной частью. Пилотный сигнал принимается передающей частью, определяя направление прихода сигнала и перенаправляя СВЧ излучение в заданном направлении. Может использоваться режим как с временным разделением каналов, так частотным. Диаграммобразующая цепь в виде планарной линзы имеет множество входов выходов, которые подключены к антенной решетке. В режиме излучения СВЧ-сигнал с выхода источника энергии, с минимальными потерями поступает через СВЧ-ключ на один из входов планарной линзы Ротмана. Распространяясь вдоль планарной линзы, СВЧ-сигнал на выходах линзы имеет амплитудно-фазовое распределение, необходимое для формирования узконаправленного луча в заданном направлении, что позволяет компенсировать общие потери на распространение электромагнитных волн в свободном пространстве. Контроль положения СВЧ-ключа осуществляется с помощью управляющей логики. Выбор входа планарной линзы определяет направление излучения антенной. Планарная линза является взаимным устройством, что означает, что в режиме приема, падающая волна, которая приходит с некоторыми временными задержками через массив элементов антенной решетки, суммируются в фазе, главным образом, на одном из входов планарной линзы. Данное свойство эффективно используется для пассивного метода оценки направления прихода сигнала. Для определения расположения приёмной части в конструкцию приемника включен

дополнительно источник пилотного сигнала, контролируемый управляющей логикой. Пилотный сигнал излучается антенной приёмной части, в то время как, передающая часть в режиме приёма, принимая данный сигнал антенной решеткой и, анализируя сигнал по уровню мощности на входах линзы Ротмана. С помощью управляющей логики определяется номер входа планарной линзы, соответствующий, наивысшему уровню мощности пилотного сигнала. В течение временного интервала передачи антенная решетка передает сигнал в требуемом направлении путем подключения СВЧ-генератора к соответствующему входу диаграммообразующей цепи. Далее на основе известного направления управляющая логика передающей части с помощью СВЧ-ключа подключает источник энергии к заданному входу планарной линзы Ротмана. Излученный антенной решеткой передающей части СВЧ-сигнал принимается антенной приемной части и далее СВЧ-сигнал преобразуется с помощью выпрямителя в энергию постоянного тока, выделяемого на нагрузке. Контроль мощности на нагрузке осуществляется управляющей логикой.

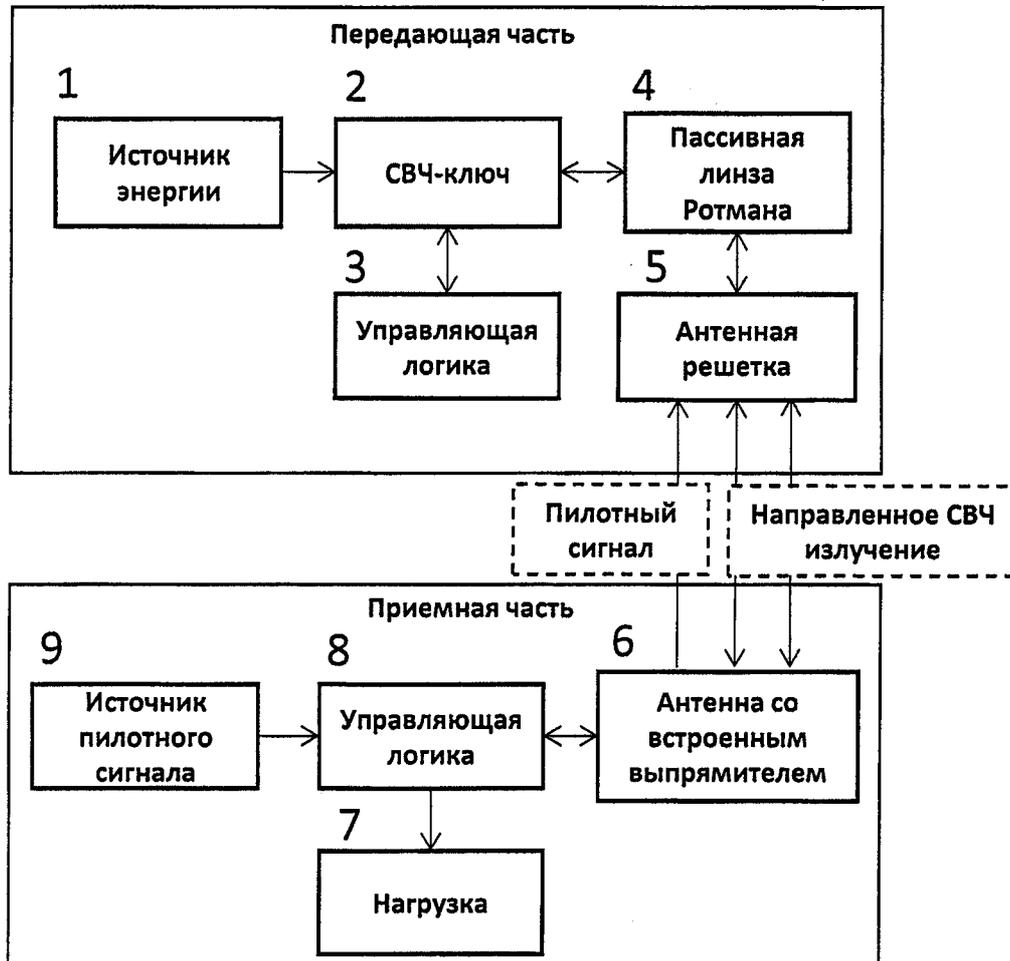
Описание структурной схемы устройства беспроводной передачи энергии и принципов ее работы показывают возможность выполнения диаграммообразующей цепи передающей части устройства на основе планарной линзы Ротмана, которая не требует для работы дополнительного энергозатратного оборудования, что приводит к повышению КПД по сравнению с известным устройством.

### Формула изобретения.

Устройство сверхвысокочастотной беспроводной передачи энергии, содержащее передающую часть, в состав которой входят источник энергии, управляющая логика, диаграммобразующая цепь, формирующая направленное излучение в заданном направлении, и приёмную часть, содержащую антенну со встроенным выпрямителем, управляющую логику и нагрузку, отличающееся тем, что диаграммобразующая цепь передающей части выполнена в виде планарной линзы Ротмана, в которую введен СВЧ-ключ, соединяющий соответствующий вход планарной линзы с генератором СВЧ-сигнала, а к выходам планарной линзы подключена антенная решетка, формирующая с заданным линзой Ротмана амплитудно-фазовым распределением СВЧ-излучение в направлении приёмной части системы.

2. Устройство передачи энергии, <sup>по и 1.</sup> отличающееся тем, что приемная часть устройства содержит источник пилотного сигнала.

# Устройство сверхвысокочастотной беспроводной передачи энергии



Фиг. 1

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**  
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

**202200141**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

*H02J 50/20 (2016.01)*

*H02J 50/23 (2016.01)*

*H02J 15/00 (2006.01)*

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

H02J 50/00, 50/20, 50/23, 50/27, H02J 7/00, 15/00, H01Q 19/17, 19/06, 21/00, H04W 52/06, 52/36

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)  
EAPATIS, Espacenet

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
Y	US 10 827 445 B2 (SUPPLY, INC), 03.11.2020, описание [0002] – [0003], [0019] – [0022], [0031] – [0032], фиг. 1B, 1C	1, 2
Y	US 3 911 442 A (RAYTHEON COMPANY), 07.10.1975, описание ст. 1, строка 1-46, ст. 2, строка 62 – ст. 3 строка 16, фиг. 1, 2	1, 2
Y	RU 2 643 177 C1 (САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС КО., ЛТД.), 31.01.2018, описание, стр. 6 строка 30 – стр. 7 строка 7, фиг. 4B, 5A	2
A	RU 2 744 567 C1 (АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ «ГРАДИЕНТ»), 11.03.2021, описание, фиг. 1	1, 2
A	RU 2 741 064 C1 (БЕЙДЗИН СЯОМИ МОБАЙЛ СОФТВЭР КО., ЛТД.), 22.01.2021, реферат, фиг. 1	1, 2
A	WO 2020/223486 A1 (GEORGIA TECH RESEARCH CORPORATUON), 05.11.2020, реферат, фиг. 1, 4	1, 2

последующие документы указаны в продолжении

\* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **01/02/2023**

Уполномоченное лицо:

Начальник отдела механики,  
физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов