РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 551 816**(13) **C2**

(51) МПК
H04L 29/00 (2006.01)
H04R 1/10 (2006.01)
H04R 5/033 (2006.01)
G10L 21/00 (2013.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2012113859/08, 10.09.2010**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.09.2010

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
10.09.2009 US 61/276,266

(43) Дата публикации заявки: **20.10.2013** Бюл. № **29**

(45) Опубликовано: **27.05.2015** Бюл. № **15**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2008226094 A1, 18.09.2008** (см. прод.)

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **10.04.2012**

(86) Заявка PCT:
US 2010/048337 (10.09.2010)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2011/031910 (17.03.2011)

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

(72) Автор(ы):
ДИНЕСКУ Михаил К. (US),
МАЦЦА Джозеф (US),
КУДЖАНСКИ Адам (US),
ГАЗА Брайан (US),
САГАН Майкл (US)

(73) Патентообладатель(и):
КОСС КОРПОРЕЙШН (US)

RU 2551816 C2

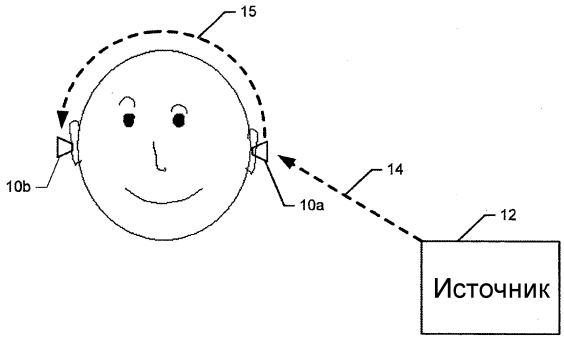
(54) СИНХРОНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ НАУШНИКОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам для синхронизации беспроводных наушников. Технический результат заключается в уменьшении эффекта Хааса. В одном варианте осуществления один громкоговоритель действует как главный, а другой громкоговоритель действует как подчиненный. Главный громкоговоритель принимает цифровые аудиоданные от источника и, в дополнение к воспроизведению цифрового аудио, принятого от источника, главный громкоговоритель ретранслирует цифровое аудио подчиненному громкоговорителю. Главный громкоговоритель дополнительно отправляет данные синхронизации подчиненному громкоговорителю, такие как данные, которые указывают состояние буфера или позицию воспроизведения главного громкоговорителя. Подчиненный громкоговоритель использует данные синхронизации от главного громкоговорителя, чтобы регулировать, например, состояние своего буфера или позицию воспроизведения, так что два громкоговорителя воспроизводят аудио синхронно (например, в пределах тридцати миллисекунд). В одном варианте осуществления главный громкоговоритель использует протокол на основе соединения, такой как TCP/IP, чтобы передавать буферизованные аудиоданные подчиненному громкоговорителю, и использует протокол без соединения, такой как UDP или ICMP, для данных

RU 2551816 C2

синхронизации. Кроме того, громкоговорители могут менять роли главного и подчиненного. 2 н. и 34 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг.1

(56) (продолжение):
US 2009052667 A1, 26.02.2009 US 2009083372 A1, 26.03.2009 US 2009106357 A1, 23.04.2009 US 7277692 B1, 02.10.2007RU 2008116284 A, 02.11.2006

RU 2551816 C2

RU 2551816 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 551 816**(13) **C2**

(51) Int. Cl.
H04L 29/00 (2006.01)
H04R 1/10 (2006.01)
H04R 5/033 (2006.01)
G10L 21/00 (2013.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2012113859/08, 10.09.2010**

(24) Effective date for property rights:
10.09.2010

Priority:
(30) Convention priority:
10.09.2009 US 61/276,266

(43) Application published: **20.10.2013** Bull. № **29**

(45) Date of publication: **27.05.2015** Bull. № **15**

(85) Commencement of national phase: **10.04.2012**

(86) PCT application:
US 2010/048337 (10.09.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/031910 (17.03.2011)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
DINESKU Mikhail K. (US),
MATsTsA Dzhozef (US),
KUDZhANSKI Adam (US),
GAZA Brajan (US),
SAGAN Majkl (US)

(73) Proprietor(s):
KOSS KORPOREJShN (US)

RU 2551816 C2

(54) WIRELESS HEADPHONE SYNCHRONISATION

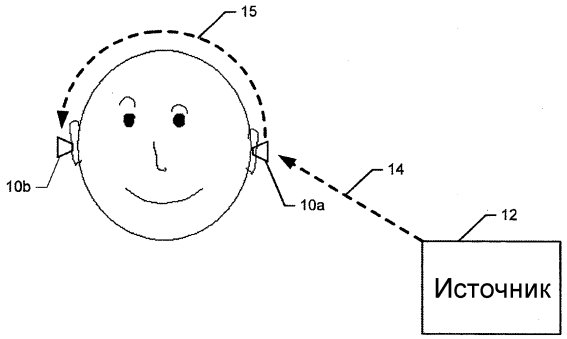
(57) Abstract:

FIELD: physics, acoustics.

SUBSTANCE: invention relates to means of synchronising wireless headphones. In one embodiment, one speaker operates as the main speaker and other speaker operates as a secondary speaker. The main speaker receives digital audio data from a source and, in addition to reproducing digital audio received from the source, relays the digital audio to the secondary speaker. The main speaker additionally sends synchronisation data to the secondary speaker, such as data indicating the buffer status or the reproduction position of the main speaker. The secondary speaker uses the synchronisation data from the main speaker to control, for example, the status of its buffer or reproduction position so that the two speakers reproduce audio synchronously (for example, within 30 ms). In one embodiment, the main speaker uses a connection-based protocol, such as TCP/IP, in order to transmit buffered audio data to the secondary speaker, and uses a connectionless protocol, such as UDP or ICMP, for synchronisation data. Furthermore, the speakers can change the main and secondary speaker roles.

EFFECT: reducing Haas effect.

36 cl, 6 dwg



Фиг.1

RU 2551816 C2

Область техники

Изобретение относится к области передачи и воспроизведения аудиоданных, а именно к устройству приема, передачи и воспроизведения аудиоданных, содержащему устройства акустического громкоговорителя, а также к способу синхронизации воспроизведения звука устройствами акустического громкоговорителя.

Предшествующий уровень техники

Беспроводные наушники или гарнитуры хорошо известны. Например, заявка PCT/US09/39754, которая включена в данный документ по ссылке во всей своей полноте, раскрывает беспроводной наушник, который принимает и воспроизводит потоковое цифровое аудио. Когда пользователь носит беспроводные наушники на обоих ушах, воспроизведение цифрового аудиопотока предпочтительно синхронизируется, чтобы уменьшить или исключить эффект Хааса. Эффект Хааса - это психоакустический эффект, относящийся к группе акустических явлений, известных как эффект предшествования или закон первого фронта волны. Эти эффекты, в сочетании с чувствительной реакцией (ями) на другие физические различия (такие, как разности фаз) между воспринимаемыми звуками, отвечают за способность слушателей с двумя ушами точно локализовать звуки, приходящие из окружающего их пространства. Когда два идентичных звука (т.е. идентичные звуковые волны одинаковой воспринимаемой интенсивности) создаются двумя источниками на различных расстояниях от слушателя, звук, созданный в ближайшем местоположении, слышится (приходит) первым. Для слушателя это создает восприятие того, что звук приходит из этого одного местоположения вследствие явления, которое может быть описано как "непреднамеренное подавление чувствительности", в котором восприятие слушателем последующих поступающих звуков подавляется. Эффект Хааса возникает, когда время поступления звуков отличается более чем на 30-40 миллисекунд. Когда время поступления (относительно слушателя) двух аудиоисточников отличается значительно больше чем на сорок (40) миллисекунд, звуки начинают слышаться как отдельные. В этом заключается нежелательный эффект при прослушивании аудио в паре наушников.

Краткое изложение существа изобретения

В одном аспекте настоящее изобретение направлено на устройства электроакустических громкоговорителей, такие как наушники или другие типы громкоговорителей, которые синхронно воспроизводят аудио, принимаемое от источника. В одном варианте осуществления один громкоговоритель (например, наушник) действует как главный, а другой громкоговоритель (например, наушник) действует как подчиненный. Главный громкоговоритель принимает цифровые аудиоданные от источника и, в дополнение к воспроизведению цифрового аудио, принятого от источника, главный громкоговоритель ретранслирует цифровое аудио подчиненному громкоговорителю. Главный громкоговоритель дополнительно отправляет данные синхронизации подчиненному громкоговорителю, такие как данные, которые указывают состояние буфера или позицию воспроизведения главного громкоговорителя. Подчиненный громкоговоритель использует данные синхронизации от главного громкоговорителя, чтобы регулировать, например, состояние своего буфера или позицию воспроизведения, так что два громкоговорителя воспроизводят аудио синхронно (например, в пределах тридцати миллисекунд). В одном варианте осуществления главный громкоговоритель использует протокол на основе соединения, такой как TCP/IP, чтобы передавать буферизованные аудиоданные подчиненному громкоговорителю, и использует протокол без соединения, такой как UDP, ICMP, или любой другой быстрый протокол с небольшим объемом служебных данных, для данных

синхронизации. Кроме того, громкоговорители могут менять роли главного и подчиненного.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется описанием предпочтительных вариантов воплощения изобретения со ссылками на сопроводительные чертежи, на которых:

фиг.1 изображает пару беспроводных наушников согласно различным вариантам осуществления настоящего изобретения;

фиг.2A-2D изображают различные варианты осуществления беспроводного наушника согласно различным вариантам осуществления настоящего изобретения; и

фиг.3 изображает функциональную схему беспроводного наушника согласно различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Различные варианты осуществления настоящего изобретения направлены на устройства электроакустических громкоговорителей, которые обмениваются данными синхронизации так, что устройства громкоговорителей синхронно воспроизводят аудио, принятое от источника. Различные варианты осуществления настоящего изобретения описываются в данном документе со ссылкой на беспроводные наушники в качестве устройств громкоговорителей, хотя следует понимать, что изобретение не ограничено таким образом и что различные типы громкоговорителей кроме наушников могут быть использованы в других вариантах осуществления. Кроме того, наушники (или другие типы громкоговорителей) необязательно должны быть беспроводными.

Фиг.1 изображает схематическое представление пользователя, носящего два беспроводных наушника 10a, 10b - по одному в каждом ухе. Как описано в данном документе, наушники 10a, 10b могут принимать и синхронно воспроизводить цифровые аудиоданные, такие как потоковое или непотоковое цифровое аудио. В различных вариантах осуществления настоящего изобретения в любой данный момент времени в течение функциональной операции один из наушников может действовать как главный, а другой может действовать как подчиненный. В таких вариантах осуществления главный наушник, например, наушник 10a в этом описании, принимает цифровые аудиоданные от источника 12 цифрового аудио по линии 14 связи. Линия 14 связи может быть беспроводной или проводной линией связи. Главный наушник 10a затем беспроводным образом передает принятое потоковое аудио подчиненному наушнику 10b по беспроводной линии 15 связи. Два наушника 10a, 10b воспроизводят аудио почти синхронно для пользователя, т.е. предпочтительно с разницей во времени поступления в 40-миллисекунд или меньше, а более предпочтительно с разницей в 30-миллисекунд или меньше.

В различных вариантах осуществления, как описано в заявке PCT/US09/39754, которая содержится в данном документе по ссылке во всей своей полноте, источник 12 может быть цифровым аудиопроигрывателем (DAP), таким как mp3-плеер или iPod, или любым другим подходящим источником цифрового аудио, таким как портативный или персональный компьютер, который хранит и/или воспроизводит цифровые аудиофайлы и который связан с главным наушником 10a по линии 14 связи. Для вариантов осуществления, где линия 14 связи является беспроводной, может быть использован любой подходящий протокол беспроводной связи. Предпочтительно, беспроводная линия 14 связи является Wi-Fi (например, IEEE 802.11a/b/g/n) линией связи, хотя в других вариантах осуществления могут быть использованы другие протоколы беспроводной связи, такие как WiMAX (IEEE 802.16), Bluetooth, Zigbee и UWB. Для вариантов осуществления, где линия 14 связи является проводной линией, может быть использован

любой подходящий протокол связи, такой как Ethernet. Также источник 12 может быть удаленным сервером, таким как сервер (потокового или непотокового) цифрового аудиоконтента, подключенный к Интернету, который связывается с главным наушником 10a, например, через точку доступа беспроводной сети или через проводное соединение. Для вариантов осуществления, где линия 14 связи является беспроводной, беспроводная линия 15 связи между главным наушником 10a и подчиненным наушником 10b может использовать тот же сетевой протокол для ретрансляции аудио от музыкального наушника 10a к подчиненному наушнику 10b, что и беспроводная линия 14 связи.

В одном варианте осуществления в ходе работы наушники могут менять роли главного и подчиненного. Т.е., например, наушники 10a, 10b могут быть запрограммированы так, что, если в любой данный момент времени наушник 10a действует как главный, а наушник 10b действует как подчиненный, в последующий момент времени наушник 10a может переключиться, чтобы быть подчиненным, а наушник 10b может принять на себя роль главного. Поскольку передающий (например, главный) наушник типично потребляет больше энергии, чем подчиненный наушник, переключение ролей может иметь эффект выравнивания расхода энергии источника питания (например, аккумулятора) двух наушников 10a, 10b.

Перед более подробным описанием того, как может быть достигнута синхронизация аудиовоспроизведения, сначала описываются некоторые подробности, относящиеся к примерным наушникам 10a, 10b, согласно различным вариантам осуществления настоящего изобретения. Фиг.2A и 2B изображают два различных варианта осуществления наушников 10. Примеры, показанные на фиг.2A и 2B, не являются ограничивающими, и другие конфигурации находятся в рамках настоящего изобретения. Как показано на фиг.2A и 2B, наушник 10 может содержать корпус 20. Корпус 20 может содержать участок 22 для ушного канала, который вставляется в ушной канал пользователя наушника. В различных вариантах осуществления корпус 20 также может содержать внешний участок 24, который не вставляется в ушной канал пользователя. Внешний участок 24 может содержать ручку 26 управления или некоторый другой пользовательский элемент управления (такой, как дисковый регулятор, активируемый нажатием переключатель, рычаг и т.д.) для регулировки формы участка 22 для ушного канала. Т.е. в различных вариантах осуществления активация (например, вращение) ручки 26 управления может вызвать изменение формы части 22 для ушного канала, например, расширение в радиальном направлении, с целью плотного прилегания ко всем сторонам ушного канала пользователя. Дополнительные подробности, относящиеся к такому изменяющему форму наушнику типа "капли", описываются в заявке PCT/US08/88656, зарегистрированной 31 декабря 2008 г., озаглавленной "Adjustable Shape Earphone", которая содержится в данном документе по ссылке во всей своей полноте. Наушник 10 также может содержать схему приемопередатчика, размещенную в корпусе 20. Схема приемопередатчика, описанная дополнительно ниже, может передавать и принимать беспроводные сигналы. Схема приемопередатчика может быть размещена на внешнем участке 24 наушника 10 и/или на участке 22 для ушного канала.

Хотя примерные наушники 10, показанные на фиг.2A и 2B, включают в себя кнопку 26 для регулировки формы участка 22 для ушного канала, настоящее изобретение не ограничено таким образом, и в других вариантах осуществления кроме ручки 26 управления для регулирования участка 22 для ушного канала могут быть использованы другие средства. Кроме того, в других вариантах осуществления наушник 10 может не содержать изменяющий форму участок 22 для ушного канала.

В других вариантах осуществления, как показано в иллюстрируемом варианте

осуществления на фиг.2C и 2D, наушник 10 может содержать подвесную дужку 17, которая позволяет прижимать к или вешать на ухо пользователя наушник 10. Фиг.2C является общим видом наушника, а фиг.2D является видом сбоку, согласно варианту осуществления. Как показано в иллюстрированном варианте осуществления, наушник 10 может содержать двойные элементы 30, 32 громкоговорителя. Один из элементов 30 громкоговорителя (меньший) имеет размер, чтобы помещаться в полость ушной раковины слушателя, а другой элемент (больший) 32 - нет. Слушатель может использовать подвесную дужку, чтобы позиционировать наушник на ухе слушателя. В этой связи подвесная дужка может содержать горизонтальную секцию, которая опирается на верхний внешний изгиб уха слушателя за верхним участком ушной раковины. Наушник может содержать ручку управления с насечкой, которая позволяет пользователю тонко регулировать расстояние между горизонтальной секцией подвесной дужки и элементами громкоговорителя, таким образом обеспечивая, в таких вариантах осуществления, еще одну степень регулирования для пользователя. Больше подробностей, относящихся к такому двухэлементному регулируемому наушнику, может быть найдено в патентной заявке PCT/US09/44340, которая содержится в данном документе по ссылке во всей своей полноте.

Фиг.3 изображает блок-схему одного из наушников 10a, 10b согласно различным вариантам осуществления настоящего изобретения. Поскольку в различных вариантах осуществления наушники 10a, 10b запрограммированы, чтобы иметь возможность переключать роли главного и подчиненного, компоненты наушников 10a, 10b могут быть одинаковыми. В иллюстрированном варианте осуществления наушник 10 содержит схему 100 приемопередатчика и связанные с ней периферийные компоненты. Периферийные компоненты наушника 10 могут содержать источник 102 питания, один или более акустических преобразователей 106 (например, громкоговорителей) и одну или более антенн 108. Схема 100 приемопередатчика и некоторые из периферийных компонентов (такие, как источник 102 питания и акустические преобразователи 106) могут быть размещены в корпусе 20 наушника 10 (см. фиг.2A-2D). В других вариантах осуществления наушник может содержать дополнительные периферийные компоненты, такие как микрофон.

В различных вариантах осуществления схема 100 приемопередатчика может быть осуществлена как одна интегральная схема (IC), такая как однокристальная система (SoC), которая способствует миниатюризации компонентов наушника 10, что преимущественно, если наушник 10 должен быть относительно малым по размеру, таким как вставляемый в ухо наушник (см. фиг.2A-2B, например). В альтернативных вариантах осуществления, однако, компоненты схемы 100 приемопередатчика могут быть реализованы с помощью двух или более раздельных интегральных схем, таких как, например, отдельные интегральные схемы для процессоров, запоминающего устройства и Wi-Fi модуля.

Источник 102 питания может содержать, например, перезаряжаемую или неперезаряжаемую батарею (или батареи). В других вариантах осуществления источник 102 питания может содержать один или более ультраконденсаторов (иногда называемых суперконденсаторами), которые заряжаются основным источником питания. В вариантах осуществления, где источник 102 питания содержит перезаряжаемый аккумуляторный элемент или ультраконденсатор, аккумуляторный элемент или ультраконденсатор, соответственно, могут заряжаться для использования, например, когда наушник 10 подключен к док-станции, либо в проводном, либо беспроводном соединении. Док-станция может быть подключена к или быть частью компьютерного

устройства, такого как портативный или персональный компьютер (PC). В дополнение к заряду перезаряжаемого источника 102 питания док-станция может упрощать загрузку данных в и/или из наушника 10. В других вариантах осуществления источник 102 питания может содержать конденсаторы, пассивно заряжаемые с помощью высокочастотного излучения, такие как описанные в патенте США №7027311. Источник 102 питания может быть связан с модулем 103 управления источником питания схемы 100 приемопередатчика, который управляет и наблюдает за источником 102 питания.

Акустические преобразователи 106 могут быть элементом(ами) громкоговорителя для передачи звука пользователю наушника 10. Согласно различным вариантам осуществления наушник 10 может содержать один или более акустических преобразователей 106. Для вариантов осуществления, имеющих более чем один преобразователь, один преобразователь может быть больше, чем другой преобразователь, и схема разделения спектра звукового сигнала на каналы (не показана) может передавать более высокие частоты меньшему преобразователю и может передавать более низкие частоты большему преобразователю. Больше подробностей, относящихся к наушникам с двойным элементом, предоставляется в патенте США 5333206 корпорации Koss, который содержится в данном документе по ссылке во всей своей полноте.

В случае главного наушника антенна 108 может принимать беспроводные сигналы от источника 12 по беспроводной линии 14 связи. Антенна 108 может также излучать сигналы подчиненному наушнику 10b по беспроводной линии 15 связи. В других вариантах осуществления могут быть использованы отдельные антенны.

Для вариантов осуществления, где линии 14, 15 связи являются Wi-Fi линиями, Wi-Fi модуль 110 схемы 100 приемопередатчика в соединении с антенной 108 может, среди прочего, модулировать и демодулировать сигналы, передаваемые и принимаемые антенной 108. Wi-Fi модуль 110 связывается с процессором 112 немодулированной передачи, который выполняет другие функции, необходимые для наушника 10 для связи с помощью протокола Wi-Fi (или другой связи).

Процессор 112 немодулированной передачи может быть связан с процессорным блоком 114, который может содержать микропроцессор 116 и цифровой сигнальный процессор (DSP) 118. Микропроцессор 116 может управлять различными компонентами схемы 100 приемопередатчика. DSP 118 может, например, выполнять различные улучшения качества звука в цифровом аудиосигнале, принятом процессором 112 немодулированной передачи, включающие в себя подавление шумов и выравнивание звука. Процессорный блок 114 может быть связан с блоком 120 энергозависимой памяти и блоком 122 энергонезависимой памяти. Блок 124 управления памятью может управлять доступом процессорного блока к блокам 120, 122 памяти. Энергозависимая память 120 может содержать, например, схему оперативного запоминающего устройства (RAM). Блок 122 энергонезависимой памяти может содержать схемы постоянного запоминающего устройства (ROM) и/или флэш-памяти. Блоки 120, 122 памяти могут хранить встроенное программное обеспечение, которое выполняется процессорным блоком 114. Выполнение встроенного программного обеспечения процессорным блоком 114 может предоставлять различные функциональные возможности для наушника 10, включающие в себя описанные в данном документе, включающие в себя синхронизацию воспроизведения аудио между парой наушников.

Цифроаналоговый преобразователь (DAC) 125 может преобразовывать цифровые аудиосигналы от процессорного блока 114 в аналоговую форму для передачи акустическому преобразователю(ям) 106. I^2S-интерфейс 126 или другой подходящий

интерфейс последовательной или параллельной шины может предоставлять интерфейс между процессорным блоком 114 и DAC 125.

Схема 100 приемопередатчика также может содержать USB или другой подходящий интерфейс 130, который позволяет наушнику 10 подключаться к внешнему устройству через USB-кабель или другую подходящую линию связи.

Наушник 10a, действующий как главный, может буферизовать входящие цифровые аудиоданные в буфере 140 перед отправкой их преобразователю(ям) 106 для воспроизведения. Буфер 140 может быть частью блока 120 энергозависимой памяти, как показано на фиг.3, или буфер 140 может быть отдельным. В различных вариантах осуществления данные, в байтах, для запаса аудио на несколько секунд, например запаса на три секунды или некоторую другую величину, могут быть буферизованы в буфере 140, который может быть кольцевым буфером. Главный наушник 10a также передает входящее цифровое аудио подчиненному наушнику 10b по линии 15 связи. Данные, которые должны быть переданы подчиненному наушнику 10b, могут быть переданы из буфера передачи, который может быть тем же или отличным от буфера 140.

Кроме того, главный наушник 10a может отправлять подчиненному наушнику 10b данные синхронизации, такие как текущая байтовая позиция буфера 140 главного наушника 10a, что позволяет подчиненному наушнику 10b синхронизировать свое воспроизведение цифрового аудио с воспроизведением цифрового аудио главным наушником. Данные синхронизации могут содержать данные, указывающие состояние буфера или позицию воспроизведения буфера 140 главного наушника 10a. Данные о состоянии буфера могут включать в себя, например, данные, указывающие индексы для подсчетов считываний и/или записей буфера.

В одном варианте осуществления главный наушник 10a передает буферизованные аудиоданные с помощью протокола на основе соединения и использует протокол без соединения для данных синхронизации. Например, главный наушник 10a может передавать пакеты данных для буферизованных аудиоданных подчиненному наушнику 10b с помощью протокола TCP/IP. Главный наушник 10a может передавать пакеты данных для данных синхронизации подчиненному наушнику 10b с помощью протокола UDP. Главный наушник 10a может отправлять UDP-пакеты данных периодически, например, каждые 0,5, 1, 3, 5 или 10 секунд или с некоторым другим периодом. Процессорный блок 114 главного наушника 10a может быть запрограммирован, чтобы отправлять аудио TCP/IP-пакеты и UDP-пакеты данных синхронизации подчиненному наушнику 10b с помощью кода или встроенного программного обеспечения, сохраненного в блоке памяти главного наушника 10a, таком как блок 122 энергонезависимой памяти.

При работе в качестве подчиненного наушник 10 может быть запрограммирован на основе кода или встроенного программного обеспечения, сохраненного в блоке 122 энергонезависимой памяти подчиненного наушника 10b, чтобы сохранять аудио TCP/IP-пакеты, принятые от главного наушника 10a, в буфере 140 подчиненного наушника 10b. Когда подчиненный наушник 10b принимает UDP-данные синхронизации от главного наушника 10a, подчиненный наушник 10b может обновлять или регулировать состояние своего буфера или позицию воспроизведения в буфере 140, чтобы соответствовать состоянию буфера главного наушника. После регулирования позиции своего буфера подчиненный наушник 10b воспроизводит буферизованные аудиоданные, сохраненные в буфере 140, с помощью отрегулированной позиции буфера.

Поскольку время передачи UDP-пакетов состояния буфера от главного наушника

10a к подчиненному наушнику 10b не всегда одинаково, в различных вариантах осуществления подчиненный наушник 10b может, выполняя код или встроенное программное обеспечение, сохраненное в блоке 122 энергонезависимой памяти, отслеживать временные интервалы между приемом UDP-пакетов состояния буфера от главного наушника 10a. История (или журнал) временных интервалов может быть сохранена в блоке 120 энергозависимой памяти подчиненного наушника 10b, и процессорный блок 114 может вычислять и сохранять текущую статистику о временных интервалах, такую как абсолютные и скользящие средние временные интервалы, абсолютные и скользящие срединные временные интервалы, абсолютные и скользящие стандартные отклонения и т.д.

Подчиненный наушник 10b может использовать статистику временных интервалов в определении того, насколько можно отрегулировать состояние своего буфера. Например, если прием конкретного UDP-пакета состояния буфера от главного наушника 10a занимает значительно больше времени, чем средний временной интервал между UDP-пакетами состояния буфера, подчиненный наушник 10b может регулировать состояние своего буфера на меньшее, чем в случае, когда UDP-пакет состояния буфера принят близким к среднему временному интервалу. Альтернативно, подчиненный наушник 10b может удалять данные синхронизации из главного наушника 10a, если они значительно отличаются от запланированного, или ожидаемого, интервала.

В другом варианте осуществления, в дополнение к отслеживанию статистики временных интервалов, подчиненный наушник 10b может отслеживать и регистрировать регулировку, которую он выполняет каждый раз для своего буфера. Подчиненный наушник 10b может затем оценивать величину регулирования, которую потребуется внести, на основе следующего принимаемого UDP-пакета состояния буфера от главного наушника 10a, и регулирует позицию своего буфера относительно периода времени перед приемом следующего UDP-пакета состояния буфера, чтобы уменьшить степень регулирования, необходимую, когда следующий UDP-пакет состояния буфера принимается от главного наушника 10a. Например, если в течение временного периода работы подчиненному наушнику 10b необходимо непрерывно регулировать свою позицию в своем буфере 140, приблизительно на N единиц (например, байт данных), каждый раз, когда подчиненный наушник 10b принимает UDP-пакет состояния буфера от главного наушника 10a, подчиненный наушник 10b может вычислять, что в течение в среднем x секунд между UDP-пакетами состояния буфера он может регулировать позицию своего буфера на N/x позиций в секунду, так что, когда принимается следующий UDP-пакет состояния буфера от главного наушника 10a, степень регулирования, которую необходимо выполнить подчиненному наушнику 10b для позиции своего буфера, уменьшается.

Кроме UDP может быть использован любой подходящий протокол с небольшим объемом служебных данных, чтобы передавать данные синхронизации от главного к подчиненному наушнику. Например, в другом варианте осуществления вместо передачи UDP-пакетов состояния буфера подчиненному наушнику 10b наушники 10 могут обмениваться сообщениями по методу "запрос/отклик", такими как сообщения протокола управляющих сообщений в Интернете (ICMP). ICMP-сообщения могут быть, например, сообщениями "эхо-запроса" и "эхо-ответа". Например, главный наушник 10a может передавать ICMP-сообщение "эхо-запроса", а подчиненный наушник 10b может, в свою очередь, передавать ICMP-сообщение "эхо-ответа" главному наушнику 10a. Подчиненный наушник 10b может регулировать позицию своего буфера на основе ICMP-сообщений, чтобы синхронизироваться с главным наушником. В другом варианте

осуществления наушники могут вычислять регулирование своих внутренних таймеров на основе, для главного наушника, временной разницы между тем, когда он передал свое сообщение, и тем, когда он принял ответ от подчиненного наушника. Подчиненный наушник может регулировать свой внутренний таймер на основе временного периода между тем, когда он передал свой ответ, и следующим запросом, принятым от главного наушника.

Как упомянуто выше, главный и подчиненный наушники могут менять роли главного и подчиненного во время работы. В одном варианте осуществления один из наушников запрограммирован начинать как главный, при включении, а другой наушник, действующий как подчиненный, ищет адрес, такой как IP-адрес, главного наушника 10a, при включении. В одном варианте осуществления наушники могут менять роли между главным и подчиненным после некоторого предварительно определенного временного периода работы. В таком варианте осуществления, после предварительно определенного временного периода, подчиненный наушник может принимать на себя роль главного, а главный наушник может принимать на себя роль подчиненного. В другом варианте осуществления действие пользователя наушников может запускать переключение. Например, если пользователь задействует элемент управления одного из наушников, чтобы изменять источник, приведение в действие элемента управления пользователем может вызывать изменение ролей наушников. В другом варианте осуществления наушники могут содержать схему, которая наблюдает в реальном времени за ресурсом аккумулятора или напряжением аккумулятора источника питания наушника (например, аккумуляторного блока). Наушники 10a, 10b могут изменять роли на основе оставшегося реального времени работы аккумулятора наушников. Код или встроенное программное обеспечение, которое позволяет наушникам изменять роли, может быть сохранено в блоках 122 энергонезависимой памяти наушников и выполняться процессорными блоками 114.

В другом варианте осуществления, для того чтобы синхронизировать наушники, до передачи пакетов состояния буфера от главного к подчиненному, наушники будут достигать синхронизированного воспроизведения цифрового звука, синхронизируя свои внутренние таймеры и используя синхронизированные таймеры, чтобы начинать воспроизведение в общее запланированное время. Если воспроизведение начинается в одно и то же время, наушники будут оставаться синхронизированными, поскольку их внутренние таймеры сохраняются синхронизированными во время воспроизведения. В целях синхронизации воспроизведения цифрового аудио таймеры должны считаться синхронизированными, если временная разница между ними менее 30 мс, но предпочтительно менее 500 мкс.

Синхронизация таймеров может быть достигнута посредством использования цифрового или аналогового "тактового" радиоимпульса или сигнала, который должен транслироваться с частотой, более высокой, чем желаемая временная разница между двумя таймерами (предпочтительно на порядок величины), внешним источником или одним из наушников. В одном варианте осуществления тактовый сигнал может передаваться одним и тем же радиомодулем, используемым для передачи аудиоданных между наушниками, но в других вариантах осуществления каждый наушник может содержать второй радиомодуль - один для тактового сигнала и один для цифрового аудио. Радиомодуль для тактового сигнала предпочтительно является радиомодулем с низким потреблением энергии и узкой полосой пропускания и предпочтительно имеет малый радиус действия. В Wi-Fi варианте осуществления, представленном ранее, главный наушник 10a может отправлять тактовый сигнал подчиненному наушнику 10b по

второму радиоканалу, предоставляемому вторым радиомодулем, который отличается от Wi-Fi радиоканала.

Поэтому, согласно различным вариантам осуществления, настоящее изобретение направлено на устройство, которое содержит первое и второе устройства акустического громкоговорителя (например, наушники). Первое устройство акустического громкоговорителя содержит первый акустический преобразователь и первый приемопередатчик, причем первый приемопередатчик принимает и передает беспроводные сигналы. Второе устройство акустического громкоговорителя содержит второй акустический преобразователь и второй приемопередатчик, причем второй приемопередатчик принимает и передает беспроводные сигналы. Первое и второе устройства громкоговорителей связаны беспроводным образом. Первое устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом второму устройству акустического громкоговорителя данные, которые содержат (1) цифровые аудиоданные и (2) данные синхронизации. Цифровые аудиоданные передаются по протоколу связи на основе соединения, а данные синхронизации передаются по протоколу связи без соединения.

Согласно различным реализациям, цифровые аудиоданные, отправленные по протоколу связи на основе соединения, содержат пакеты данных по протоколу TCP/IP. Данные синхронизации, отправленные по протоколу связи без соединения, могут содержать пакеты данных по протоколу UDP или ICMP-сообщения. Цифровые аудиоданные, переданные первым устройством акустического громкоговорителя второму устройству акустического громкоговорителя, могут содержать принятые цифровые аудиоданные, которые были буферизованы в первом буфере первого акустического аудиоустройства и приняты из беспроводного цифрового источника аудио по первой беспроводной линии связи. Первое устройство акустического громкоговорителя может беспроводным образом передавать данные второму устройству акустического громкоговорителя по второй беспроводной линии связи. Первая беспроводная линия связи может содержать Wi-Fi линию связи, и вторая беспроводная линия связи может содержать Wi-Fi линию связи. Данные синхронизации могут содержать аудиоданные воспроизведения первого устройства акустического громкоговорителя или данные синхронизации таймера (такие, как тактовый сигнал). Данные синхронизации могут содержать данные о состоянии буфера первого буфера первого устройства акустического громкоговорителя. Второе устройство акустического громкоговорителя может содержать второй буфер для буферизации цифровых аудиоданных, принятых от первого устройства акустического громкоговорителя. Первое устройство акустического громкоговорителя может периодически передавать данные синхронизации второму устройству акустического громкоговорителя. Второе устройство акустического громкоговорителя может быть сконфигурировано с возможностью отслеживать временные интервалы между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя. Второе устройство акустического громкоговорителя может быть сконфигурировано с возможностью вычислять регулирование состояния второго буфера второго устройства акустического громкоговорителя на основе отслеженных временных интервалов между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя. Первое и второе устройства акустического громкоговорителя могут быть сконфигурированы так, что после периода работы второе устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом первому устройству акустического громкоговорителя (1) цифровые аудиоданные по протоколу связи на основе соединения

и (2) данные синхронизации по протоколу связи без соединения.

В других различных вариантах осуществления настоящее изобретение направлено на способ синхронизации воспроизведения аудио первым и вторым устройствами акустического громкоговорителя (такими, как наушники), в которых первое и второе устройство акустического громкоговорителя связаны беспроводным образом. Способ может содержать передачу беспроводным образом первым устройством акустического громкоговорителя второму устройству акустического громкоговорителя данных, которые содержат (1) цифровые аудиоданные и (2) данные синхронизации. Цифровые аудиоданные передаются по протоколу связи на основе соединения, а данные синхронизации передаются по протоколу связи без соединения.

Согласно различным реализациям способ может дополнительно содержать этапы, на которых: принимают беспроводным образом первым устройством акустического громкоговорителя цифровые аудиоданные от беспроводного цифрового источника аудио по первой беспроводной линии связи; и буферизируют первым устройством акустического громкоговорителя цифровые аудиоданные из беспроводного цифрового источника аудио в первом буфере первого устройства акустического громкоговорителя. Цифровые аудиоданные, переданные первым устройством акустического громкоговорителя второму устройству акустического громкоговорителя, могут содержать цифровые аудиоданные, буферизованные в первом буфере первого устройства акустического громкоговорителя. Способ может также содержать этап, на котором отслеживают вторым устройством акустического громкоговорителя временные интервалы между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя. Способ может также содержать этап, на котором вычисляют вторым устройством акустического громкоговорителя регулирование состояния второго буфера второго устройства акустического громкоговорителя на основе отслеженных временных интервалов между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя. Способ может также содержать этап, на котором, после периода работы, передают беспроводным образом вторым устройством акустического громкоговорителя первому устройству акустического громкоговорителя (1) цифровые аудиоданные по протоколу связи на основе соединения и (2) данные синхронизации по протоколу связи без соединения.

Примеры, представленные в данном документе, предназначены для иллюстрации потенциальных и конкретных реализаций вариантов осуществления. Понятно, что примеры предназначены, главным образом, для целей иллюстрации для специалистов в данной области техники. Конкретный аспект или аспекты примеров не предназначен (ы), чтобы ограничивать объем описанных вариантов осуществления. Чертежи и описания вариантов осуществления были упрощены, чтобы иллюстрировать элементы, которые подходят для понятного объяснения вариантов осуществления, в то же время опуская, в целях ясности, другие элементы.

В различных вариантах осуществления, раскрытых в данном документе, один компонент может быть заменен множеством компонентов, и множество компонентов может быть заменено одним компонентом, чтобы выполнять данную функцию или функции. За исключением того, где такая замена не сможет функционировать, такая замена находится в пределах намеченного объема вариантов осуществления.

В то время как в данном документе были описаны различные варианты осуществления, следует понимать, что различные модификации, изменения и адаптации в этих вариантах осуществления могут прийти на ум специалистам в данной области техники с получением по меньшей мере некоторых из преимуществ. Раскрытые варианты

осуществления, следовательно, предполагают включение в себя всех таких модификаций, изменений и адаптаций без отступления от объема вариантов осуществления, которые изложены в данном документе.

Формула изобретения

1. Устройство, содержащее:

первое устройство акустического громкоговорителя, содержащее первый акустический преобразователь и первый приемопередатчик, причем первый приемопередатчик принимает и передает беспроводные сигналы; и

второе устройство акустического громкоговорителя, содержащее второй акустический преобразователь и второй приемопередатчик, причем второй приемопередатчик принимает и передает беспроводные сигналы, а первое и второе устройства громкоговорителей связаны беспроводным образом, при этом:

первое устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом второму устройству акустического громкоговорителя данные, которые содержат (1) цифровые аудиоданные и (2) данные синхронизации для синхронизации воспроизведения цифровых аудиоданных первым и вторым устройствами акустического громкоговорителя;

первое устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом цифровые аудиоданные второму акустическому громкоговорителю по протоколу связи на основе соединения; и

первое устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом данные синхронизации второму акустическому громкоговорителю по протоколу связи без соединения.

2. Устройство по п.1, в котором цифровые аудиоданные, отправленные по протоколу связи на основе соединения, содержат пакеты данных по протоколу TCP/IP.

3. Устройство по п.1, в котором данные синхронизации, отправленные по протоколу связи без соединения, содержат пакеты данных по протоколу UDP.

4. Устройство по п.1, в котором данные синхронизации, отправленные по протоколу связи без соединения, содержат ICMP-сообщения.

5. Устройство по п.1, в котором:

цифровые аудиоданные, отправленные по протоколу связи на основе соединения, содержат пакеты данных по протоколу TCP/IP; и

данные синхронизации, отправленные по протоколу связи без соединения, содержат пакеты данных по протоколу UDP.

6. Устройство по п.1, в котором первое устройство акустического громкоговорителя содержит первый наушник, а второе устройство акустического громкоговорителя содержит второй наушник.

7. Устройство по п.1, в котором цифровые аудиоданные, переданные первым устройством акустического громкоговорителя второму устройству акустического громкоговорителя, содержат принятые цифровые аудиоданные, которые были буферизованы в первом буфере первого акустического аудиоустройства и приняты из беспроводного цифрового аудиоисточника по первой беспроводной линии связи.

8. Устройство по п.7, в котором первое устройство акустического громкоговорителя беспроводным образом передает данные второму устройству акустического громкоговорителя по второй беспроводной линии связи.

9. Устройство по п.8, в котором:

первая беспроводная линия связи содержит Wi-Fi линию связи; и

вторая беспроводная линия связи содержит Wi-Fi линию связи.

10. Устройство по п.1, в котором данные синхронизации содержат данные аудиовоспроизведения первого устройства акустического громкоговорителя.

11. Устройство по п.1, в котором данные синхронизации содержат данные тактовой синхронизации.

12. Устройство по п.11, в котором данные тактовой синхронизации содержат тактовый сигнал.

13. Устройство по п.7, в котором данные синхронизации содержат данные состояния буфера первого буфера первого устройства акустического громкоговорителя.

14. Устройство по п.7, в котором второе устройство акустического громкоговорителя содержит второй буфер для буферизации цифровых аудиоданных, принятых от первого устройства акустического громкоговорителя.

15. Устройство по п.14, в котором первое устройство акустического громкоговорителя периодически передает данные синхронизации второму устройству акустического громкоговорителя.

16. Устройство по п.15, в котором второе устройство акустического громкоговорителя сконфигурировано с возможностью отслеживать временные интервалы между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя.

17. Устройство по п.16, в котором второе устройство акустического громкоговорителя сконфигурировано с возможностью вычисления регулирования состояния второго буфера второго устройства акустического громкоговорителя на основе отслеженных временных интервалов между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя.

18. Устройство по п.1, в котором первое и второе устройства акустического громкоговорителя сконфигурированы так, что после периода работы второе устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом первому устройству акустического громкоговорителя (1) цифровые аудиоданные по протоколу связи на основе соединения и (2) данные синхронизации по протоколу связи без соединения.

19. Способ синхронизации воспроизведения аудио первым и вторым устройствами акустического громкоговорителя, при этом первое и второе устройства акустического громкоговорителя связаны беспроводным образом, причем способ содержит этапы, на которых:

передают беспроводным образом посредством первого устройства акустического громкоговорителя второму устройству акустического громкоговорителя данные, которые содержат (1) цифровые аудиоданные и (2) данные синхронизации для синхронизации воспроизведения цифровых аудиоданных первым и вторым устройствами акустического громкоговорителя, при этом:

первое устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом цифровые аудиоданные второму устройству акустического громкоговорителя по протоколу связи на основе соединения, и

первое устройство акустического громкоговорителя передает беспроводным образом данные синхронизации второму устройству акустического громкоговорителя по протоколу связи без соединения.

20. Способ по п.19, в котором цифровые аудиоданные, отправленные по протоколу связи на основе соединения, содержат пакеты данных по протоколу TCP/IP.

21. Способ по п.19, в котором данные синхронизации, отправленные по протоколу связи без соединения, содержат пакеты данных по протоколу UDP.

22. Способ по п.19, в котором данные синхронизации, отправленные по протоколу

связи без соединения, содержат ICMP-сообщения.

23. Способ по п.19, в котором:

цифровые аудиоданные, отправленные по протоколу связи на основе соединения, содержат пакеты данных по протоколу TCP/IP; и

данные синхронизации, отправленные по протоколу связи без соединения, содержат пакеты данных по протоколу UDP.

24. Способ по п.19, в котором первое устройство акустического громкоговорителя содержит первый наушник, а второе устройство акустического громкоговорителя содержит второй наушник.

25. Способ по п.19, дополнительно содержащий этапы, на которых:

принимают беспроводным образом посредством первого устройства акустического громкоговорителя цифровые аудиоданные от беспроводного цифрового аудиоисточника по первой беспроводной линии связи; и

буферизуют посредством первого устройства акустического громкоговорителя цифровые аудиоданные от беспроводного цифрового аудиоисточника в первом буфере первого устройства акустического громкоговорителя, при этом цифровые аудиоданные, переданные первым устройством акустического громкоговорителя второму устройству акустического громкоговорителя, содержат цифровые аудиоданные, буферизованные в первом буфере первого устройства акустического громкоговорителя.

26. Способ по п.25, в котором первое устройство акустического громкоговорителя беспроводным образом передает данные второму устройству акустического громкоговорителя по второй беспроводной линии связи.

27. Способ по п.26, в котором:

первая беспроводная линия связи содержит Wi-Fi линию связи; и

вторая беспроводная линия связи содержит Wi-Fi линию связи.

28. Способ по п.19, в котором данные синхронизации содержат данные воспроизведения аудио первого устройства акустического громкоговорителя.

29. Способ по п.19, в котором данные синхронизации содержат данные тактовой синхронизации.

30. Способ по п.29, в котором данные тактовой синхронизации содержат тактовый сигнал.

31. Способ по п.25, в котором данные синхронизации содержат данные состояния буфера первого буфера первого устройства акустического громкоговорителя.

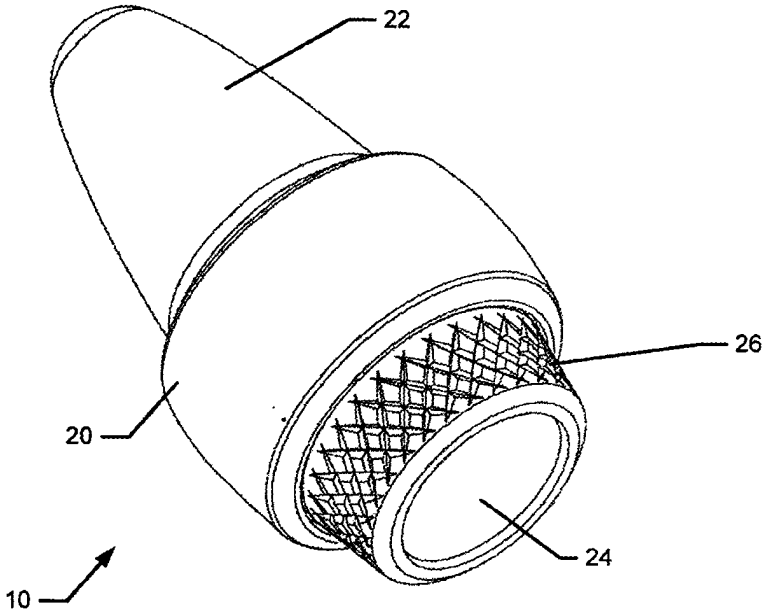
32. Способ по п.25, в котором второе устройство акустического громкоговорителя содержит второй буфер для буферизации цифровых аудиоданных, принятых от первого устройства акустического громкоговорителя.

33. Способ по п.32, в котором первое устройство акустического громкоговорителя периодически передает данные синхронизации второму устройству акустического громкоговорителя.

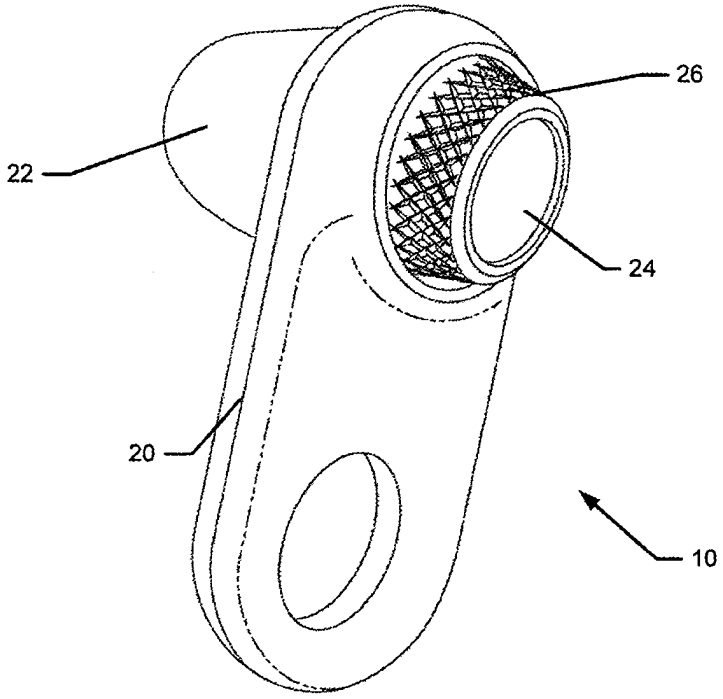
34. Способ по п.33, дополнительно содержащий этап, на котором отслеживают, посредством второго устройства акустического громкоговорителя, временные интервалы между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя.

35. Способ по п.34, дополнительно содержащий этап, на котором вычисляют посредством второго устройства акустического громкоговорителя регулирование состояния второго буфера второго устройства акустического громкоговорителя на основе отслеженных временных интервалов между приемом данных синхронизации от первого устройства акустического громкоговорителя.

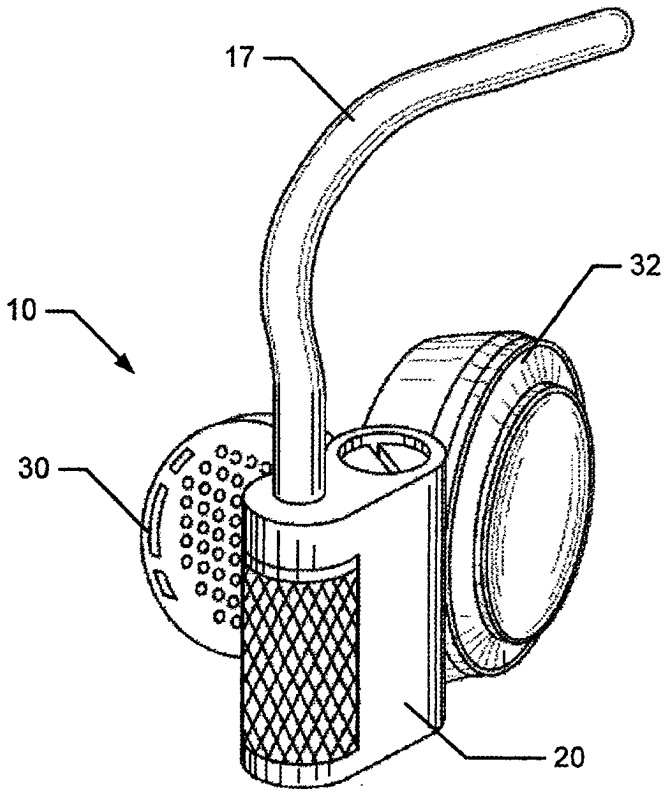
36. Способ по п.19, дополнительно содержащий этап, на котором, после периода работы, передают беспроводным образом посредством второго устройства акустического громкоговорителя первому устройству акустического громкоговорителя (1) цифровые аудиоданные по протоколу связи на основе соединения и (2) данные синхронизации по протоколу связи без соединения.



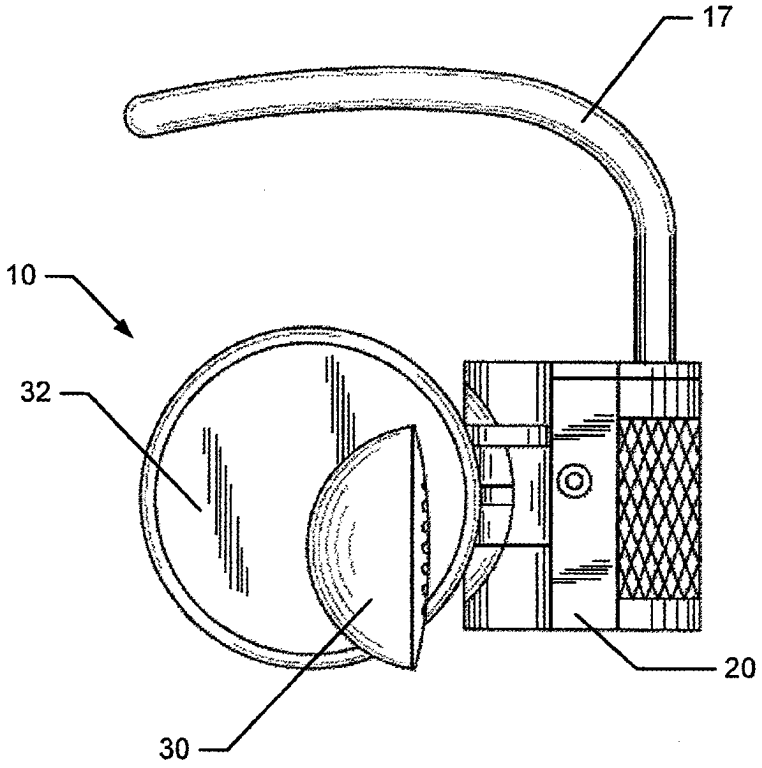
Фиг.2A



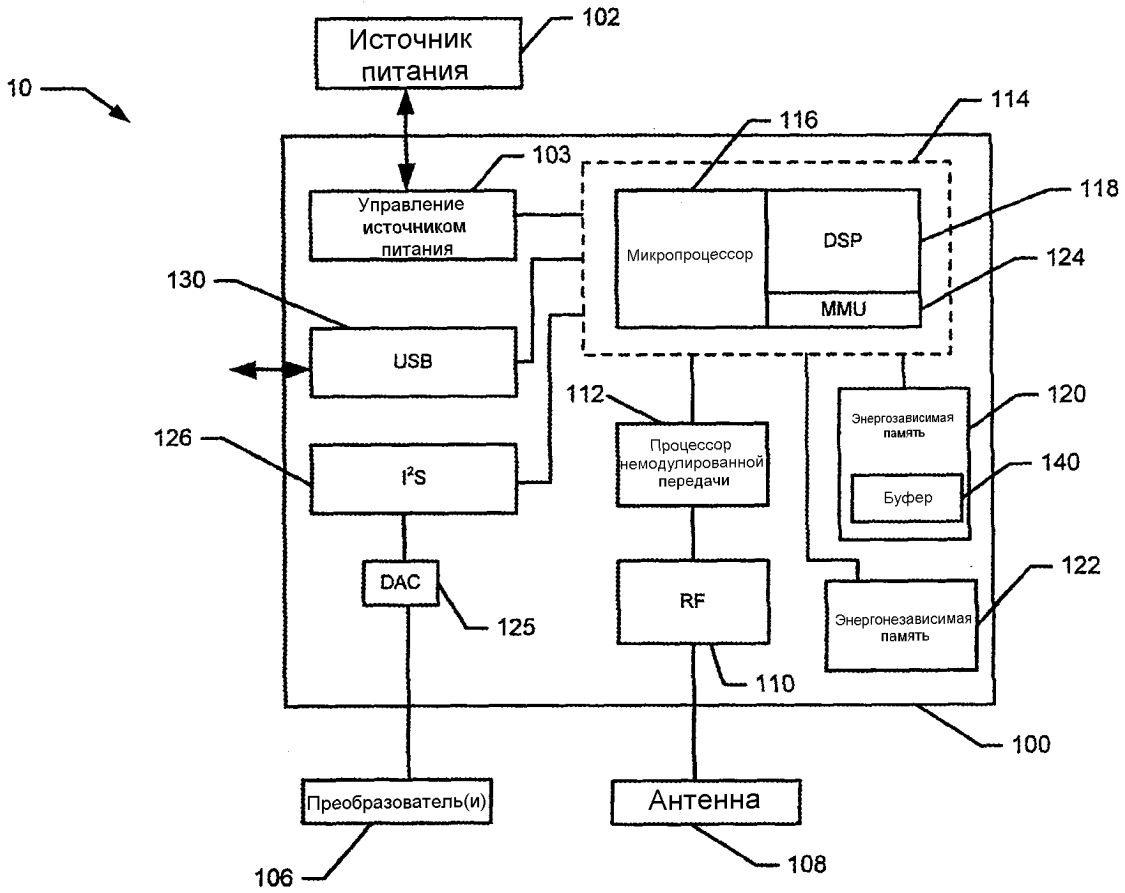
Фиг.2B



Фиг.2C



Фиг.2D


10
Источник питания
102
Управление источником питания
103
Микропроцессор
DSP
MMU
116
114
118
124
130
USB
126
I²S
112
Процессор немодулированной передачи
Энергозависимая память
120
Буфер
140
DAC
125
RF
Энергонезависимая память
122
110
100
Преобразователь(и)
106
Антенна
108

Фиг.3