

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **045491**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.11.29**

(21) Номер заявки  
**202292162**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.02.16**

(51) Int. Cl. **G02C 11/06** (2006.01)  
**H04R 25/00** (2006.01)  
**H04R 3/00** (2006.01)

---

(54) **СЛУХОВОЙ АППАРАТ, ИНТЕГРИРУЕМЫЙ В ОПРАВУ ОЧКОВ**

---

(31) **20200205; 20200878**

(32) **2020.02.17; 2020.08.05**

(33) **NO**

(43) **2022.12.30**

(86) **PCT/EP2021/053731**

(87) **WO 2021/165238 2021.08.26**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**TK&X ХОЛДИНГ АС (NO)**

(72) Изобретатель:  
**Аустад Том (NO), Зварт Ханс (NL)**

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

(56) **US-A1-2019174237  
US-A1-2015088500**

---

(57) Изобретение относится к оправе очков, содержащей, по меньшей мере, два микрофона, связанные посредством беспроводной связи со вставляемыми в уши головными телефонами. Слуховой аппарат снабжен видеокамерой, связанной с процессором обнаружения контура лица, который вместе с аудиопроцессорной системой выполняет формирование диаграммы направленности для соответствующих микрофонов, таким образом улучшая прием звуков с направления идентифицированных контуров лица.

---

**B1**

**045491**

**045491**

**B1**

### Область техники

Изобретение относится к оправе очков, содержащей слуховой аппарат, при этом оправе очков содержит по меньшей мере встроенные микрофоны и цифровой сигнальный процессор, обеспечивающий формирование диаграммы направленности микрофонов, при этом слуховой аппарат осуществляет беспроводную связь с наушниками, вставляемыми в человеческое ухо.

### Предпосылки создания изобретения

Настоящее изобретение относится к оправе очков, служащей опорной рамкой, которая поддерживает различные датчики, обеспечивающие функциональность и сбор данных для слухового аппарата. Современная технология интегральных схем обеспечивает повышенную плотность и функциональность при малых размерах пластины для соответствующих цепей, что позволяет интегрировать датчики и встраивать вычислительную систему, содержащую по меньшей мере одну SOC (System On Chip, система на чипе) и по меньшей мере один DSP (Digital Signal Processor, цифровой сигнальный процессор) в оправу очков согласно настоящему изобретению. Многие системы SOC поддерживаются операционной системой LINUX и драйверами устройств операционной системы LINUX, поддерживающими различные типы датчиков и делающих доступными схемы DSP.

Один из аспектов настоящего изобретения относится к программному приложению, конфигурирующему управляемые компьютером устройства слухового аппарата для выполнения различных функций слухового аппарата, например, формирования диаграммы направленности микрофонов.

Такое формирование диаграммы направленности может быть выполнено во встроенном DSP под управлением программы, выполняемой во встроенной системе SOC, и диаграммы направленности может иметь разные направления, например, относительно передней стороны оправы очков. Такие изменения диаграммы направленности могут также включать изменение ширины лепестка диаграммы направленности. Изменение формы лепестка относительно направления и/или ширины диаграммы направленности может происходить автоматически в зависимости от сигналов на выходе датчика, например, гироскопического устройства, встроенного в оправу очков, под управлением, например, системы SOC. Изменение формы лепестка может также быть выполнено пользователем оправы очков согласно настоящему изобретению посредством жестов, обнаруживаемых системой обнаружения жестов, также встроенной в оправу очков.

В оправу очков можно встроить и другие типы датчиков, например, гироскопический датчик с несколькими осями, датчик измерения расстояния и т.д., и выходные данные такого датчика могут быть частью петли принятия решения, для которого система SOC может быть сконфигурирована всякий раз, когда, например, следует произвести формирование диаграммы направленности микрофона.

Известны примеры различных решений для слуховых аппаратов. Например, в патенте JP 6514599 B2 раскрыта оправа очков, поддерживающая направленные микрофоны, расположенные на передней стороне оправы очков. Всенаправленные микрофоны находятся соответственно на левой и правой дужках очков. Кроме того, на левой и правой дужках очков расположены динамики.

Кроме того, на левой дужке очков имеется датчик касания. Когда касаются датчика касания, направленные микрофоны активизируются и аудиосигнал передается в динамики.

В документе SA 2559844 C раскрыта система и способ обеспечения акустической связи. Согласно принципам этой публикации, оправа (10) очков содержит по меньшей мере один направленный микрофон (13, 15, 16), предназначенный для обнаружения голосовых сигналов пользователя (21), и средства (12) связи, предназначенные для передачи сигналов в электронные устройства (30), так чтобы направленность по меньшей мере одного микрофона (13, 15, 16) можно было отрегулировать для пользователя. Направленные микрофоны могут быть, например, выполнены как микрофонные решетки и/или согласно технологии микроэлектромеханических систем (MEMS).

В патенте US 6690807 B1 раскрыт слуховой аппарат (1), содержащий слуховые модули (3), установленные на концах дужек оправы (2) очков, при этом указанные модули способны удерживать оправу очков на ухе пользователя. Кроме того, у слуховых модулей имеется фасонная часть (5), которая проходит в слуховой канал, не закрывая последнего, и в которой имеется отверстие (6) для выхода звука из модуля. Модули содержат динамические громкоговорители с линейной частотной характеристикой спектра для улучшения разборчивости речи. Это позволяет создать слуховой аппарат, который компенсирует умеренную потерю слуха, может быть изготовлен легко и дешево, удобней в использовании и на первый взгляд не выглядит для стороннего наблюдателя как слуховой аппарат.

В документе US 2015088500 раскрыто носимое устройство, включающее корпус, содержащий память и связанный с ней процессор. Устройство может включать камеру, связанную с корпусом и взаимодействующую с процессором, при этом камера способна следить за глазом пользователя. Устройство может включать по меньшей мере один микрофон, связанный с корпусом. Микрофон может быть конфигурирован для приема команды направления от процессора. Команда направления может быть основана на анализе адаптивного формирования диаграммы направленности, выполняемом в ответ на обнаруженное инфракрасной камерой движение глаза. Устройство также может содержать динамики для предоставления пользователю аудиосигнала, принятого от микрофона.

В документе EP 3496417 раскрыт слуховой аппарат, адаптированный к навигационной системе, и

способ выполнения навигации. Оправа очков со множеством различных датчиков, таких как датчики измерения расстояния, датчики магнитного поля и т.д., используется системой в течение времени для генерации данных, относящихся к текущей окружающей среде вокруг пользователя. Кроме того, система сконфигурирована для определения местоположения пользователя системы относительно одного или более источников звука. Например, может быть создано отображение обнаруженных радио и магнитных нарушений и представлено в виде карты, видимой в мобильном телефоне, связанном с системой. При этом возможно формирование диаграммы направленности микрофонов в направлении источников звука, расположенных и выбранных на этой карте.

#### **Цель изобретения**

В частности, целью настоящего изобретения является создание слухового аппарата, содержащего оправу очков с возможностью аудиообработки, которая обеспечивает формирование диаграммы направленности, зависящей от направления, расстояния до источника звука и ширины источника звука, например, группы людей.

Еще одна цель настоящего изобретения заключается в создании решения, альтернативного известным.

#### **Сущность изобретения**

Вышеуказанная цель и несколько других целей достигнуты в первом аспекте настоящего изобретения, относящемся к слуховому аппарату, интегрируемому в оправу очков и содержащему по меньшей мере одну микрофонную решетку, расположенную на поверхности передней стороны оправы очков, датчик измерения расстояния и гироскопический датчик, при этом цифровой сигнальный процессор (DSP), которым управляет система на чипе (SoC), обеспечивает по меньшей мере формирование лепестка диаграммы направленности в зависимости от соответствующих выходных сигналов датчика, при этом:

направление лепестка диаграммы направленности на источник звука задается относительно сконфигурированной микрофонной решетки,

ширина лепестка диаграммы направленности задается на основе расстояния до источника звука,

относительные угловые изменения, обнаруженные гироскопическим датчиком в заданном направлении лепестка луча, заставляют систему SoC загружать изменение параметров в процессор DSP, меняя ширину диаграммы направленности в соответствии с обнаруженными угловыми изменениями, или

относительные изменения измеренного расстояния до источника звука, обнаруженные датчиком измерения расстояния, заставляют систему SoC загружать изменение параметров, модифицирующих ширину диаграммы направленности в соответствии с увеличением или уменьшением размера источника звука в перспективе, если расстояние до источника звука меняется.

#### **Краткое описание чертежей**

Ниже слуховой аппарат согласно настоящему изобретению описан более подробно со ссылками на сопровождающие чертежи. На чертежах показаны примеры вариантов выполнения настоящего изобретения, и их не следует рассматривать как ограничения для других возможных вариантов выполнения настоящего изобретения, находящихся в объеме пунктов формулы изобретения. Кроме того, каждый из соответствующих примеров выполнения настоящего изобретения может быть скомбинирован с любым из других примеров выполнения настоящего изобретения.

На фиг. 1 показан пример слухового аппарата согласно настоящему изобретению.

На фиг. 2 показан вид спереди примера выполнения настоящего изобретения.

На фиг. 3 более подробно показан пример выполнения настоящего изобретения, показанного на фиг. 2.

На фиг. 4 показан пример диаграммы направленности микрофона согласно настоящему изобретению.

На фиг. 5 показан пример алгоритма формирования диаграммы направленности микрофона согласно настоящему изобретению.

На фиг. 6 показан пример интерфейса пользователя согласно настоящему изобретению.

На фиг. 7 показан другой пример интерфейса пользователя согласно настоящему изобретению.

На фиг. 8 показан пример формирования диаграммы направленности микрофона согласно настоящему изобретению.

На фиг. 9 более подробно показан пример формирования диаграммы направленности микрофона согласно настоящему изобретению.

На фиг. 10 показан другой пример формирования диаграммы направленности микрофона согласно настоящему изобретению.

На фиг. 11 показан пример видеокadra.

На фиг. 12 показан пример обнаружения лица согласно настоящему изобретению.

На фиг. 13 более подробно показан пример обнаружения лица согласно настоящему изобретению.

На фиг. 14 показаны различные положения человеческой головы относительно записывающей видеокамеры.

На фиг. 15 показан пример конфигурации аппаратного обеспечения согласно настоящему изобретению.

### Подробное описание

Хотя настоящее изобретение описано в связи с конкретными вариантами его выполнения, его не следует рассматривать как ограниченное этими примерами. Объем настоящего изобретения определен пунктами формулы изобретения. В контексте формулы изобретения термины "содержащий" или "содержит" не исключают других возможных элементов или шагов. Кроме того, использование единственного числа не следует рассматривать как исключающее множество элементов. Использование ссылочных позиций в пунктах формулы изобретения при описании элементов, показанных на чертежах, не следует рассматривать как ограничивающее объем изобретения. Кроме того, отдельные признаки, упомянутые в различных пунктах формулы изобретения, предпочтительно могут сочетаться, и упоминание этих требований в различных пунктах не исключает того, что комбинация этих признаков возможна и предпочтительна.

Оправа очков согласно настоящему изобретению может использоваться людьми, страдающими частичной потерей слуха, но не обязательно имеющими дополнительные проблемы со зрением. В таких случаях оправа очков представляет собой лишь опорную конструкцию, которая позволяет упростить, например, формирование диаграммы направленности микрофонов, встроенных в оправу очков. Согласно одному из аспектов настоящего изобретения, вставляемые наушники могут иметь беспроводную связь с оправой очков.

Формирование диаграммы направленности звуковых сигналов представляет собой технику обработки сигналов для усиления звуковых сигналов с одного или более направлений при подавлении звуковых шумов и звуковых помех с других направлений. Техника формирования диаграммы направленности известна. Общепринято использовать всенаправленные микрофоны или направленные микрофоны, расположенные в виде микрофонной решетки, например, линейной. В объеме настоящего изобретения можно использовать различные конфигурации микрофонов в микрофонной решетке, а также всенаправленные микрофоны и направленные микрофоны или комбинацию обоих типов микрофонов.

Такое формирование диаграммы направленности может быть осуществлено встроенным процессором DSP под управлением программы, выполняемой встроенной системой SOC.

В оправу очков можно встроить и другие типы датчиков, например, гироскопический датчик, датчик измерения расстояния и т.д., и выходные сигналы таких датчиков могут быть частью петли принятия решения, принимаемого сконфигурированной системой SOC всякий раз, когда, например, нужно выполнить формирование диаграммы направленности микрофона.

Если у человека с частичной потерей слуха имеются, кроме того, проблемы со зрением, оправа очков согласно настоящему изобретению может содержать встроенную видеокамеру, которая может быть сконфигурирована для улучшения визуального восприятия пользователя оправы очков. Встроенная видеосистема и микрофоны могут быть сконфигурированы для обнаружения контуров обычных объектов, таких как мусорная урна на улице, приближающийся автомобиль, поющая птица и т.д., и система SOC может быть сконфигурирована для передачи звуковых голосовых сообщений, указывающих соответствующие объекты пользователю оправы очков посредством наушников, вставляемых в наружные слуховые каналы пользователя оправы очков. Эта возможность распознавания различных объектов может также быть использована в некоторых сценариях формирования диаграммы направленности, например, для распознавания птицы по ее пению и определения направления на птицу. Затем формирование диаграммы направленности может быть выполнено именно в этом направлении, например, на основе данных гироскопического датчика, зафиксированных, например, когда оправа очков направлена на птицу, или с использованием микрофонной решетки для распознавания направления.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения оправа очков сконфигурирована для обеспечения связи со смартфоном, например, посредством WI-FI связи. Имеются примеры приложений, которые позволяют обеспечить расширение функциональности оправы очков согласно настоящему изобретению. Например, имеется приложение под названием "WHATBIRD", которое позволяет определить название птицы на основе записанной песни птицы. Дополнительную информацию см. по адресу [www.whatbird.no](http://www.whatbird.no). Это пример ситуации, когда решение проблемы со зрением обеспечивает также решение возможной проблемы со слухом, и наоборот.

Настоящее изобретение предлагает слуховой аппарат, содержащий оправу очков по меньшей мере с одним встроенным процессором DSP, получающий аудиосигналы от выбранного количества микрофонов, встроенных в оправу очков, и процессор DSP сконфигурирован для выполнения различных шагов по обработке аудиосигнала, таких как формирование диаграммы направленности микрофонов и общее управление, например, регулировка коэффициентов усиления и т.д. встроенных микрофонов. Оправа очков сконфигурирована для передачи, с помощью беспроводных технологий, аудиосигналов из процессора DSP до адаптированных наушников, вставляемых в уши пользователя оправы очков.

Диаграмма направленности микрофона усиливает звуковые сигналы с конкретного места (или направлений на источники звука) относительно сконфигурированной микрофонной решетки, в то время как звуковые сигналы с других направлений или от соседних источников звука приглушаются или ослабляются. Такая возможность помогает пользователю, использующему этот вариант выполнения настоящего изобретения, отфильтровывать конкурирующие источники звука, не представляющие интереса

для пользователя. Это может помочь человеку с частичной потерей слуха значительно яснее услышать, например, речь человека путем подавления конкурирующих источников звука.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения оправа очков может содержать первый набор микрофонов, расположенный на передней стороне оправы очков, второй набор микрофонов, расположенный на первой из двух дужек оправы очков, и третий набор микрофонов, расположенный на второй дужке оправы очков, содержащей две дужки.

Каждый из соответствующих наборов микрофонов может быть сконфигурирован, чтобы действовать как микрофонная решетка поперечного излучения, известная из теории формирования диаграммы направленности микрофонов, или же выбранное количество микрофонов из первого набора и второго набора микрофонов, или выбранное количество микрофонов из первого набора и третьего набора микрофонов может быть выполнено, например, как микрофонная решетка осевого излучения.

Однако формирование диаграммы направленности зависит также от типа сценария, частью которого является человек с частичной потерей слуха. Приведенный выше пример формирования диаграммы направленности указывает на одну такую ситуацию, в которой "диалог", например, происходит между двумя людьми или между человеком и одной птицей. Другой тип сценария может иметь место, когда человек с частичной потерей слуха участвует в конференции, например, по меньшей мере с двумя другими людьми.

Поэтому может существовать проблема: как, например, увеличить ширину лепестка диаграммы направленности, чтобы покрыть больше чем один источник звука, как в этом примере с конференцией.

Другой сценарий может заключаться в том, что человек с частичной потерей слуха идет по улице, где имеется сильный шум, который может маскировать речь других людей, пытающихся что-то сказать этому человеку с частичной потерей слуха.

Однако отфильтровывание шума, идущего, например, от автомобиля, приближающегося к человеку с частичной потерей слуха, может быть опасным, так как такое отфильтровывание может маскировать возможную опасность, связанную с приближающимся автомобилем. Поэтому возможная проблема, которая может существовать, - это как различить источники звука и построить диаграммы направленности к конкретным источникам звука, не удаляя некоторых других источников звука. В оправу очков согласно настоящему изобретению можно встроить другие типы датчиков, которые позволяют обнаружить, например, такие приближающиеся объекты, как автомобиль, велосипед, мотоцикл и т.д.

Аналогичный сценарий актуален при следовании пешком на природе, например, по деревне в сельской местности, в горах или в лесу и т.д.

Поэтому может быть необходимо создать более одного лепестка в диаграмме направленности, чтобы выбирать между различными группами встроенных микрофонов. Кроме того, может быть необходимо обнаружить возможный источник звука.

Еще один сценарий может относиться к человеку в поезде, разговаривающему с кем-то, сидящим впереди. Формирование диаграммы направленности согласно настоящему изобретению может быть точным, таким образом, позволяя осуществить хороший звуковой контакт с человеком впереди вас. У такой острой диаграммы направленности имеется и недостаток. Если вам нужно наклониться, например, чтобы найти какие-то бумаги, поднять билет и т.д., который выпал из ваших рук, это действие может занять некоторое время. Во время этого интервала ваша диаграмма направленности "смотрит" вниз на пол, и звуковой контакт будет потерян или сильно ослаблен.

Поэтому формирование диаграммы направленности микрофона может зависеть от движения головы, на которой находится оправа очков, выполненная согласно настоящему изобретению. Для обнаружения таких перемещений может использоваться встроенный гироскопический датчик, и система может быть адаптирована для модификации диаграммы направленности лепестка микрофона так, чтобы, если такое перемещение обнаружено, охватить и человека, сидящего впереди, и пол. Когда обнаружено, что голова движется вверх, можно снова задействовать исходную диаграмму направленности лепестка. Формирование диаграммы направленности микрофона должно учитывать изменение ориентации оправы очков согласно настоящему изобретению.

На фиг. 1 показана типичная конфигурация слухового аппарата согласно настоящему изобретению. Оправа 10 очков показана с удаленной крышкой дужки. Внутри дужек очков расположена программируемая электроника, например цепь DSP, интерфейс связи Bluetooth, контроллер, например SOC (система на чипе) и т.д.

Аккумуляторы и другая необходимая логика/электроника также встроены в дужку очков, а также, возможно, в переднюю часть оправы очков, удерживающей стекла. Цепь DSP, встроенная в оправу очков, может быть встроена в обе дужки очков, то есть в левую и правую дужки, таким образом могут использоваться две схемы DSP. В этом случае одна из двух цепей DSP обычно сконфигурирована как ведущее устройство, в то время как другая цепь DSP сформирована как ведомое устройство, управляемое ведущим устройством. Ведущее устройство DSP осуществляет беспроводную связь с наушниками 55 (или "головными телефонами"), которые могут быть вставлены в ушные каналы человека.

Когда наушник 55 вставлен в ушной канал левого уха, а другой наушник 55 вставлен в правое ухо, процессор DSP в левой дужке очков может осуществлять беспроводную связь с наушником в левом ухе,

в то время как процессор DSP в правой дужке осуществляет связь с наушником 55 в правом ухе. Связью управляет ведущее устройство DSP, но такая конфигурация позволяет передавать различные звуки одновременно в оба уха. Эта функция обеспечивает пользователю звуковую окружающую среду, которая является репрезентативной для источников звука с левой стороны относительно правой стороны. Для этой цели может использоваться микрофонная решетка на левой дужке очков и правой дужке очков.

Если у человека с частичной потерей слуха имеются, кроме того, проблемы со зрением, оправа очков согласно настоящему изобретению может содержать встроенную видеокамеру, которая может быть сконфигурирована для усиления визуального восприятия пользователя оправы очков. Встроенная видеосистема и микрофоны могут быть сконфигурированы для обнаружения контуров обычных объектов, таких как мусорный бак на улице, приближающийся автомобиль, поющая птица и т.д., и система SOC может быть сконфигурирована для передачи звуковых голосовых сообщений, указывающих соответствующие объекты пользователю оправы очков посредством наушников, вставляемых в слуховые каналы пользователя оправы очков. Эта возможность распознавания различных объектов может также быть использована в некоторых сценариях формирования диаграммы направленности, например, идентификации птицы по ее песне и определения направления к местоположению птицы, например, по ориентации передней части оправы очков. В этом случае диаграмма направленности может быть сформирована в этом направлении, например, с использованием данных гироскопического датчика.

В еще одном примере варианта выполнения настоящего изобретения оправа очков сконфигурирована так, чтобы обеспечить связь со смартфоном, например, посредством WI-FI связи. Имеются примеры приложений, которые позволяют обеспечить расширенную функциональность оправы очков согласно настоящему изобретению. Например, имеется приложение под названием "WHATBIRD", которое позволяет опознать название птицы на основе записанной песни птицы. Дополнительную информацию см. по адресу [www.whatbird.no](http://www.whatbird.no). Это - пример ситуации, когда решение проблемы со зрением обеспечивает также решение возможной проблемы со слухом, и наоборот.

Мобильный телефон 56 также может быть частью слухового аппарата, рассмотренного выше. На фиг. 1 и фиг. 6 показано приложение в мобильном телефоне, которое действует как эквалайзер и передает специфические для пользователя установки в оправу 10 очков, при этом, например, цепь SOC инструктирует или перепрограммирует цепь DSP, чтобы использовать требуемые частотные изменения аудиосигналов, идущих в наушники 55.

На фиг. 2 показана передняя сторона 12 оправы 10 очков. В верхней передней части 12 очков сконфигурированы четыре цифровых всенаправленных микрофона 13a, 13b, 13c и 13d, направленных вперед относительно передней части оправы очков. Микрофоны могут быть выполнены как микрофонная решетка поперечного излучения. Кроме того, имеется видеокамера 15, встроенная в оправу очков и расположенная чуть выше переносицы. В каждом углу передней части оправы очков рядом с креплением дужки имеется микроволновый преобразователь 11 в одном углу и микроволновый микрофон 14 в противоположном углу. Микроволны, испускаемые микроволновым преобразователем 11, могут отражаться, например, лицом человека, и приниматься микроволновым микрофоном 14. Измеряя промежуток времени между испусканием и обнаружением микроволн, можно вычислить расстояние, например, до лица человека, находящегося там, куда обращена оправа очков.

Цифровые всенаправленные микрофоны, используемые в иллюстрируемом примере на фиг. 2, можно заменить другими типами микрофонов в зависимости, например, от конструкции входных цепей DSP для микрофонов, цифровые они или аналоговые, и т.д. Кроме того, всенаправленные микрофоны можно заменить направленными микрофонами, или это может быть комбинация всенаправленных и узконаправленных микрофонов. Выбор микрофонов влияет на алгоритм формирования диаграммы направленности, который может использовать система для вычисления соответствующих параметров, которые будут загружены в схемы DSP, и позволяет процессору DSP манипулировать соответствующими выходами микрофонов для формирования желательной формы лепестка. В примерах, показанных в настоящем описании, используются всенаправленные микрофоны.

На фиг. 3 показан пример конфигурации дужки 19 очков. В примере на фиг. 3 установлено шесть всенаправленных микрофонов 13e, 13f, 13g, 13h, 13i и 13j, которые могут быть выполнены в виде микрофонной решетки с направленностью, перпендикулярной плоскости. Кроме того, имеется микроволновый преобразователь 11a и микроволновый микрофон 14a, которые могут использоваться для измерения расстояния до объектов или людей, которые приближаются или находятся вблизи пользователя оправы очков со стороны этой дужки очков. Помимо того, что измерение расстояния может быть частью формирования диаграммы направленности этих шести микрофонов 13e, 13f, 13g, 13h, 13i, 13j, оно также может быть частью приложения, контролирующего социальное расстояние, встроенного в оправу очков согласно настоящему изобретению.

Соответствующие микрофоны на передней части оправы очков и на дужках оправы очков могут быть выполнены как различные микрофонные решетки, имеющие различные характеристики при их использовании в алгоритме формирования луча. По меньшей мере некоторые из микрофонов на оправе очков могут быть сгруппированы в различные микрофонные решетки, которые могут использоваться для создания различных лепестков диаграмм направленности независимо друг от друга, или некоторые

группы микрофонов в соответствующих микрофонных решетках могут быть сконфигурированы для совместной работы.

На конце дужки 19 очков имеется съемная часть 16, которая сконфигурирована для хранения аккумулятора для питания электроники, встроенной в оправу очков согласно настоящему изобретению. Кроме того, в рамках настоящего изобретения возможно использование других типов датчиков в виде миниатюрной радарной системы (или детектора доплеровского смещения), который может быть помещен, например, в съемную часть 16, при этом радар может быть сконфигурирован для предупреждения о приближении к таким объектам как автомобили, едущие позади пользователя оправы очков согласно настоящему изобретению.

На фиг. 3 показана также область 18 поверхности дужки окуляра, которая может содержать датчик обнаружения жеста, позволяющий пользователю оправы очков согласно настоящему изобретению взаимодействовать с конфигурируемой оправой очков, например, с использованием пальца, двигающегося по поверхности датчика с различными обнаружимыми моделями перемещения.

Кроме того, имеется также дополнительная область 17, которую можно использовать для установки других типов датчиков.

В рамках настоящего изобретения дужки 19 оправы 10 очков, выполненной согласно настоящему изобретению, могут быть заменены. Это может быть сделано, например, если оправа очков нуждается в модернизации, например, когда есть потребность в других типах датчиков или доступна новая версия системы.

Встроенная в переднюю часть оправы очков электроника может быть связана с электроникой, встроенной в дужку очков, посредством эластичной или гибкой печатной платы, как хорошо известно в данной области техники.

На фиг. 4 показано формирование диаграммы направленности микрофона. Показана диаграмма направленности в полярных координатах. Центр круга на диаграмме А - микрофонная решетка, как та, что показана на передней части оправы очков на фиг. 2. Диаграмма направленности направлена на конкретного человека 20, и главный лепесток 21 диаграммы направленности микрофона направлен на конкретного человека 20. Пользователь оправы 10 очков согласно настоящему изобретению может в любое время перемещаться, фокусируя внимание на другом человеке 23, как показано на диаграмме В. Диаграмма 22 направленности аналогична диаграмме направленности на диаграмме А. Перемещая фокус от ситуации на диаграмме А к ситуации на диаграмме В, пользователь, носящий оправу очков, поворачивает голову от человека 20 на диаграмме А к человеку 23 на диаграмме В. Однако нет никакой необходимости изменять диаграмму направленности между этими двумя ситуациями, так как диаграмма направленности формируется относительно микрофонной решетки на передней части оправы очков.

Однако пользователь оправы очков может в качестве опции захотеть также лучше слышать кого-то сбоку от его головы. Микрофоны 13e, 13f, 13g, 13h, 13i и 13j, показанные в примере варианта выполнения дужки 19 оправы 10 очков согласно настоящему изобретению, могут быть частью средств формирования диаграммы направленности лепестков 21, 22 микрофонной решетки, как в передней части оправы очков, так и на дужке оправы очков. В этом случае диаграмма направленности позволит захватить голос как спереди, так и сбоку оправы очков. Такую настройку можно передать в очки путем обнаружения жестов.

Также в объеме настоящего изобретения находится формирование сегментированной пространственной диаграммы направленности. В примере, рассмотренном выше, микрофоны 13a, 13b, 13c, 13d на передней стороне 12 оправы 10 очков могут использоваться для определения первого лепестка диаграммы направленности, направленного вперед в направлении, куда смотрит пользователь, в то время как микрофоны 13e, 13f, 13g, 13h, 13i и 13j на дужке 19 оправы 10 очков используются для формирования второго лепестка диаграммы направленности, например, в направлении, перпендикулярном к всенаправленной микрофонной решетке на дужке оправы очков. Кроме того, в рамках настоящего изобретения второй лепесток диаграммы направленности может быть направлен в других направлениях, например, в направлении, куда смотрит пользователь или в противоположном направлении, что позволяет лучше слышать звуки, идущие сбоку от оправы очков, спереди от оправы очков или сзади относительно оправы очков.

Кроме того, в рамках настоящего изобретения третий лепесток диаграммы направленности может определяться микрофонной решеткой, расположенной на дужке с противоположной стороны оправы, поддерживающей формирование второго лепестка диаграммы направленности.

На фиг. 7 показан пример графического интерфейса для формирования диаграммы направленности микрофонов, который позволяет пользователю оправы очков графически изменять формирование диаграммы направленности микрофонов. Например, компания Analog Devices является поставщиком схем DSP и также предоставляет приложения такого вида с графическими интерфейсами к некоторым из схем DSP. В любом случае формированием диаграммы направленности, как таковым, управляет приложение, работающее в системе SOC, встроенной в оправу 10 очков. У любой схемы DSP, включая DSP от Analog Devices, имеются общие программные утилиты, позволяющие разрабатывать специализированные алгоритмы, обеспечивая, например, формирование диаграммы направленности микрофонов.

Формирование диаграммы направленности как таковое хорошо известно. Одним из примеров известных затруднений, которые могут присутствовать при формировании диаграммы направленности микрофонов, выступают явления, называемые паразитными частотами. На фиг. 6 показан пример приложения согласно настоящему изобретению. Интерфейс эквалайзера в мобильном телефоне, связанный с процессором DSP, встроенным в дужку оправы очков, может помочь пользователю скомпенсировать частичную потерю слуха, связанную с определенными частотными диапазонами. Когда такие частоты изменяются, возникает возможность, что может усугубиться проблема паразитных частот, связанная с формированием диаграммы направленности.

На фиг. 5 показан графический пример алгоритма формирования диаграммы направленности микрофонов, раскрытого А. Маккоуном в диссертации А. McCowan, "Robust Speech Recognition using Microphone Arrays," PhD Thesis, Queensland University of Technology, Australia, 2001. В такой архитектуре микрофонов выходы микрофонов 13a, 13b, 13c, 13d, 3e, 13f, 13g, 13h, 13i и т.д. суммируются в различных комбинациях.

При широкой полосе сигналов можно выполнить микрофонную решетку как ряд подрешеток, которые сами по себе являются линейными микрофонными решетками с однородным интервалом. Эти микрофонные подрешетки выполнены так, чтобы обеспечить желательные амплитудно-частотные характеристики для данного частотного диапазона.

Один из аспектов такой архитектуры заключается в том, что, когда частота растет, для сохранения постоянной ширины луча необходима меньшая длина микрофонной решетки. Кроме того, чтобы обеспечить тот же уровень боковых лепестков в различных полосах частот, количество элементов в каждой микрофонной подрешетке должно оставаться неизменным. Микрофонные подрешетки обычно реализованы гнездовым способом, так что любой заданный датчик можно использовать больше чем в одной микрофонной подрешетке. Каждая микрофонная подрешетка ограничена своим частотным диапазоном с помощью применения полосовых фильтров, и полный широкополосный выход микрофонной решетки формируют путем новой комбинации выходов микрофонных подрешеток с ограниченной полосой частот. Благодаря этому можно компоновать эквалайзер, как рассмотрено при обсуждении фиг. 6. Частота соответствующих проходных полосовых фильтров может быть приспособлена к установкам эквалайзера.

Как упомянуто выше, видеокамера 15 может быть встроена в переднюю сторону 12 оправы очков согласно настоящему изобретению. На фиг. 8 показан вид сбоку микрофонной решетки 37, содержащей видеокамеру в средней секции (не показана). Камера видит лицо 28 на расстоянии 39 от микрофонной решетки 37. Это расстояние показано в плоскости, проходящей через переднюю часть лица 28. Высота 41 лица определяет наклон боковых линий 38 и 40, которые вместе с плоскостью, представляющей высоту лица, составляют треугольник в этой плоскости, но является конусом в трех измерениях, то есть, таким конусом, который представляет желательную диаграмму направленности при слушании человека 28.

Это иллюстрируется на фиг. 9, где главный лепесток 43 диаграммы направленности находится в треугольнике, показанном на фиг. 8. Показаны также некоторые боковые лепестки, которые можно устранить или уменьшить должным выбором параметров для алгоритма, как показано на фиг. 6.

У лепестка 43 диаграммы направленности имеется периметр 42, который вписан в треугольник, определяемый линиями 38, 40 и 41. На фиг. 8, когда расстояние 39 уменьшается, на изображении, видимом видеокамерой 15 в микрофонной решетке 37 в перспективе, увеличится высота 41. Когда расстояние 39 растет, на изображении, видимом видеокамерой 15 в перспективе, пропорционально уменьшится высота 41.

Поэтому измерение расстояния от микрофонной решетки до источника звука (или объекта) и высоты (или ширины) источника звука (или объекта) может быть базисом для определения лепестка 43 диаграммы направленности, как показано на фиг. 9, то есть, ширины лепестка диаграммы направленности.

На фиг. 10 показан сценарий, типичный для конференции, где участники сидят за столом. Человек В носит оправу очков 10 согласно настоящему изобретению. Видеокамера 15 и средство обработки видеоизображения может обнаружить, что люди С, D, E и F находятся в пределах поля зрения камеры. Человек А также участвует во встрече, но находится вне поля зрения видеокамеры 15. На правой дужке 19 оправы 10 очков, носимых человеком В, имеется микрофонная решетка, как рассмотрено выше. Кроме того, имеется возможность выполнить измерение расстояния посредством соответствующих микроволновых устройств 11a и 14a. Таким образом, возможно формирование диаграммы направленности на основе микрофонной решетки, расположенной на дужке 19 очков, обращенной к человеку А. Это может быть сделано с обеих сторон оправы очков. Таким образом, оправка очков будет сконфигурирована с тремя лепестками диаграммы направленности, идущими в различных направлениях.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения гироскопический датчик может быть частью системы оправы очков. Когда гироскопический датчик обнаруживает изменение направления головы, как рассмотрено выше, можно изменить ширину лепестка, охватывая, таким образом, всех людей В, С, D, E, F и G. Другая возможность состоит в том, что слуховой аппарат сконфигурирован только с одним остронаправленным лепестком диаграммы направленности. Такая геометрия лепестка может позволить пользователю оправы очков сохранять тот же самый лепесток, в то время как пользователь поворачивает голову к соответствующим людям В, С, D, E, F и G по одному, таким образом, поддержи-



вая хорошее качество прослушивания для каждого человека.

Однако при беседе с несколькими людьми может быть необходимо слышать всех более или менее одновременно.

Увеличение ширины лепестка диаграммы направленности, рассмотренное выше, может не быть симметричным относительно центральной линии лепестка. Например, если гироскоп обнаруживает перемещение оправы очков направо, левую сторону лепестка можно оставить фиксированной относительно положений людей, в то время как правую сторону лепестка можно расширить, как будто она следует за перемещением поворачивающейся оправы очков. Если оправа очков возвращается назад к исходному положению, правая сторона лепестка может вновь следовать за главным перемещением назад. Этого можно достигнуть с использованием данных гироскопа для управления формой и шириной лепестка диаграммы направленности.

На фиг. 11 показан видеокادر, содержащий голову 26, обращенную прямо к видеокамере 15, расположенной на передней части 12 оправы 10 очков. Оправа 10 очков передает видеосигналы в видеопроцессор или в процесс видеообработки, реализованный в виде программы, работающей, например, в вычислительной системе SOC. Процесс видеообработки сконфигурирован для обнаружения лица. Этот процесс отличается от распознавания лиц. Цель обнаружения лица состоит в том, чтобы убедиться, что на видеокadre имеется человеческое лицо, без необходимости идентификации этого человека. В литературе имеется несколько программ, реализующих алгоритмы обнаружения лица. Однако один из аспектов настоящего изобретения связан со снижением потребления энергии в максимально возможной степени, что требует использования более простых алгоритмов.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения, обнаружение лица можно упростить при использовании методов, выведенных, например, из оптических методов распознавания символов. Например, на фиг. 12 пиксельная версия изображения головы 26 будет иметь зону вокруг контура лица 28, которую можно обнаружить методом, известный в технике оптического распознавания символов (OCR) как обнаружение границ контуров. Контур 28 лица вызовет явное изменение в уровнях шкалы яркости между соседними пикселями вокруг контура, если это черно-белое изображение, или изменение в цвете между соседними пикселями. Это изменение колориметрической шкалы или уровней яркости указывает на наличие контура 28. Нет необходимости обнаруживать в точности весь контур 28, а достаточно части, так, чтобы на изображение лица можно было наложить круг 27. Здесь нет необходимости в высокой точности. Когда круг находится на своем месте, на изображение можно наложить систему координат, как показано на фиг. 13. Площади или прямоугольники, сформированные горизонтальными линиями 29 и вертикальными линиями 30, образуют квадраты на изображении лица, которые упрощают поиск биометрической информации, позволяя опознать, человеческое это лицо или нет. В системах распознавания лиц биометрическая информация относительно положения глаз и соответствующих расстояний между глазами и ртом должна находиться в известных пределах. Другие особенности могут относиться к положению переносицы, контурам губ, ушей, подбородка и т.д.

Однако эти функции используются, когда целью обнаружения является идентификация человека. В рамках настоящего изобретения идентификация положения глаз является ключом для обнаружения того, что изображение относится к человеку. Дополнительное подтверждение можно получить, добавляя обнаружение рта и положение рта относительно глаз. Цель обнаружения лица согласно настоящему изобретению не распространяется на идентификацию человека, а относится лишь к обнаружению простого факта, что это - человеческое лицо.

На фиг. 13 прямоугольник 36 расположен на изображении лица в месте, определяемом положением квадратов и общими знаниями о биометрических данных, которые указывают, где с наибольшей вероятностью расположены глаза человека в круге 27. Прямоугольник 36 сделан больше, чем известные размеры глаз. Цель прямоугольника 36 состоит в том, чтобы задать, где следует производить поиск паттернов или шаблонов для зрачков глаз. Шаблон представляет собой шаблон глаза, что подразумевает овальный объект, в котором расположен круглый центр другой яркости или цвета. Перемещая такой шаблон по изображению, расположенному в левой части прямоугольника 36, можно идентифицировать глаз. Ту же процедуру можно выполнить для глаза справа. В некоторых случаях этого может оказаться достаточно для обнаружения контура 28 головы человека. Однако в объеме настоящего изобретения находится и поиск рта на изображении лица человека. Прямоугольник 33 может быть расположен выше области, для которой биометрические данные обычно свидетельствуют о вероятном положении рта. Затем в центральной части прямоугольника 33 можно произвести поиск с соответствующим шаблоном, указывающим на верхнюю губу и нижнюю губу. Соответствующие расстояния 32 и 34 можно затем использовать в качестве дополнительного критерия подтверждения.

Соответствие между пикселями изображения и пикселями шаблона может быть проверено простым корреляционным анализом. Низкое значение корреляции указывает на отсутствие подобия, в то время как высокое значение указывает на более высокую вероятность подобия. Этот процесс может также быть усовершенствован обучающим алгоритмом с использованием примеров изображений.

Если результат алгоритма обнаружения лица не является убедительным, то есть, подобие находится между высоким и низким значением, система может быть сконфигурирована для задания вопроса по-

средством голосового сообщения в наушники 55, вставляемые в уши пользователя оправы очков, чтобы пользователь оправы очков подтвердил, что это - человеческое лицо, например, выполнив определенный жест, который может быть идентифицирован, например, датчиком 18 жестов, расположенным на дужке 19 очков.

Хотя человек, носящий оправу очков согласно настоящему изобретению, способен видеть человека и может сообщить об этом системе с помощью жеста, обнаруживаемого датчиком 18 жестов, аспект настоящего изобретения заключается в том, что лицо, смотрящее на пользователя очков, демонстрирует оба глаза.

Кроме того, подтверждение дальности, выполненное микроволновыми датчиками 11 и 14 и заключающееся в том, что расстояние до лица меньше некоторого заданного предела, например, 10 метров, дает степень уверенности в том, что обнаруженный человек фактически способен разговаривать с пользователем оправы очков, а так как обнаружены оба глаза, человек, вероятно, смотрит в направлении пользователя оправы очков.

Иначе пользователь оправы очков мог бы использовать возможности формирования диаграммы направленности оправы очков для шпионажа или подслушивания беседы других людей без их согласия. Поэтому в объеме настоящего изобретения находится формирование диаграммы направленности только в сторону людей, которые вероятно участвует в беседе, то есть смотрят на пользователя оправы очков в пределах ограниченного расстояния.

Однако в некоторых примерах выполнения настоящего изобретения, в которых человек, носящий оправу очков согласно настоящему изобретению, дополнительно к проблемам со слухом имеет ограниченные возможности по зрению, встроенный видеопроцессор может быть сконфигурирован так, чтобы обеспечить распознавание лиц различных людей на основе загруженных изображений соответствующих людей, при этом вся система сконфигурирована так, чтобы передать голосовое сообщение, включающее имена соответствующих распознанных людей. Такие люди могут быть близкими родственниками и/или друзьями, коллегами и т.д.

На фиг. 14 показан пример различных положений головы относительно поля зрения видеокамеры. Только изображение E на фиг. 14 удовлетворяет набору изложенных выше критериев с изображением двух глаз, направленных на камеру. Изображения D и F могут, вероятно, быть идентифицированы с более низкой вероятностью и могут заставить систему попросить подтверждения. Так как рассматриваемый человек (люди) смотрят в сторону, реакция на подтверждение должна быть отрицательной, или же пользователь оправы очков подтверждает, что хочет разговаривать с тем человеком.

На фиг. 8 показан пример того, как может начаться формирование диаграммы направленности, например, с обнаружения лица 28 человека, находящегося на расстоянии 39 от микрофонной решетки 37 на оправе 10 очков. Высота 41 лица обычно больше ширины лица и поэтому используется для определения конуса с началом в центре микрофонной решетки, а боковые линии 38 и 40 конуса образуют треугольник в вертикальной плоскости. Так как расстояние 39 может быть переменным, то есть человек может стоять в одном метре от оправы очков или на расстоянии в десять метров от оправы очков, высота лица 41 меняется как функция расстояния 39 вследствие эффекта перспективы. Чем дальше расположено лицо, тем меньше его высота 41. Однако зависимость между известной стандартной высотой или средней высотой лица на расстоянии в один метр может легко использоваться для вычисления уменьшения высоты лица в перспективе на расстоянии, например, десять метров. Поэтому можно вычислить размеры равнобедренного треугольника. Когда это сделано, следует выполнить формирование диаграммы направленности и вычислить и откорректировать с помощью процессора DSP форму лепестка 42 диаграммы направленности, как показано на фиг. 13. Длина лепестка 42 вдоль линии 39 расстояния не представляет никакого ограничения того, что микрофонная решетка 37 могла бы четко "слышать" в пределах лепестка 42 диаграммы направленности. Диаграмма направленности показана в полярных координатах. Однако усиление звука также является частью формирования диаграммы направленности и может быть автоматически отрегулировано до заданного предела, например, с помощью DSP, или отрегулировано вручную пользователем оправы очков, например, посредством управления жестом, обнаруженным датчиком 18 жеста.

Существует множество различных форм лепестков диаграммы направленности микрофона, которые система должна поддерживать. Одним из аспектов является вычисление конкретного лепестка на основе расстояния и т.д., как рассмотрено выше. Однако это может потребовать питания от аккумулятора, который должен, по возможности, быть встроен в оправу очков. Поэтому в рамках настоящего изобретения предварительно вычисленные параметры, определяющие различные диаграммы направленности лепестков, можно загружать в процессор DSP всякий раз, когда требуется такой предварительный расчет формы лепестка. Кроме того, имеются другие части такого лепестка диаграммы направленности микрофона, которые могут модифицироваться во время работы. Например, ширину лепестка диаграммы направленности можно отрегулировать, изменяя ограниченное число параметров и не воздействуя на другие параметры. Эта возможность зависит от типа процессора DSP, который используется в примере выполнения настоящего изобретения.

Примеры различных сценариев, показанных выше, требуют некоторого стандарта формирования лепестков диаграммы направленности, которые могут быть предварительно вычислены, например, про-

граммой моделирования или программой конфигурации, поставляемой вместе с конкретной схемой DSP. Однако, как рассмотрено выше, имеется также потребность в изменениях лепестка диаграммы направленности или автоматически, или посредством ввода данных пользователем в виде, например, конкретного жеста.

Например, адаптация лепестка диаграммы направленности путем увеличения ширины может быть связана с данными гироскопа, указывающими степень углового перемещения головы, в результате чего ширина лепестка диаграммы направленности увеличивается или уменьшается.

Еще один аспект настоящего изобретения заключается в том, что каждое измерение изменения углов или изменения расстояния от/до объекта производится относительно самой оправы очков, которая несет на себе соответствующие микрофонные решетки. Поэтому, когда лепесток диаграммы направленности увеличивают на основе данных гироскопа, угловое увеличение может быть относительным значением, добавляемым к направлению лепестка диаграммы направленности, изначально установленному в соответствии с рассчитанной схемой DSP диаграммой направленности. Поэтому можно иметь таблицы соответствующих установок DSP, ассоциированных с определенным относительным угловым увеличением или уменьшением, например, для каждого градуса изменения. Такие таблицы могут храниться в памяти схемы SoC, и когда гироскоп обнаруживает изменение направления в сторону увеличения или уменьшения угла, эта величина изменения может использоваться для поиска в таблице таких установок DSP, которые ближе всего к угловому изменению, значение которого загружено системой SoC в процессор DSP.

"Нулевое" направление относительно передней грани оправы очков может быть установлено пользователем оправы очков в любое время путем определенного жеста или с использованием мобильного телефона, связанного с оправой очков.

Изменение лепестка диаграммы направленности из-за изменения расстояния до объекта, такого как птица или человек, может также сопровождаться различной шириной лепестка диаграммы направленности. Например, для человека, стоящего на определенном расстоянии, требуется определенная ширина лепестка диаграммы направленности. Вследствие перспективного увеличения, когда какой-то человек перемещается по направлению к оправе очков, ширина луча должна соответственно увеличиваться, чтобы покрыть лицо движущегося человека. Когда человек удаляется, ширину лепестка диаграммы направленности нужно уменьшить. Эти изменения, конечно, ограничены практическими соображениями. Человек, стоящий прямо перед оправой очков, не должен быть полностью покрыт лепестком диаграммы направленности. Когда человек стоит на большом расстоянии от оправы очков, минимальная ширина лепестка диаграммы направленности может быть определена как ширина по умолчанию. Однако все эти изменения происходят относительно положения оправы очков, то есть, например, расстояние увеличивается, если пользователь оправы очков удаляется от другого человека, а также, если удаляется этот человек.

Поэтому различные относительные изменения расстояния могут быть ассоциированы с различными лепестками диаграммы направленности, хранящимися в таблицах. Когда датчиком измерения расстояния обнаружено некоторое изменение расстояния, величина этого изменения расстояния представляет собой относительное значение, и система SoC может быть сконфигурирована так, чтобы найти конкретное табличное значение, ближайшее к заранее рассчитанному изменению расстояния и загрузить это значение в процессор DSP.

"Нулевое" расстояние может быть установлено пользователем при инициализации системы, например, конкретным жестом.

Кроме того, в рамках настоящего изобретения можно использовать обнаруженные изменения углов и/или изменения расстояния в зависимости от соответствующих конфигураций микрофонной решетки. Можно создать различные таблицы, зависящие от конфигурации микрофонной решетки. Датчики измерения расстояния также могут быть встроены в дужки оправы очков. Поэтому формирование определенных лепестков диаграммы направленности на каждой стороне оправы очков может также меняться в зависимости от угловых изменений угла оправы очков, а также изменения расстояния до объекта.

Еще один аспект увеличения/уменьшения объекта в перспективе на видеокadre заключается в том, что можно обнаружить направление перемещения объекта. Можно также использовать соответствующие датчики измерения расстояния, чтобы обнаружить направление перемещения объекта. Если такое измерение расстояния повторять с заданной частотой, можно измерить скорость изменения расстояния, а следовательно, измерить скорость объекта. Таким образом, можно установить скорость и направление относительно оправы очков. Это может, например, использоваться для предупреждения об объекте, приближающемся с высокой скоростью, например, автомобиле. Голосовое сообщение, подаваемое в ухо, заставит пользователя оправы очков повернуть голову, чтобы рассмотреть то, что приближается. Это важно для людей с ухудшенным зрением.

Еще одно приложение, связанное с расстоянием и измерением расстояния, это так называемый "зуммер социальной дистанции". Если объект приближается ближе, например, 2 метров, такое приложение может включить голосовое сообщение и предупредить пользователя оправы.

В рамках настоящего изобретения можно обеспечить набор различных сценариев, среди которых пользователь оправы очков может выбирать такой, чтобы адаптировать ситуацию слушания к своим по-

требностям. Например, "портретный режим" подразумевает обнаружение одного лица за один раз и формирование диаграммы направленности микрофонов, оптимизированное для каждого обнаруженного лица, но только для лиц в пределах определенного расстояния от оправы очков. Другой режим может быть "ландшафтным режимом", когда микрофоны "слушают" все вокруг, например, при опознавании птиц, как описано выше.

Такие специализированные режимы могут быть активизированы из более общих режимов. Например, "ландшафтный режим" может быть сконфигурирован, чтобы слушать песни птиц, а когда пользователь оправы очков согласно настоящему изобретению поворачивает голову на такой источник звука как птица, может быть активизирован специализированный "птичий режим".

Также можно сконфигурировать слуховой аппарат так, чтобы обеспечить некоторый анализ звуков, принятых от источника звука, и на основе частотных составляющих в звуковых волнах характеризовать звук, как идущий от человека и т.д. Слуховой аппарат может быть сконфигурирован для использования звуков от источника звука, на который направлена диаграмма направленности, и вычислить степень вероятности того, что источник звука - это разговор людей, двигатель, поезд или другой тип источника звука.

Согласно еще одному примеру выполнения настоящего изобретения, профиль пользователя, определяющий набор спецификаций пользователя, может быть частью реализации различных режимов слушания.

На фиг. 15 показан пример варианта оправы очков согласно настоящему изобретению, включающий функциональные цифровые схемы и функциональные блоки, встроенные в оправу очков, как показано на фиг. 1.

Например, цифровые микрофоны 13 могут иметь тип TDK ICS-41251 и быть связаны с процессором 54 аудиосигнала, например, типа Analog Devices ADAU1787, который может принимать входные аудиосигналы от 8 цифровых микрофонов. Как рассмотрено выше, в оправе очков имеется два устройства DSP, по одному в каждой оправе очков, и в примере выполнения настоящего изобретения в одну дужку очков можно встроить шесть микрофонов, связанных с процессором 54 DSP, встроенным в ту же дужку. Кроме того, двумя из четырех микрофонов, встроенных в переднюю часть оправы очков, может управлять тот же самый процессор 54 DSP. Другая дужка очков может управлять шестью микрофонами с другой стороны оправы очков плюс двумя оставшимися из четырех микрофонов на передней части оправы очков. Информацию о микрофоне TDK ICS-41251 можно найти по адресу <https://www.invensense.com/products/diaital/ics-41351/>.

Цепь DSP ADAU1787 имеет функции формирования диаграммы направленности, которые раскрыты по адресу <https://www.analog.com/en/products/adau1787.html#product-overview>.

Компания Analog devices предлагает также приложение, облегчающее пользователю формирование диаграммы направленности с помощью графического интерфейса пользователя. Такой графический интерфейс пользователя также доступен в качестве приложения, которое может быть установлено в мобильном телефоне 56.

Кроме того, устройство ADAU1787 представляет собой полностью программируемое устройство DSP, которое позволяет поддерживать различные выбираемые пользователем опции, заданные в профиле пользователя и/или различные режимы слухового аппарата, как рассмотрено выше. Такое изменение функциональности могут также вызвать конкретные жесты, обнаруженные системой обнаружения жестов, которая также может быть частью слухового аппарата согласно настоящему изобретению, а кроме того, программы, выполняемой в системе SoC, которая также является частью слухового аппарата согласно настоящему изобретению.

Контроллер 44, управляющий соответствующими цифровыми функциями системных блоков, может быть схемой, называемой SOC (система на чипе), которая является интегральной схемой, содержащей функциональные компоненты вычислительной системы. Использование SoC 44 позволяет значительно упростить программное обеспечение, конфигурирующее рабочие аспекты оправы очков согласно настоящему изобретению. Разработка и рабочий цикл могут выполняться под наблюдением операционной системы, такой как Linux. Известно несколько примеров систем SOC, которые могут использоваться в примерах выполнения настоящего изобретения. Кроме того, доступны драйверы для различных устройств для работы в Linux.

Видеосистема с видеокамерой 15, обеспечивающей возможность обнаружения лица, может быть, например, типа B5T-007001, см. [https://omronfs.omron.com/en\\_US/ecb/products/pdf/en-b5t.pdf](https://omronfs.omron.com/en_US/ecb/products/pdf/en-b5t.pdf).

Видеосистема 15 может содержать камеру 15a и видеосхему 15b SOC, сконфигурированную для использования алгоритма обнаружения лица, рассмотренного выше.

Радарная система обнаружения доплеровского смещения, которая может использоваться в вариантах выполнения настоящего изобретения, может, например, быть радиолокатором на эффекте Доплера Seeed MW0582TR11, см. <https://www.seeedstudio.com/MW0581TR11-5-8GHz-Microwave-Doppler-Radar-Motion-Sensor-p-4366.html>.

На фиг. 15 показано, что система может содержать акселерометр 51. Функциональный аспект акселерометра 51 заключается, например, в обнаружении касания пальцем оправы очков. Известно, что такое

касание генерирует шум, создаваемый микрофонами, и система будет генерировать резкий шум. Согласно примеру варианта выполнения настоящего изобретения, работа акселерометра может приводить к кратковременной блокировке микрофонов или любой другой соответствующей электронной части системы. В некоторых примерах выполнения настоящего изобретения оправа очков может иметь несколько кнопок 41. Активизация таких кнопок 41 приводит к кратковременной блокировке шумов в наушниках 55, вставленных в уши пользователя слухового аппарата согласно настоящему изобретению.

Пример варианта выполнения настоящего изобретения, показанный на фиг. 15, может также поддерживать управление жестами. Примером системы 48 управления жестами, которая может использоваться, является датчик RAJ7620U жестов, который может распознать 9 различных жестов. Датчик жестов может быть помещен в оправу очков 10, например, перед оправой очков или на дужке очков, как показано на фиг. 3. В этом случае можно обнаружить движения рук и распознать в них некий конкретный жест, который может быть ассоциирован с конкретной командой или действием, на которое реагирует система 44 SOC.

В еще одном примере варианта выполнения настоящего изобретения система 44 SoC сконфигурирована так, чтобы передать голосовое сообщение в наушники 55, вставленные в уши пользователя оправы очков согласно настоящему изобретению. Например, выбор пункта меню и инструкций для дальнейших действий можно послать, например, в виде голосового сообщения.

Как сказано выше, акселерометр вызывает блокировку аудиопотока всякий раз, когда палец касается оправы очков. Если касание - это часть жеста по выбору пункта меню, блокировка заканчивается, когда палец убран с поверхности датчика.

Система, показанная на фиг. 15, может также содержать гироскопический датчик 50. Есть несколько известных гироскопических датчиков, которые могут использоваться в примерах выполнения изобретения.

В еще одном примере выполнения настоящего изобретения система 44 SOC сконфигурирована так, чтобы определять направление взгляда, задаваемое гироскопом 50. В этом случае система 44 SOC сконфигурирована так, чтобы проинструктировать аудиопроцессор 54 DSP на формирование диаграммы направленности в направлении таких показаний относительно оправы 10 очков. При этом диаграмма направленности оказывается направлена туда, куда смотрит пользователь оправы 10 очков.

Система беспроводной связи для оправы 10 очков согласно настоящему изобретению может поддерживать, например, стандарт Bluetooth. На фиг. 15 антенна 45 Bluetooth связана с SOC 44 посредством фильтра 46 радиочастот.

Другие стандарты связи также находятся в объеме изобретения и могут использоваться.

Кроме того, в объеме настоящего изобретения находится использование стандарта связи, включающего адресацию устройств, то есть, беспроводной сигнал из оправы 10 очков может содержать конкретный первый адрес для наушника 55 внутри правого уха и второй конкретный адрес для наушника 55 в левом ухе. В этом случае различную информацию можно посылать в различные уши. Например, если микроволновые устройства 14a, 11a на одной из оправ очков обнаруживают приближающийся объект с правой стороны, SOC 44 может быть сконфигурирована так, чтобы послать предупреждение в наушник 55, расположенный в правом ухе пользователя оправы очков. Это может быть, например, предупреждение о приближающемся автомобиле. Например, обнаружение скорости изменения расстояния до приближающегося объекта может использоваться, чтобы обнаружить, что автомобиль приближается, и включить выдачу предупреждения о приближающемся автомобиле.

Радар дорожного движения или радар 49 доплеровского смещения также может быть встроен в оправу очков согласно настоящему изобретению.

Возможный механизм адресации может также предотвратить беспроводную многостороннюю связь между двумя оправами 10 очков, которая может возникнуть между двумя людьми, стоящими близко друг к другу. Это может предупредить ошибки, например, в диаграммах направленности микрофонов в соответствующих оправах очков.

Еще одним аспектом настоящего изобретения является использование программы, работающей в системе SoC, для управления формированием лепестков диаграммы направленности согласно различным сценариям слушания. Изменение или выбор конкретного сценария слушания могут быть сделаны посредством жеста, обнаруженного контроллером 18 жестов, как показано на фиг. 3, или посредством связанного мобильного телефона, как показано на фиг. 1. Лепесток диаграммы направленности определен направлением относительно поверхности микрофонной решетки или, например, передней стороны оправы очков, так как на передней стороне оправы очков находится микрофонная решетка. Та же самая ситуация справедлива для микрофонных решеток, расположенных на дужках очков. Возможна также комбинация микрофонов на передней стороне оправы очков и микрофонов на дужках очков. Любая такая микрофонная решетка обращена к источнику звука, представляющему интерес. Направление лепестка диаграммы направленности к источнику звука может быть выбрано пользователем, например, когда пользователь поворачивает голову к представляющему интерес источнику звука, а затем выбирает это направление как направление лепестка диаграммы направленности. Относительное угловое направление по отношению к поверхности оправы очков может быть считано из гироскопического датчика, когда

этот гироскопический датчик калибруют на некий относительный угол, например  $0^\circ$ , когда оправа очков "смотрит" прямо.

Имеются по меньшей мере два важных фактора, которые существенны при вычислении лепестка диаграммы направленности. Первый, это, конечно, направление, но ширина лепестка диаграммы направленности также важна в отношении эффекта фильтрации для узкого лепестка диаграммы направленности в противовес широкому лепестку диаграммы направленности. Даже если лепесток диаграммы направленности сформирован для приема голосовых звуков от единственного человека, этот сценарий для пользователя оправы очков может изменяться, как рассмотрено выше. Направление и ширина диаграммы направленности может быть ассоциирована с конкретными микрофонами внутри лепестка диаграммы направленности для микрофонов, которые обращены к источнику звука, и для этих микрофонов коэффициент усиления можно увеличить, например, в предусилителе в схеме DSP. Расстояние до источника звука также может помочь в определении ширины лепестка диаграммы направленности, адаптированной к возможному изменению размера источника звука относительно изменения расстояния между оправой очков и источником звука. Поэтому в общем случае:

направление лепестка диаграммы направленности задано относительно передней стороны сконфигурированной микрофонной решетки,

ширина лепестка диаграммы направленности задана на основе расстояния до источника звука,

относительные угловые изменения, обнаруженные гироскопическим датчиком в заданном направлении лепестка, заставляют систему SoC загружать изменение параметров в процессор DSP, модифицируя ширину диаграммы направленности в соответствии с обнаруженными угловыми изменениями, или

относительные изменения измеренного расстояния до источника звука, обнаруженные датчиком измерения расстояния, заставляют систему SoC загружать изменение параметров, модифицирующих ширину диаграммы направленности в соответствии с обнаруженными изменениями расстояния.

Следует отметить, что система позволяет пользователю зафиксировать любую установку, сделанную системой, согласно правилам, определенным выше, а также вновь активизировать систему, чтобы активно обеспечить оптимизированные лепестки диаграммы направленности согласно выбранному сценарию. Эти действия могут быть сделаны с помощью средства обнаружения жестов или посредством подключенного мобильного телефона.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Слуховой аппарат, интегрируемый в оправу очков, содержащую, по меньшей мере, одну микрофонную решетку на поверхности передней стороны оправы очков, датчик измерения расстояния и гироскопический датчик, при этом цифровой сигнальный процессор (DSP), которым управляет конфигурированная система на чипе (SoC), обеспечивает формирование по меньшей мере лепестка диаграммы направленности, зависящего от соответствующих выходных сигналов датчиков,

при этом направление лепестка диаграммы направленности на источник звука задается относительно сконфигурированной микрофонной решетки,

ширина лепестка диаграммы направленности задается на основе расстояния до источника звука,

относительные угловые изменения, обнаруженные гироскопическим датчиком в заданном направлении лепестка луча, заставляют систему SoC загружать изменение параметров в процессор DSP, изменяя ширину диаграммы направленности в соответствии с обнаруженными угловыми изменениями, или

относительные изменения измеренного расстояния до источника звука, обнаруженные датчиком измерения расстояния, заставляют систему SoC загружать изменение параметров, модифицирующих ширину диаграммы направленности в соответствии с увеличением или уменьшением размера источника звука в перспективе, когда расстояние до источника звука изменяется.

2. Слуховой аппарат по п.1, в котором направление лепестка диаграммы направленности устанавливается пользователем, когда он смотрит в направлении источника звука, представляющего интерес для пользователя.

3. Слуховой аппарат по п.1, в котором сконфигурированный слуховой аппарат модифицирует ширину заданного лепестка диаграммы направленности, перемещая одну из соответствующих боковых кривых лепестка диаграммы направленности в направлении, связанном с первым изменением ориентации оправы очков, обнаруженным гироскопическим датчиком.

4. Слуховой аппарат по п.3, в котором сконфигурированный слуховой аппарат модифицирует ширину лепестка обратно к ширине лепестка диаграммы направленности, заданной первоначально до обнаружения первого изменения ориентации оправы очков, когда обнаружено второе изменение ориентации оправы очков, противоположное первому обнаруженному изменению.

5. Слуховой аппарат по п.1, в котором соответствующие обнаруженные относительные изменения расстояния коррелируют с увеличением или уменьшением, в перспективе, размера контура источника звука, к которому обращена оправа очков.

6. Слуховой аппарат по п.1, в котором сконфигурированный слуховой аппарат регулирует коэффициент усиления, по меньшей мере, одного микрофона, при этом регулировка коэффициента усиления

вверх или вниз пропорциональна увеличению или уменьшению измеренного расстояния до источника звука.

7. Слуховой аппарат по п.1, в котором сконфигурированный слуховой аппарат, используя звук из источника звука, на который указывает диаграмма направленности, вычисляет вероятность того, что источник звука представляет собой разговор людей, шум двигателя, поезда или источник звука другого типа.

8. Слуховой аппарат по п.1, в котором оправа очков содержит видеокамеру, установленную перед оправой очков.

9. Слуховой аппарат по п.8, в котором сконфигурированный встроенный видеопроцессор, связанный с видеокамерой, измеряет вертикальную и горизонтальную высоту контура источника звука, который обнаружил видеопроцессор в направлении перед оправой очков, при этом вертикальная или горизонтальная высота источника звука используется для задания ширины лепестка диаграммы направленности.

10. Слуховой аппарат по п.9, в котором сконфигурированный встроенный видеопроцессор обнаруживает контур человеческого лица, расположенного в поле зрения, только если изображение контура содержит, по меньшей мере, два объекта, идентифицированных как глаза человека.

11. Слуховой аппарат по п.9, в котором видеопроцессор сконфигурирован для идентификации нескольких человеческих лиц, расположенных в поле зрения камеры, при этом система SoC формирует лепесток диаграммы направленности, перекрывающий указанные человеческие лица, которые идентифицированы.

12. Слуховой аппарат по п.10, в котором сконфигурированный слуховой аппарат выполняет формирование диаграммы направленности, только если в обнаруженном контуре человеческого лица идентифицированы два человеческих глаза, и измеренное расстояние до обнаруженного человеческого лица меньше заданного расстояния.

13. Слуховой аппарат по п.1, в котором указанное множество микрофонов представляет собой цифровые всенаправленные микрофоны, и

первый набор из множества цифровых всенаправленных микрофонов выполнен как линейная микрофонная решетка на передней части оправы очков, и/или

второй набор из множества цифровых всенаправленных микрофонов выполнен как линейная микрофонная решетка на правой стороне оправы очков, и/или

третий набор из множества цифровых всенаправленных микрофонов выполнен как линейная микрофонная решетка на левой стороне оправы очков,

при этом слуховой аппарат сконфигурирован так, чтобы обеспечить формирование диаграммы направленности на основе соответствующих микрофонных решеток, сформированных первым набором всенаправленных микрофонов, и/или вторым набором всенаправленных микрофонов, и/или третьим набором всенаправленных микрофонов, или любой другой комбинацией всенаправленных микрофонов из первого, второго и третьего набора всенаправленных микрофонов.

14. Слуховой аппарат по п.13, в котором формирование диаграммы направленности на основе соответствующих микрофонных решеток из первого набора микрофонов, второго набора микрофонов и третьего набора микрофонов задается независимо друг от друга.

15. Слуховой аппарат по п.14, в котором по меньшей мере некоторые микрофоны из, по меньшей мере, двух наборов микрофонов используются для формирования одной микрофонной решетки.

16. Слуховой аппарат по п.13, в котором первый, второй и третий набор всенаправленных микрофонов выполнены как микрофонные решетки поперечного излучения.

17. Слуховой аппарат по п.13, в котором всенаправленные микрофоны из первого набора всенаправленных микрофонов скомбинированы с выбранным количеством всенаправленных микрофонов из второго набора и/или третьего набора всенаправленных микрофонов, и микрофоны сконфигурированы как микрофонная решетка осевого излучения.

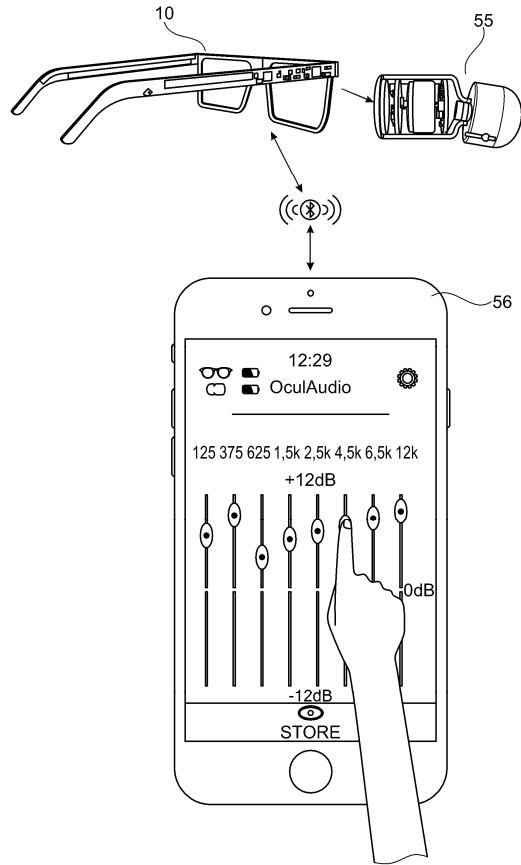
18. Слуховой аппарат по п.1, в котором, по меньшей мере, одна дужка оправы очков содержит датчик обнаружения жестов.

19. Слуховой аппарат по п.1, в котором набор заранее рассчитанных лепестков диаграммы направленности хранится в системе SoC, и набор параметров, задающий соответствующий лепесток из заранее рассчитанных лепестков диаграммы направленности, загружается в процессор DSP под управлением сконфигурированной системы SoC.

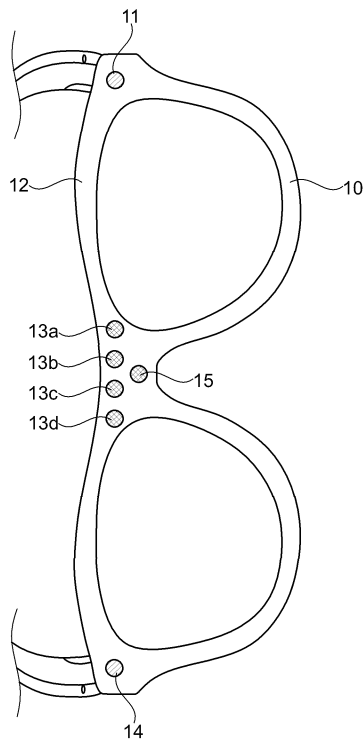
20. Слуховой аппарат по п.9, в котором сконфигурированный встроенный видеопроцессор обеспечивает распознавание лиц из набора различных людей на основе загруженных изображений соответствующих людей, при этом слуховой аппарат сконфигурирован для передачи в беспроводные наушники голосового сообщения, включающего имена соответствующих распознанных людей.

21. Слуховой аппарат по п.1, который сконфигурирован для передачи во вставляемые наушники заранее записанных голосовых сообщений, предоставляющих информацию и/или инструкции пользователю оправы очков.

045491

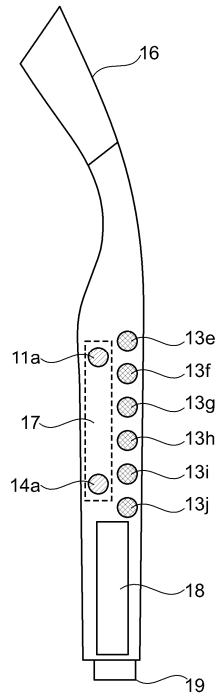


Фиг. 1

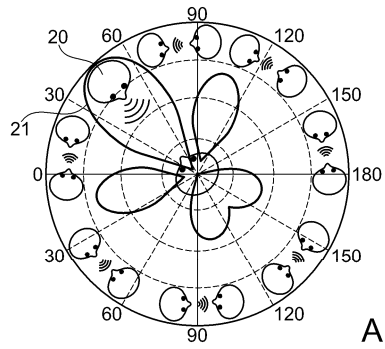


Фиг. 2

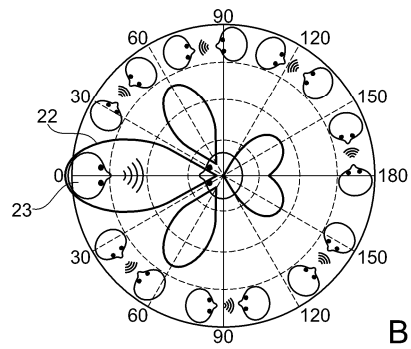




Фиг. 3

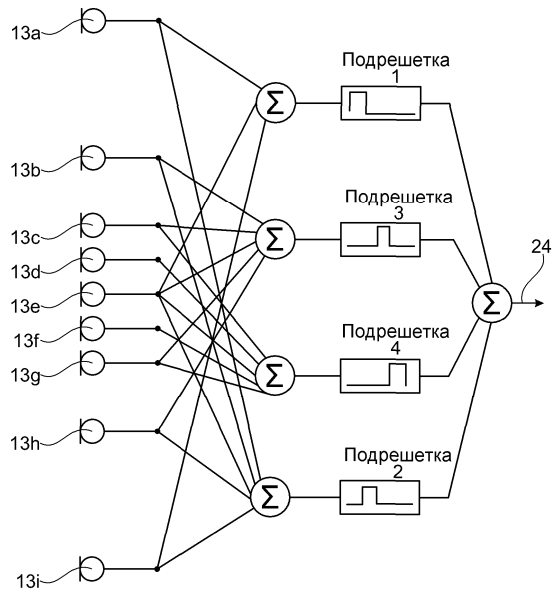


A

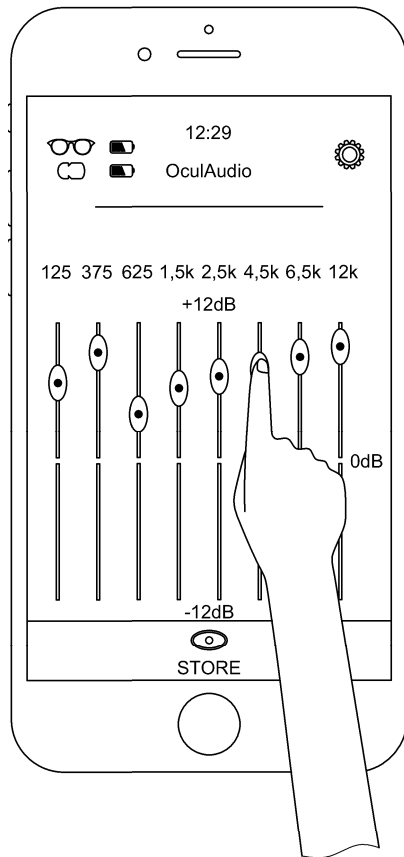


B

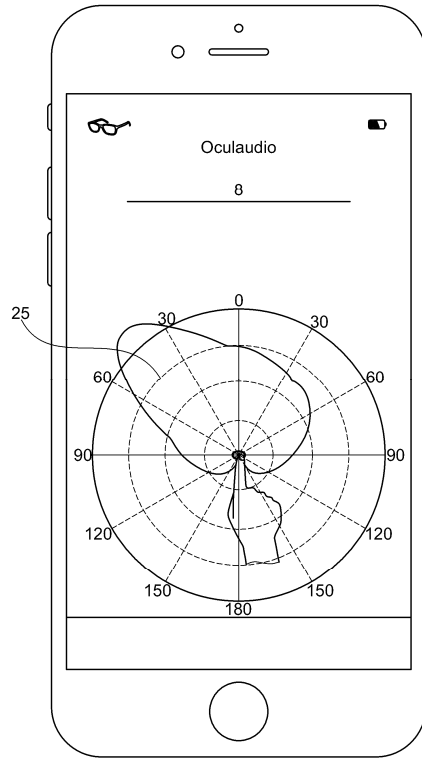
Фиг. 4



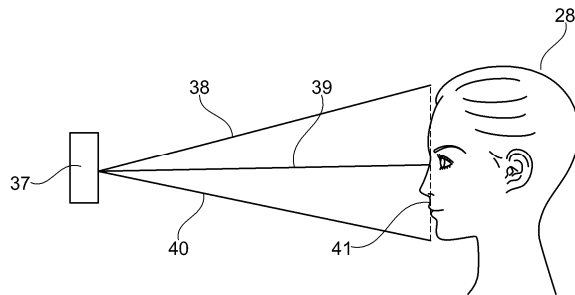
Фиг. 5



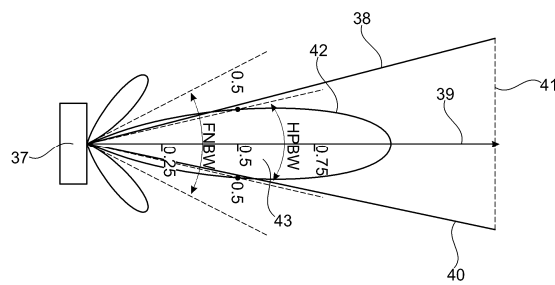
Фиг. 6



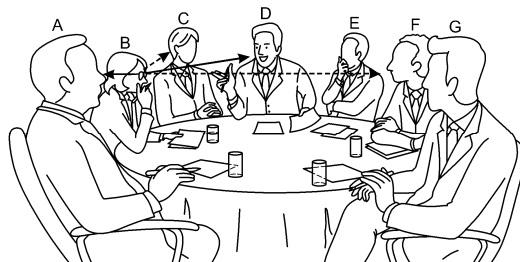
Фиг. 7



Фиг. 8

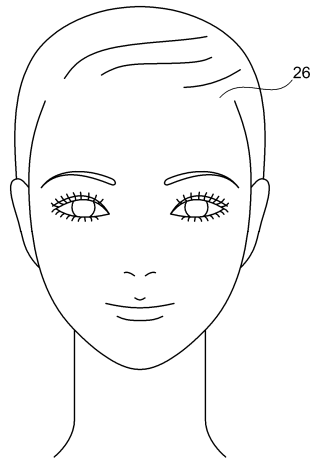


Фиг. 9

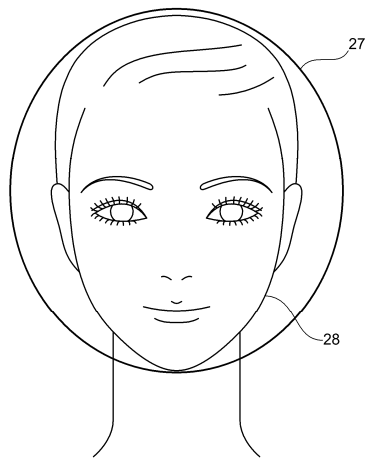


Фиг. 10

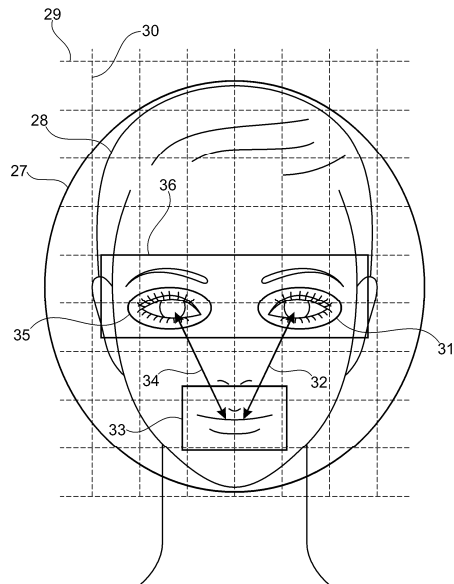
045491



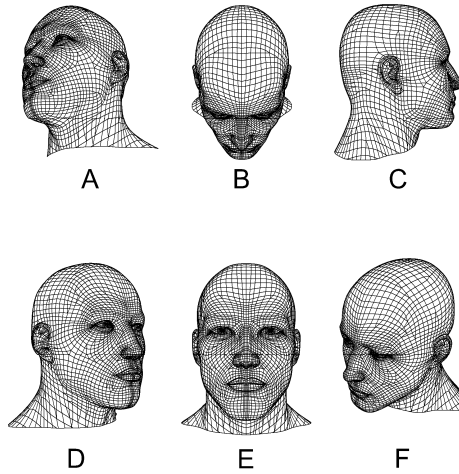
Фиг. 11



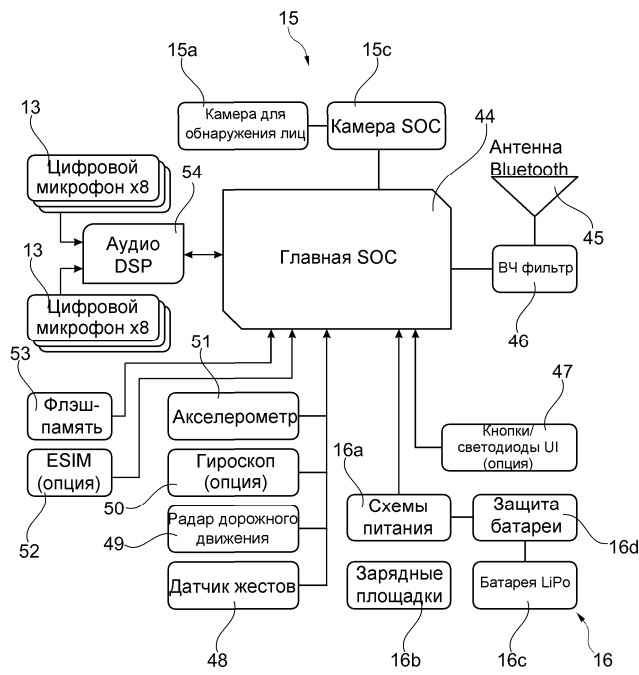
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

