



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 417 755** (13) **C1**

(51) МПК  
*A61B 7/04* (2006.01)  
*H04R 27/00* (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010100762/14, 11.01.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.01.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.01.2010

(45) Опубликовано: 10.05.2011 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2008137876, 12.06.2008. RU 81061 U1, 10.03.2009. SU 137621 A, 31.08.1959. SU 1752353 A1, 07.08.1992. DE 19835815 A1, 10.02.2000. CN 101332094 A, 31.12.2008. US 6295365 B1, 25.09.2001. Chien J.C., et al. A study of heart sound and lung sound separation by independent component analysis technique Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2006; 1:5708-11. (Реферат в PubMed, PMID: 17945913).

Адрес для переписки:

390005, г.Рязань, ул. Пушкина, 4, кв.43, В.И. Кузнецову

(72) Автор(ы):

Кузнецов Вадим Иванович (RU),  
Абросимов Владимир Николаевич (RU),  
Глотов Сергей Иванович (RU),  
Алексеева Елена Анатольевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Кузнецов Вадим Иванович (RU)

## (54) ГОЛОВКА ЭЛЕКТРОННОГО СТЕТОСКОПА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области медицинской техники. Головка электронного стетоскопа включает корпус и размещенные в нем первую и вторую мембраны, усилитель, первый и второй пьезоэлектрические чувствительные элементы, соединенные синфазно соответственно с первым и вторым входами усилителя и закрепленные соответственно на первой и второй мембранах.

Причем усилитель выполнен дифференциальным. Применение данного изобретения обеспечивает помехозащищенность головки стетоскопа, выполненной с возможностью разъёмного соединения с электронным интерфейсом стетоскопа для диагностической аускультации в основном при мониторинге легких и сердца у пациентов в активном состоянии-движении. 10 з.п.ф-лы, 1 ил.

RU 2 4 1 7 7 5 5 C 1

RU 2 4 1 7 7 5 5 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**A61B 7/04** (2006.01)  
**H04R 27/00** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010100762/14, 11.01.2010**

(24) Effective date for property rights:  
**11.01.2010**

Priority:

(22) Date of filing: **11.01.2010**

(45) Date of publication: **10.05.2011 Bull. 13**

Mail address:

**390005, g.Rjazan', ul. Pushkina, 4, kv.43, V.I.  
Kuznetsovu**

(72) Inventor(s):

**Kuznetsov Vadim Ivanovich (RU),  
Abrosimov Vladimir Nikolaevich (RU),  
Glotov Sergej Ivanovich (RU),  
Aleksееva Elena Anatol'evna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Kuznetsov Vadim Ivanovich (RU)**

**(54) CHEST PIECE OF ELECTRONIC STETHOSCOPE**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention refers to medical equipment. A chest piece of an electronic stethoscope comprises a body and in-built first and second membranes, an amplifier, first and second piezoelectric sensitive elements connected in-phase to first and second inputs of the amplifier respectively and fixed on the first and second

membranes respectively. The amplifier is differential.

EFFECT: application of said invention provides noise immunity of the chest piece detachably connected to an electronic interface of the stethoscope for diagnostic auscultation, mainly in lung and heart monitoring in patients in an active condition - motion.

11 cl, 1 dwg

RU 2 4 1 7 7 5 5 C 1

RU 2 4 1 7 7 5 5 C 1

Изобретение относится к области медицинской техники для профессиональной диагностической аускультации, в основном, при мониторинге легких и сердца у пациентов в активном состоянии - движении, например у спортсменов, а также при наличии внешних помех в транспорте или при экстремальных условиях.

К аналогам изобретения по функциональному назначению и комплектации основных элементов относятся головки электронных стетоскопов, в которых в качестве чувствительных элементов (ЧЭ)-sensor применяются электромеханические преобразователи: пьезоэлектрические чувствительные элементы (ПЧЭ). Главным отличительным признаком головок таких электронных стетоскопов является наличие непосредственного механического контакта ЧЭ с поверхностью тела пациента через элементы, конструктивно интегрированные с головкой стетоскопа, и тем самым достигается малая чувствительность головки к акустическим шумам и обеспечивается достоверность аускультации при уровне шума до 90 децибел.

Известна головка в составе электронного стетоскопа (см. патент WO 01/97675, А61В 7/04, публ. 27.12.2001, фиг.3), в которой использован инерционный принцип преобразования механических колебаний в электрические сигналы, широко применяемый в акселерометрах и вибродатчиках. В таких преобразователях обязательно наличие инерционной массы. В известной головке инерционная масса составляет не менее 20 граммов и в одном из вариантов патента с массой соединен пьезоэлектрический чувствительный элемент. Такая конструкция преобразователя не требует наличия мембраны или диафрагмы для передачи упругих колебаний тела пациента на чувствительный элемент и практически не реагирует на внешние акустические шумы, а также хорошо защищается от электромагнитных излучений.

Основными недостатками головки являются:

- большая масса головки приемлема при аускультации пациента в покое в одном положении (без движений). При аускультации пациента в активном состоянии (в движении) преобразователь (масса) будет воспринимать все колебания тела пациента;
- головка не защищена от механических воздействий (трение одежды и т.п.) непосредственно на корпус головки и электрический кабель, так как возникающие при этом упругие колебания практически без затухания в металле передаются через корпус на ПЧЭ, закрепленный неподвижно на корпусе относительно подвижной массы, и могут вызвать сигнал помехи. Такая ситуация при активном мониторинге очевидна.

Известна головка в составе электронного стетоскопа, содержащая колоколообразный массивный металлический корпус, внутри которого с рабочей стороны закреплены мягкая защитная, например силиконовая, мембрана и упругая металлическая мембрана, передающие механически с тела пациента упругие звуковые колебания через жесткий подвижный поршень на неподвижный кристаллический ПЧЭ в виде цилиндра с электромеханической (кэм) модой растяжение-сжатие (Z33) вдоль продольной оси цилиндра, причем чувствительный элемент (цилиндр) одним концом соединен соосно (по центру) с поршнем, а другим концом упирается в корпус с возможностью воспринимать упругие колебания от мембраны (см. патент США №20070165872, кл. А61В 7/04, публ. июль 19.2007, фиг.1).

В известной головке электронного стетоскопа электрический сигнал с ПЧЭ передается по кабелю далее для обработки информации. Тяжелый корпус массой 50-100 граммов предназначен для повышения эффективности передачи упругих колебаний с мембраны на ПЧЭ за счет инерции, а относительно толстые стенки корпуса защищают мембрану и ПЧЭ от внешнего акустического шума. Металлические корпус и мембрана полностью экранируют ЧЭ от электромагнитных

излучений и магнитных полей. По совокупности взаимодействия мембрана, поршень и ПЧЭ преобразуют упругие колебания в электрический сигнал. В указанном патенте убедительно доказано и подтверждено тестами значительное преимущество применения ПЧЭ с механическим контактом к телу пациента по сравнению с акустическими ЧЭ с контактом через воздушную среду, например, с электретными микрофонами, с целью уменьшения влияния (компенсации) внешних звуков на полезный сигнал, поступающий на головку стетоскопа.

Основными недостатками головки являются:

- большая масса головки приемлема при аускультации пациента в покое (без движений) и фиксации (удержания) головки пальцами врача; при аускультации пациента в активном состоянии (в движении) и тем более при длительном мониторинге очень сложно удержать неподвижно на теле пациента тяжелую головку и, кроме того, пациент будет испытывать дискомфорт;

- головка не защищена от механических воздействий (трение одежды и т.п.) непосредственно на корпус головки и электрический кабель, так как возникающие при этом упругие колебания практически без затухания в металле передаются через корпус и мембрану на оба конца ПЧЭ и вызывают сильный сигнал помехи.

Указанные недостатки при активном мониторинге очевидны. Наиболее близким по назначению, конструкции и применяемым элементам является головка в составе электронного стетоскопа, содержащая корпус сложной формы, внутри которого с рабочей стороны закреплена одна упругая мембрана, например, из полиуретана, передающая с тела пациента упругие звуковые колебания через жесткий диск сцепления (шток) на закрепленную в корпусе монтажную плату, имеющую с обеих сторон пазы и выполненную в сечении в форме двухсторонней гребенки, причем на каждую сторону монтажной платы приклеены пленочные полимерные ПЧЭ, соединенные с усилителем (см. заявку США №2008/0137876, кл. А61В 7/04, публ. июнь 12, 2008, фиг.3).

В известной конструкции головки стетоскопа применены два полимерных ПЧЭ. За счет ребристости плата имеет малую жесткость в направлении перпендикулярно ребрам и рабочая ось ПЧЭ установлена в этом направлении. При нажатии диска сцепления на центр монтажной платы пазы верхней ее поверхности расширяются и один ПЧЭ растягивается, на нижней поверхности наоборот - пазы и другой ПЧЭ сжимаются. В результате с указанных ПЧЭ-ов генерируются разнополярные (в противофазе) электрические сигналы, что дает при последующем их суммировании увеличение чувствительности в два раза или превышение отношения сигнал/шум дополнительно на 3 децибела. Монтажная плата с двумя ПЧЭ-ми отделена звукопоглощающей мембраной от нижней части корпуса для защиты от помех со стороны тела пациента. По совокупности взаимодействия мембрана, диск сцепления и два ПЧЭ преобразуют упругие колебания в электрический сигнал.

В известной головке стетоскопа защита от помех решается комплексно, в том числе, за счет высокочастотного электрического фильтра в усилителе и применения специальных наушников. Вклад головки в общий уровень защиты от помех не более 50%.

Основными недостатками головки являются:

- сложная конструкция головки и наличие нескольких передающих механических элементов, которые могут вызвать нелинейные и другие искажения в исходном сигнале;

- слабая защита от электромагнитных излучений, так как корпус и мембрана не

металлические;

- компенсация механических воздействий на головку решена частично и только в области низких частот 50-100 герц с помощью электрического фильтра в усилителе.

Технический результат изобретения заключается в создании помехозащищенной головки стетоскопа простой конструкции, выполненной с возможностью разъёмного соединения с электронным интерфейсом стетоскопа для диагностической аускультации в основном при мониторинге легких и сердца у пациентов в активном состоянии - движении, например, у спортсменов, при наличии внешних помех, в том числе в транспорте или экстремальных условиях.

Основными источниками и типами (видами) помех являются:

- акустические шумы - внешние звуки, распространяющиеся через воздушную среду;
- механические воздействия - упругие звуковые колебания в плотных средах;
- электромагнитные излучения от работающей электронной и электрической аппаратуры.

Изобретение позволяет решить задачу устранения влияния перечисленных помех на результаты аускультации.

Технический результат достигается тем, что в головку электронного стетоскопа, включающую корпус и размещенные в нем первую мембрану, усилитель, первый и второй пьезоэлектрические чувствительные элементы, соединенные выводами соответственно с первым и вторым входами усилителя, введена вторая мембрана, первый и второй пьезоэлектрические чувствительные элементы соединены с усилителем синфазно и закреплены соответственно на первой и второй мембранах, причем усилитель выполнен дифференциальным.

Головку целесообразно выполнить сборно-разборной конструкции.

Первую мембрану предпочтительно установить в корпусе с возможностью контакта ее поверхности с телом пациента.

Предпочтительно первую и вторую мембраны установить на расстоянии не более 2 мм друг от друга.

На второй мембране целесообразно закрепить демпфирующую пластину.

Целесообразно корпус выполнить из металла с массой не более 15 граммов.

Первую и вторую мембраны предпочтительно выполнить толщиной не более 0,1 мм из упругого коррозионно-стойкого металла, в том числе из нержавеющей стали, с углублением, имеющим плоское дно для установки соответственно первого и второго пьезоэлектрических чувствительных элементов.

Первый и второй чувствительные элементы предпочтительно выполнить в форме диска толщиной не более 0,5 мм с возможностью крепления к указанным мембранам клеевым соединением.

Предпочтительно первую и вторую мембраны выполнить с возможностью сборно-разборной фиксации в корпусе накидной гайкой в форме кольца.

Целесообразно демпфирующую пластину выполнить из полиуретана.

В дифференциальном усилителе первый и второй входы целесообразно выполнить с высоким импедансом с возможностью подключения его выхода к записывающему устройству.

При проведении патентных исследований не обнаружены решения, идентичные заявленному, а следовательно, предложенное решение соответствует критерию "новизна". Сущность изобретения не следует явным образом из известных решений, следовательно, предложенное изобретение соответствует критерию "изобретательский уровень".

На чертеже изображен общий вид головки.

Головка выполнена автономной и имеет сборно-разборную конструкцию, содержащую корпус 1 из металла и размещенные в нем первую и вторую мембраны 2, 3, установленные на расстоянии не более 2 мм друг от друга, усилитель 4, выполненный дифференциальным, первый и второй пьезоэлектрические чувствительные элементы 5, 6, соединенные выводами соответственно с первым и вторым входами усилителя 4. Первый и второй пьезоэлектрические чувствительные элементы 5, 6 соединены с усилителем 4 синфазно и жестко установлены соответственно на первой и второй мембранах 2, 3.

Первая и вторая мембраны 2, 3 выполнены толщиной не более 0,1 мм из коррозионностойкого металла с упругими свойствами, в том числе из нержавеющей стали, с углублением, имеющим глубину (h) не более 1,0 мм и плоское дно для установки соответственно первого и второго пьезоэлектрических чувствительных элементов 5, 6. Указанные мембраны 2, 3 разделены между собой по периметру внешнего диаметра (D) кольцом 7 и зафиксированы в корпусе 1 накидной гайкой 8.

Первая мембрана 2 установлена в корпусе 1 с возможностью контакта ее поверхности с телом пациента аналогично установке мембраны в головке акустического стетоскопа. На внутренней поверхности первой мембраны 2 жестко закреплен клеевым соединением первый пьезоэлектрический чувствительный элемент 5.

На второй мембране 3 с внешней стороны закреплена (например, приклеена) демпфирующая пластина 9, в частности, из полиуретана. Вторая мембрана 3 установлена внутри корпуса 1 на минимальном расстоянии от первой мембраны 2 и отделена от нее кольцом 7 и на ней также как на первой мембране 2 закреплен второй пьезоэлектрический чувствительный элемент 6. При этом вторая мембрана 3 с внешней стороны закрыта демпфирующей пластиной 9 для придания ей механических свойств (упругости, резонанса и т.п.), близких к свойствам первой мембраны 2, имеющей возможность контакта с телом пациента.

На краю второй мембраны 3 выполнено отверстие диаметром 0,25 мм для провода от первого пьезоэлектрического чувствительного элемента 5 на усилитель 4.

Указанные мембраны 2, 3 выполнены с возможностью сборно-разборной фиксации в корпусе 1 накидной гайкой 9 кольцевой формы.

Первый и второй пьезоэлектрические чувствительные элементы 5, 6 выполнены в форме диска толщиной не более 0,5 мм и диаметром (d) не более 0,75 диаметра (D) соответственно первой и второй мембран 2, 3 и прикреплены к указанным мембранам 2, 3 клеевым соединением.

Таким образом, первый и второй пьезоэлектрические чувствительные элементы 5, 6 установлены соответственно на первой и второй мембранах 2, 3, выполненных из упругого металла, с образованием электромеханического преобразования механических упругих колебаний в электрический сигнал.

Корпус 1 выполнен из легкого металла (например, дюралю) для обеспечения его массы не более 15 граммов аналогично по форме и размерам головок традиционных акустических стетоскопов.

В усилителе 4 первый и второй входы целесообразно выполнить с высоким импедансом с возможностью подключения выхода к записывающему устройству. Дифференциальный усилитель 4 размещен в корпусе 1 с возможностью электрического соединения проводами 10, 11 (показаны пунктирными линиями) с чувствительными элементами 5, 6 и линейным выходом по кабелю 12 с возможностью

электрического подключения устройства записи или интерфейса электронного стетоскопа (на чертеже не показаны).

Усилитель 4 может быть выполнен, например, на операционном усилителе с полевыми транзисторами. В корпусе 1 имеется отверстие для прохода электрического кабеля 12 для подключения головки к электронному интерфейсу или к записывающему устройству. Целесообразно для универсального использования головку соединять с электронным преобразователем известного интерфейса (заявка на изобретение РФ №2008144327 "Электронно-акустический интерфейс для стетоскопа"), который имеет выходы с возможностью подключения записывающего устройства, наушников или акустической гарнитуры.

Конструкция головки электронного стетоскопа выполнена с возможностью разборки в случае замены элементов.

Предлагаемая головка электронного стетоскопа работает следующим образом. Целесообразно в варианте активного мониторинга головку устанавливать на теле пациента с помощью фиксатора (патент РФ на полезную модель №64495 "Фиксатор датчика и каркас для его осуществления"). Первая мембрана 2 с первым ПЧЭ 5 при контакте ее поверхности (через указанный фиксатор) с телом пациента принимает упругие колебания - полезный сигнал аускультации с тела пациента и все виды помех, проникающих через корпус 1 головки, а вторая мембрана 3 с ПЧЭ 6 принимают синхронно и синфазно с первой мембраной 2 только помехи. Механические упругие колебания преобразуются первым и вторым пьезоэлектрическими чувствительными элементами 5, 6 в электрические синфазные сигналы, которые передаются по проводам 10, 11 на разные входы дифференциального усилителя 4. Усилитель 4 компенсирует (вычитает) одинаковые сигналы с ПЧЭ-помехи и усиливает (выделяет) в данном случае полезный сигнал аускультации, который передается по кабелю 12 для дальнейшего использования при записи звука или обработке при применении звуковой гарнитуры.

Головка применяется для совместной работы с интерфейсом электронного стетоскопа или с звукозаписывающим устройством. Не требует настройки и регулировки. При этом головка не имеет недостатков перечисленных выше аналога и прототипа.

Преимущества изобретения по сравнению с аналогами и прототипом в том, что головка конструктивно выполнена простой, легкой с возможностью замены установленных элементов и имеет хорошую защиту от помех:

- от акустического шума - за счет применения электромеханических преобразователей и использования принципа компенсации синфазных сигналов дифференциальным усилителем;

- от механических воздействий - за счет применения двух отдельных мембран с ПЧЭ, первые из них принимают полезный сигнал аускультации с тела пациента и все виды помех, проникающих через корпус головки, а вторые принимают синхронно и синфазно с первыми только помехи. После вычитания сигналов с ПЧЭ дифференциальным усилителем на выходе усилителя получаем полезный сигнал, практически не содержащий помех;

- от электромагнитных излучений - за счет применения металлических корпуса и мембран, а также за счет расположения дифференциального усилителя внутри корпуса.

Головка прошла натурные испытания, подтвердившие эффективность ее применения. Затраты на изготовление головки соизмеримы со стоимостью традиционного акустического стетоскопа. Универсальность применения головки

обеспечена простотой ее разборной конструкции, что позволяет модифицировать составные части головки независимо друг от друга.

#### Формула изобретения

- 5 1. Головка электронного стетоскопа, включающая корпус и размещенные в нем первую мембрану, усилитель, первый и второй пьезоэлектрические чувствительные  
элементы, соединенные соответственно с первым и вторым входами усилителя,  
отличающаяся тем, что введена вторая мембрана, первый и второй  
10 пьезоэлектрические чувствительные элементы соединены с усилителем синфазно и  
закреплены соответственно на первой и второй мембранах, причем усилитель  
выполнен дифференциальным.
2. Головка по п.1, отличающаяся тем, что она имеет сборно-разборную  
15 конструкцию.
3. Головка по п.1, отличающаяся тем, что первая мембрана установлена в корпусе с  
возможностью контакта ее поверхности с телом пациента.
4. Головка по п.1, отличающаяся тем, что первая и вторая мембраны установлены  
на расстоянии не более 2 мм друг от друга.
- 20 5. Головка по п.1, отличающаяся тем, что на второй мембране закреплена  
демпфирующая пластина.
6. Головка по п.1, отличающаяся тем, что корпус выполнен из металла и имеет  
массу не более 15 г.
7. Головка по п.1, отличающаяся тем, что первая и вторая мембраны выполнены  
25 толщиной не более 0,1 мм из упругого коррозионно-стойкого металла, в том числе из  
нержавеющей стали, с углублением, имеющим плоское дно для установки  
соответственно первого и второго пьезоэлектрических чувствительных элементов.
8. Головка по п.7, отличающаяся тем, что первый и второй пьезоэлектрические  
30 чувствительные элементы выполнены в форме диска толщиной не более 0,5 мм с  
возможностью крепления к указанным мембранам клеевым соединением.
9. Головка по п.1, отличающаяся тем, что первая и вторая мембраны выполнены с  
возможностью сборно-разборной фиксации в корпусе головки накидной гайкой в  
форме кольца.
- 35 10. Головка по п.1, отличающаяся тем, что демпфирующая пластина выполнена из  
полиуретана.
11. Головка по п.1, отличающаяся тем, что в дифференциальном усилителе первый и  
второй входы выполнены с высоким импедансом с возможностью подключения его  
40 выхода к записывающему устройству.

45

50



