



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A61B 8/08 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2022102117, 31.01.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.01.2022

Дата регистрации:
22.06.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.01.2022

(45) Опубликовано: 22.06.2022 Бюл. № 18

Адрес для переписки:

119333, Москва, ул. Вавилова, 44, корп. 2,
Федеральное государственное учреждение
"Федеральный исследовательский центр
"Информатика и управление" Российской
академии наук (ФИЦ ИУ РАН)

(72) Автор(ы):

Леонов Денис Владимирович (RU),
Кульберг Николай Сергеевич (RU),
Яковлева Татьяна Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное учреждение
"Федеральный исследовательский центр
"Информатика и управление" Российской
академии наук (ФИЦ ИУ РАН) (RU)

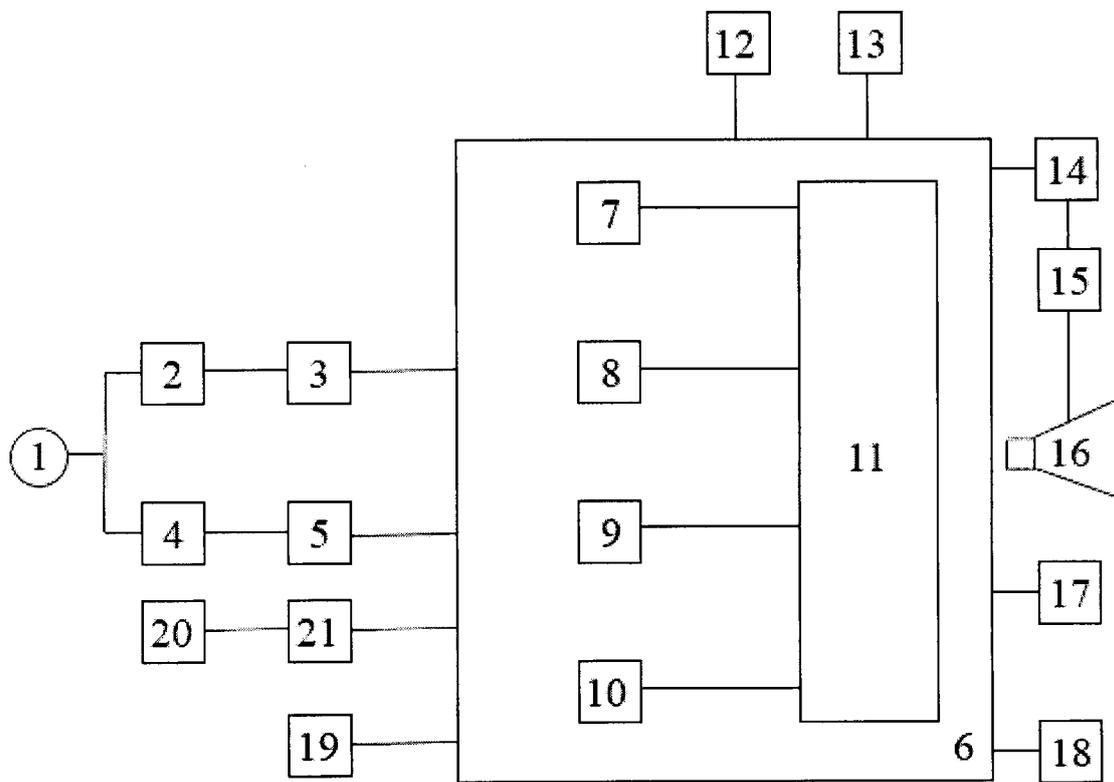
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 20150327839 A1, 19.11.2015. RU
2647146 C2, 14.03.2018. CN 112135566 A,
25.12.2020. US 9599576 B1, 21.03.2017.

(54) УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТВЕРДЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

(57) Реферат:

Техническое решение относится к области медицинского приборостроения, в частности к устройствам ультразвуковой эхолокации внутренних органов, и может быть использовано в медицинской диагностике для регулярного самоконтроля пациентов с подозрениями на мочекаменную болезнь и для поиска кальцинатов в мягких тканях. Диагностический режим, предназначенный для обнаружения твердых включений при ультразвуковом доплеровском исследовании, действующий на основании способа выявления твердых включений при акустической визуализации (патент RU 2665223) и описанный в статье «Диагностический режим обнаружения кальцинатов и конкрементов при ультразвуковом исследовании» Кульберга Н.С. и соавторов (РАДИОЛОГИЯ - ПРАКТИКА, 2018, №1 (67), с. 37-49), является наиболее близким к тому режиму диагностики, который реализуется заявляемым устройством. Недостатком данного технического решения является то, что в случае

самоконтроля не предусмотрена непосредственная связь между устройством и лечащим врачом или медицинским учреждением. Заявляемое устройство обеспечивает возможность диагностики твердых включений при амбулаторном осмотре, в том числе без непосредственного участия медицинского персонала, и передачи результатов диагностики в лечебное учреждение. Данный технический результат обеспечивается включением в состав устройства антенны. Использование предложенного технического решения позволяет сообщать врачу об обнаружении твердых включений, которыми могут быть, например, камни, образующиеся в почках и мочевых протоках, микрокальцинаты в молочной железе и других мягких тканях, другие объекты, по плотности отличающиеся от окружающих тканей, обнаружение которых может свидетельствовать о заболевании.



Фиг. 1

RU 211777 U1

RU 211777 U1

Полезная модель относится к области медицинского приборостроения, в частности к устройствам ультразвуковой эхолокации внутренних органов, и может быть использована в медицинской диагностике как при обследовании врачом, так и для регулярного самоконтроля пациентов с подозрениями на мочекаменную болезнь, а также для поиска кальцинатов в мягких тканях.

Из уровня техники известно ультразвуковое устройство [1] для обнаружения твердых включений (ТВ). Под ТВ могут пониматься, например, микрокальцинаты, кальцинаты, камни, возникающие при нефро-, уретролитолизе и др. заболеваниях, связанных с отложением солей, пузырьки, стенты, титановые скрепки и пр. Устройство [1] содержит одноэлементный ультразвуковой (УЗ) датчик, аналого-цифровой преобразователь, средство передачи данных в блок обработки, блок обработки, состоящий из оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) и процессора, и систему обмена информацией с пользователем. Недостатком данного технического решения является то, что диагностика осуществляется лишь на основе информации об амплитуде отраженного сигнала. Точность такого метода невелика, поскольку по амплитуде сигнал от ТВ не всегда может быть отличим от сигнала от тканей [2]. Амплитуда сигнала не связана с физическими особенностями взаимодействия ультразвуковых полей с ТВ [3].

Диагностический режим, предназначенный для обнаружения твердых включений при ультразвуковом доплеровском исследовании, действующий на основании способа выявления твердых включений при акустической визуализации [4] и описанный в статье [5], является наиболее близким к тому режиму диагностики, который реализуется заявляемым устройством. Недостатками режима, описанного в [5], являются дороговизна, трудность изготовления, трудности интерпретации результатов и высокие требования к квалификации работающего с устройством медицинского персонала. В отличие от режима, описанного в [5], режим диагностики, в котором используется предлагаемая полезная модель, характеризуется как узкой специализацией, а именно заявляемая полезная модель предназначена только для обнаружения ТВ, так и возможностью осуществления непосредственно связи с лечащим врачом или медицинским учреждением в случае самоконтроля устройства пациентом или консультационной связи лечащего врача с более опытным специалистом. За счет узкой специализации достигается дешевизна, легкость изготовления и применения. Возможность осуществления непосредственной связи делает диагностику надежнее и быстрее, чем при опосредованной связи.

Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является обеспечение передачи результатов диагностики в лечебное учреждение в режиме on-line, что невозможно при использовании диагностического режима, описанного в [5], являющегося прототипом заявляемой полезной модели.

Решение задачи достигается тем, что предлагаемое устройство дополнительно содержит антенну и модуль радиопередачи, способный передавать в медицинское учреждение или непосредственно лечащему врачу информацию о результатах обследования по сетям сотовой связи для последующего анализа и принятия решения. Для передачи данных также могут использоваться модули Bluetooth и Wi-Fi.

Техническим результатом, обеспечиваемым приведенной совокупностью признаков, является повышение удобства использования устройства с одновременным ускорением и повышением надежности передачи информации врачу за счет снабжения устройства средством дистанционной передачи диагностических данных.

На Фиг. 1 представлена блок-схема предлагаемого технического решения. Устройство

состоит из ультразвукового датчика 1, выходного усилителя мощности 2, формирователя зондирующего сигнала 3, входного усилителя мощности 4, аналого-цифрового преобразователя 5, цифрового процессора 6, блока расчета амплитуды сигнала 7, блока расчета мощности 8, блока расчета абсолютной величины попарной корреляции 9, блок расчета абсолютной величины корреляции действительной и мнимой частей сигнала 10, устройства сравнения с порогом и принятия решения 11, устройства ввода данных 12, экрана 13, цифроаналогового преобразователя 14, усилителя звукового сигнала 15, громкоговорителя 16, цветового индикатора 17, источника питания 18 и источника низкочастотного акустического сигнала 19, антенны 20, модуля радиопередачи по сетям сотовой связи 21.

Все элементы связаны между собой следующим образом. Ультразвуковой датчик 1 через выходной усилитель мощности 2 соединен с формирователем зондирующего сигнала 3 и через входной усилитель мощности 4 и аналого-цифровой преобразователь 5 соединен с цифровым процессором 6. В состав цифрового процессора 6 входят блок расчета амплитуды сигнала 7, блок расчета мощности 8, блок расчета абсолютной величины попарной корреляции 9, блок расчета абсолютной величины корреляции действительной и мнимой частей сигнала 10. Рассчитанные данные с этих блоков поступают на вход устройства сравнения с порогом и принятия решения 11. Устройство содержит источник питания 18, который может быть выполнен в виде встроенного аккумулятора для обеспечения устройства автономным электропитанием или в виде адаптера питания, преобразующего напряжение доступных источников, например, напряжение домашней сети, в постоянное напряжение необходимой для работы устройства величины. Громкоговоритель 16 соединен с цифроаналоговым преобразователем 14 через усилитель звукового сигнала 15. Цветовой индикатор 17 управляется цифровым процессором 6. Источник низкочастотного акустического сигнала 19 соединен с цифровым процессором 6. Антенна 20 соединена с цифровым процессором 6 через модуль радиопередачи 21.

Работает устройство следующим образом. Для поиска ТВ ультразвуковым датчиком 1 испускается зондирующий сигнал в предположительное место нахождения ТВ. При обнаружении такого объекта громкоговоритель 16 издает звуковой сигнал, загорается цветовой индикатор 17. При этом с помощью модуля радиопередачи по каналу сотовой связи 21 и антенны 20 лечащему врачу сообщается факт обнаружения ТВ и глубина ее расположения. Эта информация также может быть передана при помощи модулей Wi-Fi и Bluetooth на компьютер в медицинском учреждении для оценки динамики протекания заболевания.

Зондирующий сигнал представляет собой пачку импульсов, формируемых в блоке 3 и усиливаемых усилителем 2. При этом импульсы характеризуются несущей частотой f_0 (порядка 1-10 МГц), а также частотой повторения PRF, определяемой максимальной глубиной зондирования. Так, при зондировании на глубине до 6 см частота повторения импульсов не должна превышать 12,8 кГц.

Ультразвуковой датчик на основе прямого и обратного пьезоэффектов преобразует электрический сигнал в ультразвуковой импульс и наоборот.

Принятый датчиком эхо-сигнал поступает на входной усилитель мощности 4, который выполняет усиление сигнала на несущей частоте f_0 в полосе частот, согласованной с длительностью каждого зондирующего импульса.

После усиления, выполняемого с помощью входного усилителя мощности 4, аналого-цифровой преобразователь 5 производит преобразование сигнала из аналоговой в

цифровую форму с частотой дискретизации f_s , как минимум вдвое превышающей ширину спектра оцифровываемого сигнала.

Дальнейшая обработка происходит в цифровом процессоре 6. В нем производится согласованная фильтрация. Далее сигнал подвергается преобразованию Гильберта, 5 умножается на комплексную экспоненту на частоте f_0 . Полученный аналитический сигнал разветвляется: по одной ветви сигнал поступает в блок 7, где рассчитываются его амплитуда, другая ветвь ведет сигнал через фильтр высоких частот в блоки 8-10, где рассчитываются мощность, абсолютные величины попарной корреляции и корреляции действительной и мнимой частей сигнала, соответственно. В устройстве 10 сравнения с порогом и принятия решения 11 рассчитанные значения блоков 7-10 сравниваются с пороговыми значениями и принимается решение об обнаружении или отсутствии сигнала ТВ. В случае обнаружения подается звуковой сигнал громкоговорителя 16 и цветовой сигнал индикатора 17.

Цифровой процессор 6 обеспечивает решение следующих основных задач: цифровую 15 обработку сигналов и анализ результатов измерений; формирование результатов обработки измерений на экране, формирование информационных сообщений по результатам обработки и интерпретации измерений; реализация интерактивного графического интерфейса пользователя.

Цифровая обработка ультразвукового сигнала сводится к выполнению следующих 20 операций: расчет преобразования Гильберта, умножение на комплексную экспоненту, расчет амплитуды, высокочастотная фильтрация, расчет мощности и абсолютных величин коэффициентов попарной корреляции элементов ансамбля и корреляции действительной и мнимой частей сигнала, сравнение с пороговыми значениями и 25 принятие решения.

На экране 13 выводится глубина расположения обнаруженной ТВ.

Для увеличения вероятности обнаружения ТВ к телу пациента прикладывается источник низкочастотного акустического сигнала 19 на частоте f_r (порядка 100-2000 Гц). Этот источник вызывает колебания ТВ относительно окружающих тканей.

Наличие средства дистанционной передачи данных от устройства обнаружения ТВ 30 в медицинское учреждение или непосредственно лечащему врачу позволяет улучшить диагностику, т.к. исследования могут проводиться регулярно, в том числе самим пациентом, вне зависимости от ситуации врач остается в курсе протекания заболевания.

Применение предлагаемого устройства позволит проводить диагностику ТВ при 35 амбулаторном осмотре, а также удаленно, в том числе без участия медицинского персонала. Некоторые примеры применения:

- диагностика молочных желез пациентками в домашних условиях, т.е. применение устройства поможет заранее принять меры по предотвращению развития онкологического заболевания;

40 - диагностика почечных камней у ранее не болевшего мочекаменной болезнью человека при первом подозрении на заболевание;

- диагностика новых почечных камней пациентом, прошедшему через процедуру удаления камней, т.е. оценка динамики развития мочекаменной болезни;

- диагностика почечных камней при медикаментозном лечении мочекаменной болезни, 45 т.е. оценить динамику лечения мочекаменной болезни.

Во всех примерах и некоторых др. случаях у человека появится возможность вовремя проинформировать врача и принять меры по контролю течения болезни.

Источники информации

1. United States Patent №2014/0039311 A1. 2014. System for Classification Palpable Soft Tissue Masses Using A-mode Echographs. Dewey R., Purfey K., Jacobsen K.

2. Громов А.И., Кубова С.Ю. Ультразвуковые артефакты. М.: Видар, 2007, с. 41-55.

3. Леонов Д.В., Кульберг Н.С., Громов А.И., Морозов С.П., Ким С.Ю. Исследование причин возникновения мерцающего артефакта в доплеровских режимах ультразвукового медицинского диагностического устройства // Акустический журнал. 2018. №1. Т. 64. С. 100-111. DOI: 10.7868/S0320791918010124.

4. Патент RU 2665223. Способ выявления аномалий физической плотности при акустической визуализации. Леонов Д.В., Кульберг Н.С., Фин В.А., Громов А.И.

5. Кульберг Н.С., Громов А.И., Леонов, Д.В., Осипов Л.В., Усанов М.С., Морозов С.П. Диагностический режим обнаружения кальцинатов и конкрементов при ультразвуковом исследовании // РАДИОЛОГИЯ - ПРАКТИКА, 2018, №1 (67), с. 37-49.

(57) Формула полезной модели

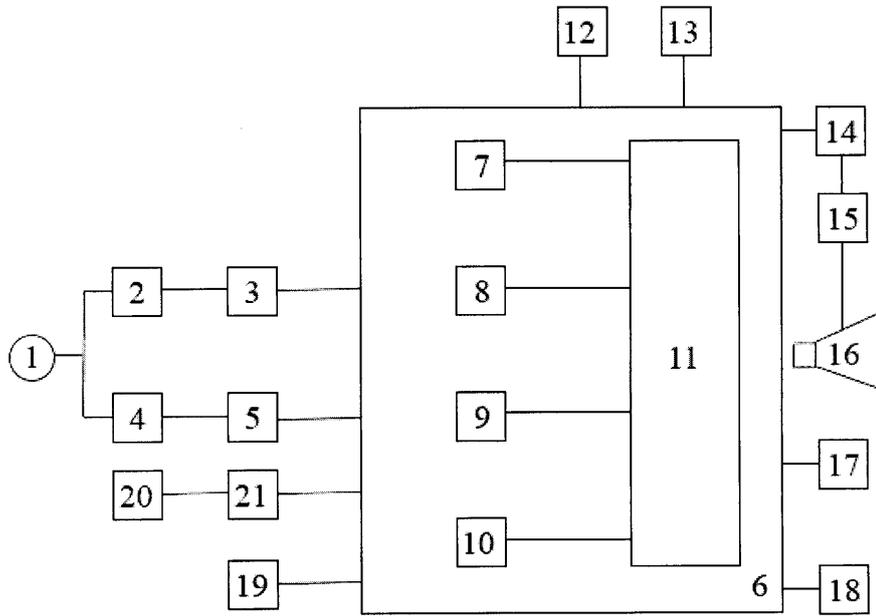
Ультразвуковое устройство для диагностики твердых включений, содержащее ультразвуковой датчик, последовательно соединенный через выходной усилитель мощности с формирователем зондирующего сигнала и через входной усилитель мощности и аналого-цифровой преобразователь с цифровым процессором, соединенным с экраном и устройством ввода данных, причем блок цифровой обработки содержит блоки расчета амплитуды, мощности, абсолютных величин попарной корреляции и корреляции действительной и мнимой частей сигнала, а также устройство сравнения с пороговым и принятия решения об обнаружении сигнала, цифроаналоговый преобразователь, усилитель звукового сигнала, громкоговоритель, цветовой индикатор, источник питания, источник низкочастотного акустического сигнала, отличающееся тем, что оно содержит антенну и модуль радиопередачи, способный передавать информацию о результатах обследования по сетям сотовой связи.

30

35

40

45



Фиг. 1