

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **030812**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2018.10.31

(51) Int. Cl. *G06F 13/38* (2006.01)

(21) Номер заявки
201170910

(22) Дата подачи заявки
2009.12.10

(54) СПОСОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ПОДКЛЮЧЕНО ЛИ ПЕРИФЕРИЙНОЕ УСТРОЙСТВО К МЕДИЦИНСКОМУ УСТРОЙСТВУ, И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПАЦИЕНТУ ИНДИКАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА

(31) 12/347,297; 12/504,306

(32) 2008.12.31; 2009.07.16

(33) US

(43) 2012.02.28

(86) PCT/US2009/067454

(87) WO 2010/077762 2010.07.08

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ФРЕЗЕНИУС МЕДИКАЛ КЕА
ХОЛДИНГС, ИНК. (US)**

(56) "Universal Serial Bus Specification 2.0 (Chapters 1, 2, 9, 10)", UNIVERSAL SERIAL BUS SPECIFICATION, XX, XX, 27 April 2000 (2000-04-27), XP002317002, section 9.1.1.2, section 9.4.5

WO-A2-2006116480

US-A1-2003172318

JP-A-2006266951

US-A1-2004113498

(72) Изобретатель:
Левин Роланд (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) В изобретении способ включает в себя определение, подключено ли периферийное устройство с универсальной последовательной шиной (USB) к устройству контроля USB, которое подключено к медицинскому устройству и получает питание от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом. Способ также включает в себя определение, получает ли периферийное устройство с USB питание от медицинского устройства, если периферийное устройство с USB определяется как подключенное к устройству контроля USB.

B1

030812

030812

B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

По заявке испрашивается приоритет заявки US 12/504306 от 16 июля 2009 г., которая является частичным продолжением заявки US 12/347297 по ст. 35 U.S.C. § 120, от 31 декабря 2008 г., которая включается в этот документ путем отсылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в целом относится к идентификации устройства с автономным питанием, подключенного к медицинскому устройству.

Предшествующий уровень техники

Медицинские устройства традиционно спроектированы имеющими крайне слабый ток утечки, чтобы предотвратить или ограничить угрозы безопасности для пациентов.

Сущность изобретения

В одном аспекте изобретения способ включает в себя определение, подключено ли периферийное устройство с универсальной последовательной шиной (USB) к устройству контроля USB, которое подключено к медицинскому устройству и получает питание от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом. Способ также включает в себя определение, получает ли периферийное устройство с USB питание от медицинского устройства, если периферийное устройство с USB определяется как подключенное к устройству контроля USB.

В другом аспекте изобретения устройство контроля универсальной последовательной шины включает в себя запоминающее устройство, которое конфигурируется для хранения команд для исполнения. Одно или более устройств обработки сконфигурированы для исполнения команд, которые побуждают одно или более устройств обработки определять, подключено ли периферийное устройство с USB к устройству контроля USB. Устройство контроля USB сконфигурировано для подключения к медицинскому устройству и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом. Если периферийное устройство с USB определяется как подключенное к устройству контроля USB, то устройство контроля USB определяет, получает ли периферийное устройство с USB питание от медицинского устройства.

В дополнительном аспекте изобретения один или более машиночитаемых носителей хранят исполняемые команды, включая материальные носители. Команды инструктируют одно или более устройств обработки определять, подключено ли периферийное устройство с универсальной последовательной шиной к устройству контроля USB, которое включает в себя одно или более устройств обработки. Устройство контроля USB сконфигурировано для подключения к медицинскому устройству и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом. Если периферийное устройство с USB определяется как подключенное к устройству контроля USB, то устройство контроля USB определяет, получает ли периферийное устройство с USB питание от медицинского устройства.

В дополнительном аспекте изобретения способ включает в себя определение, что периферийное устройство с универсальной последовательной шиной, подключенное к устройству контроля USB, не получает питание от медицинского устройства. Устройство контроля USB сконфигурировано для подключения к медицинскому устройству и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования пациентом в медицинской процедуре. Сигнал тревоги активируется в ответ на определение того, что периферийное устройство с USB не получает питание от медицинского устройства.

В другом аспекте изобретения устройство контроля универсальной последовательной шины включает в себя запоминающее устройство, которое сконфигурировано для хранения команд для исполнения, и одно или более устройств обработки, которые сконфигурированы для выполнения команд. Команды инструктируют одно или более устройств обработки определять, что периферийное устройство с USB, подключенное к устройству контроля USB, не получает питание от медицинского устройства. Устройство контроля USB сконфигурировано для подключения к медицинскому устройству и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования пациентом в медицинской процедуре. Сигнал тревоги активируется в ответ на определение, что периферийное устройство с USB не получает питание от медицинского устройства.

В дополнительном аспекте изобретения способ включает в себя контроль первой линии передачи данных универсальной последовательной шины и второй линии передачи данных USB в устройстве контроля USB. Устройство контроля USB сконфигурировано для подключения к медицинскому устройству и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования пациентом в медицинской процедуре. Если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи данных USB переходит в состояние с высоким напряжением, то контролируется выход схемы регистрации тока. Выход указывает, получается ли питание от медицинского устройства периферийным устройством с USB, подключенным к устройству контроля USB.

В дополнительном аспекте изобретения устройство контроля универсальной последовательной шины включает в себя схему регистрирования тока, запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения команд для исполнения, и одно или более устройств обработки, сконфигурированных для выполнения команд. Команды инструктируют одно или более устройств обработки контролировать первую линию передачи данных USB и вторую линию передачи данных USB в устройстве контроля USB, сконфигурированном для подключения к медицинскому устройству и сконфигурированном для получения питания от медицинского устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования пациентом в медицинской процедуре. Если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи данных USB переходит в состояние с высоким напряжением, то контролируется выход схемы регистрирования тока. Выход указывает, получается ли питание от медицинского устройства периферийным устройством с USB, подключенным к устройству контроля USB.

В другом аспекте изобретения устройство контроля универсальной последовательной шины включает в себя запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения команд для исполнения, порты USB, сконфигурированные для вмещения соответствующих соединителей USB у соответствующих периферийных устройств с USB, чтобы подключить соответствующие периферийные устройства с USB к устройству контроля USB, и схемы регистрирования тока, соединенные соответственно с портами USB. Схемы регистрирования тока имеют соответствующие выходы. Устройство контроля USB также включает в себя схему концентратора USB, соединенную со схемами регистрирования тока. Схема концентратора USB конфигурируется для предоставления питания от медицинского устройства к соответствующим периферийным устройствам с USB и для предоставления сигнальных соединений между периферийными устройствами с USB и медицинским устройством. Устройство контроля USB сконфигурировано для подключения к медицинскому устройству и сконфигурировано для получения питания от устройства. Медицинское устройство сконфигурировано для использования пациентом в медицинской процедуре. Одно или более устройств обработки сконфигурированы для выполнения команд, которые инструктируют одно или более устройств обработки определять, подключается ли одно или более периферийных устройств с USB к устройству контроля USB в любом из портов USB. Если одно или более периферийных устройств с USB определяются как подключенные к устройству контроля USB, то устройство контроля USB определяет, получает ли какое-нибудь из одного или более периферийных устройств с USB питание от медицинского устройства путем контроля соответствующих выходов схем регистрирования тока.

Варианты реализации могут включать в себя один или более из следующих признаков.

В некоторых вариантах активируется сигнал тревоги, если периферийное устройство с USB определяется, как не получающее питание от медицинского устройства.

В некоторых вариантах реализации активация сигнала тревоги включает в себя по меньшей мере одно из отображения светового сигнала на устройстве контроля USB или инициирование звукового сигнала тревоги на устройстве контроля USB.

В некоторых вариантах реализации активация сигнала тревоги включает в себя инициирование звукового сигнала тревоги на медицинском устройстве или отображение предупреждающего сообщения в пользовательском интерфейсе, включенном в медицинское устройство.

В некоторых вариантах реализации, если периферийное устройство с USB определяется, как не получающее питание от медицинского устройства, то периферийное устройство с USB электрически изолируется от медицинского устройства и пациента.

В некоторых вариантах реализации электрическая изоляция периферийного устройства с USB от медицинского устройства и пациента включает в себя отключение одной или более сигнальных линий, подключенных к порту USB устройства контроля USB. Порт USB сконфигурирован для вмещения в себя соединителя USB у периферийного устройства с USB.

В некоторых вариантах реализации одна или более сигнальных линий включают в себя первую линию передачи данных USB, вторую линию передачи данных USB, линию питания USB и линию заземления USB.

В некоторых вариантах реализации медицинское устройство включает в себя главное устройство USB, способное к предоставлению питания устройству контроля USB и периферийному устройству с USB. Устройство контроля USB включает в себя первый соединитель USB, а периферийное устройство с USB включает в себя второй соединитель USB. Главное устройство USB включает в себя первый порт USB для вмещения первого соединителя USB. Устройство контроля USB включает в себя второй порт USB для вмещения второго соединителя USB, чтобы периферийное устройство с USB можно было подключить к устройству контроля USB.

В некоторых вариантах реализации устройство контроля USB включает в себя первый порт USB для вмещения первого соединителя USB у периферийного устройства с USB, второй порт USB для вмещения второго соединителя USB у второго периферийного устройства с USB, и схему концентратора USB, сконфигурированную для приема питания от медицинского устройства и распределения питания первому периферийному устройству с USB и второму периферийному устройству с USB.

В некоторых вариантах реализации устройство контроля USB включает в себя первую схему реги-

стрирования тока, подключенную между первым портом USB и схемой концентратора USB, и вторую схему регистрирования тока, подключенную между вторым портом USB и схемой концентратора USB.

В некоторых вариантах реализации устройство контроля USB включает в себя одно или более устройств обработки.

В некоторых вариантах реализации определение того, подключено ли периферийное устройство с USB к устройству контроля USB, включает в себя контроль первой линии передачи данных USB и второй линии передачи данных USB с использованием одного или более устройств обработки. Если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи данных USB переходит в состояние с высоким напряжением, то устройство контроля USB определяет то, что периферийное устройство с USB подключается к устройству контроля USB.

В некоторых вариантах реализации определение того, подключено ли периферийное устройство с USB к устройству контроля USB, включает в себя инициирование прерывания одного или более устройств обработки, если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи данных USB переходит в состояние с высоким напряжением.

В некоторых вариантах реализации определение того, подключено ли периферийное устройство с USB к устройству контроля USB, включает в себя опрос первой линии передачи данных USB и второй линии передачи данных USB с использованием одного или более устройств обработки, чтобы подтвердить, что периферийное устройство с USB подключается к устройству контроля USB.

В некоторых вариантах реализации определение того, что периферийное устройство с USB получает питание от медицинского устройства, включает в себя контроль выхода схемы регистрирования тока с использованием одного или более устройств обработки. Устройство контроля USB включает в себя схему регистрирования тока. Если выход находится в состоянии с низким напряжением, то устройство контроля USB определяет, что периферийное устройство с USB не получает питание от медицинского устройства.

В некоторых вариантах реализации схема регистрирования тока включает в себя операционный усилитель, включающий положительный вход, отрицательный вход и выход схемы регистрирования тока. Схема регистрирования тока также включает в себя первый резистор, подключенный между источником питания и положительным входом, и второй резистор, подключенный между заземлением сигнала и положительным входом. Первый и второй резисторы образуют делитель напряжения между источником питания и заземлением сигнала. Схема регистрирования тока также включает в себя третий резистор, подключенный между источником питания и отрицательным входом.

В некоторых вариантах реализации источник питания включает в себя источник питания устройства контроля USB, а заземление сигнала включает в себя заземление сигнала устройства контроля USB.

В некоторых вариантах реализации источник питания устройства контроля USB включает в себя источник питания медицинского устройства или источник питания, который получает питание от источника питания медицинского устройства.

В некоторых вариантах реализации выход находится в состоянии с низким напряжением, когда первое напряжение на положительном входе меньше второго напряжения на отрицательном входе.

В некоторых вариантах реализации медицинская процедура включает в себя гемодиализ, а медицинское устройство включает в себя аппарат для гемодиализа.

В некоторых вариантах реализации медицинская процедура включает в себя экстракорпоральную медицинскую процедуру, во время которой у пациента забирается часть крови. Эта часть крови обрабатывается медицинским устройством, и, по меньшей мере, некоторое количество той части крови впоследствии возвращается пациенту.

В некоторых вариантах реализации медицинская процедура включает в себя перитонеальный диализ, а медицинское устройство включает в себя аппарат для перитонеального диализа.

В некоторых вариантах реализации команды дополнительно включают в себя команды, которые инструктируют одно или более устройств обработки активировать сигнал тревоги, если периферийное устройство с USB определяется как не получающее питание от медицинского устройства.

В некоторых вариантах реализации команды дополнительно включают в себя команды, которые побуждают одно или более устройств обработки электрически изолировать периферийное устройство с USB от медицинского устройства и пациента, если периферийное устройство с USB определяется как не получающее питание от медицинского устройства.

В некоторых вариантах реализации медицинское устройство включает в себя главное устройство USB, способное предоставлять питание периферийному устройству с USB. Периферийное устройство с USB включает в себя соединитель USB. Главное устройство USB включает в себя порт USB для вмещения соединителя USB, чтобы периферийное устройство с USB можно было подключить к медицинскому устройству. Главное устройство USB включает в себя запоминающее устройство и одно или более устройств обработки.

В некоторых вариантах реализации определение того, подключено ли периферийное устройство с USB к устройству контроля USB, включает в себя контроль первой линии передачи данных USB и второй линии передачи данных USB. Если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB

или второй линии передачи данных USB переходит в состояние с высоким напряжением, то устройство контроля USB определяет, что периферийное устройство с USB подключается к устройству контроля USB.

В некоторых вариантах реализации устройство контроля USB включает в себя схему регистрирования тока. Определение того, получает ли периферийное устройство с USB питание от медицинского устройства, включает в себя контроль выхода схемы регистрирования тока. Если выход находится в состоянии с низким напряжением, то устройство контроля USB определяет, что периферийное устройство с USB не получает питание от медицинского устройства.

В некоторых вариантах реализации, если выход указывает, что питание от медицинского устройства не получено периферийным устройством с USB, то выполняется по меньшей мере одно из электрического изолирования периферийного устройства с USB от медицинского устройства и пациента или активации сигнала тревоги.

Вышеупомянутые способы могут быть реализованы в виде устройства или системы, которая включает в себя одно или более устройств обработки и запоминающих устройств, для хранения исполняемых команд для реализации способов.

Краткое описание чертежей

Описание примеров выполнения излагается со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг. 1А изображает схему, показывающую пример лечебной среды, которая включает в себя медицинское устройство;

фиг. 1В изображает схему, показывающую пример лечебной среды, которая включает в себя аппарат для гемодиализа;

фиг. 2 изображает блок-схему части медицинского устройства;

фиг. 3 изображает схемы регистрирования тока;

фиг. 4 изображает схему пользовательского интерфейса в медицинском устройстве;

фиг. 5-10 изображают блок-схемы последовательности операций способов;

фиг. 11 изображает схему, показывающую пример лечебной среды, которая включает в себя медицинское устройство и устройство контроля USB;

фиг. 12 изображает схему, показывающую устройство контроля USB, подключенного к медицинскому устройству;

фиг. 13 изображает блок-схему последовательности операций способа.

Описание вариантов воплощения изобретения

Устройства, которые получают питание, например, из настенной розетки, обычно должны включать в себя защиту от выбросов напряжения и от тока утечки. Устройство может включать в себя развязывающий трансформатор, например, чтобы обеспечить изоляцию, чтобы устройство изолировалось, например, от выброса напряжения в электрической розетке. Также устройство с развязывающим трансформатором может быть спроектировано для ограничения потенциала для тока утечки от источника питания и через развязывающий трансформатор в устройство; то есть, чтобы защитить пользователей устройства от трансформации части устройства в заземляющим контуре в случае повреждения в электрической цепи, возможно ограничить ток утечки устройства.

Источники питания, используемые в медицине, обычно требуют большей степени защиты от выбросов напряжения и тока утечки, чем источники питания, используемые не в медицине, и поэтому должны соответствовать очень строгим стандартам. Например, источник питания, используемый не в медицине (например, источник питания для переносного компьютера) может нуждаться только в изоляции, например, по меньшей мере от 2000 В, тогда как источник питания, используемый в медицине, может потребовать уровень изоляции напряжения, например, по меньшей мере 4000 В до пробоя.

Аналогичным образом медицинские устройства традиционно спроектированы на крайне слабый ток утечки (например, 5 мкА), чтобы предотвратить или ограничить угрозы безопасности для пациентов. Источникам питания, используемым не в медицине и медицинским устройствам, использующим эти источники питания, может быть не нужно соответствовать таким строгим стандартам.

Ток утечки - это серьезный вопрос безопасности в медицинских устройствах из-за угрозы для пациента. Как и в любом устройстве с электрической схемой, в медицинских устройствах могут возникать повреждения в электрической цепи, где, например, защитное заземление для медицинского устройства отключено или выходит из строя из-за неисправности или повреждения внутри устройства или, например, из-за ошибки пользователя. Повреждение в электрической цепи в медицинском устройстве обычно представляет гораздо большую угрозу безопасности, чем в немедицинском устройстве, потому что прямой контакт с пациентом гораздо вероятнее в медицинском устройстве, и такой пациент может быть заземлен и может представлять собой контур заземления для тока утечки. Если части электрической системы медицинского устройства прямо или косвенно контактируют, например, с сердечно-сосудистой системой пациента, то ток утечки может найти путь в землю через сердце пациента с потенциально смертельными последствиями для пациента.

Например, при гемодиализе (рассматриваемом более подробно ниже) часть крови пациента перемещается из тела пациента в одну сторону фильтра для диализа в аппарате для гемодиализа. С другой

стороны фильтра для диализа раствор, называемый диализатом, контактирует с механическими насосами в аппарате для гемодиализа. Если возникает повреждение в электрической цепи, относящееся к одному из механических насосов, то ток утечки из насоса мог бы найти путь в землю путем прохождения через диализат в кровь на другой стороне фильтра для диализа и обратно в сердечно-сосудистую систему (заземленного) пациента, и возможно через сердце пациента. Даже небольшая величина тока утечки может причинить вред или даже вызвать смерть пациента.

Таким образом, медицинские устройства, в частности устройства в непосредственном контакте с пациентом или, например, которые повреждают кожу пациента, спроектированы так, чтобы иметь очень слабый ток утечки и должны соответствовать установленным строгим стандартам.

Однако медицинские устройства имеют только такой слабый ток утечки, как устройство с наибольшим током утечки, подключенное к медицинскому устройству; то есть медицинское устройство может быть спроектировано имеющим очень слабый ток утечки, но если, например, сигнальные линии (например, линии данных или электропередачи) от другого устройства с большим возможным током утечки подключаются к устройству, то медицинское устройство теперь восприимчиво к большему току утечки. Если больший ток утечки превышает требования для использования в медицине или требования для конкретного медицинского устройства, появляется возможная опасность травмирования.

С появлением объединения компьютеров в сеть и Интернета возросли возможности для получения, например, поступающей в реальном масштабе времени информации непосредственно от медицинских устройств. Также доступно увеличивающееся множество периферийных устройств, которые могут быть преимущественно последовательно подключены к медицинским устройствам. Некоторые медицинские (и другие) устройства могут включать в себя последовательные порты для вмещения периферийных устройств. Для многих устройств, имеющих последовательные порты, может использоваться оптическая развязка для обеспечения высокого уровня изоляции, когда периферийные устройства с автономным питанием подключаются к последовательным портам.

Периферийное устройство с Универсальной последовательной шиной (USB) обычно подключается к главному устройству USB, которое может предоставлять питание периферийному устройству. Например, многие периферийные устройства с USB (например, карты флэш-памяти USB и устройства пользовательского интерфейса, например клавиатуры или указывающие устройства) получают питание исключительно от главных устройств USB, к которым они подключаются. Такое периферийное устройство с USB, будучи подключенным к порту USB медицинского устройства (главного устройства USB), обычно не вызывает проблем техники безопасности относительно, например, тока утечки, потому что периферийное устройство с USB питается медицинским устройством (главным устройством USB).

Однако увеличивающееся количество других периферийных устройств с USB питается своими внешними источниками питания (например, настенной розеткой), и они могут не получать питание от главных устройств USB, к которым они подключаются. Некоторые примеры таких периферийных устройств с USB "с автономным питанием" включают в себя принтеры, сканеры, видеоустройства; мониторы, внешние жесткие диски, динамики, сканеры штриховых кодов и так далее. Еще одни периферийные устройства с USB (например, гибридные видеоматрифоны) могут быть сконфигурированы для получения питания от главных устройств USB или от внешнего силового агрегата. Некоторые типы периферийных устройств с USB (например, внешние жесткие диски или клавиатуры) можно обнаружить в реализациях, которые получают питание от главного устройства USB, или в других реализациях с автономным питанием.

Для некоторых типов медицинских устройств периферийное устройство с USB с автономным питанием (в любом многообразии), подключенное к порту USB медицинского устройства, обычно может представлять потенциально небезопасное состояние, например, из-за потенциально увеличивающихся угроз тока утечки для медицинского устройства и для пациента, вступающего в прямой контакт с медицинским устройством.

Периферийное устройство с USB обычно содержит четыре сигнальные линии: линию VBUS питания, линию GND заземления и две линии D+ и D- передачи данных. Периферийные устройства с USB могут поддерживать передачу данных обычно на трех скоростях: высокая скорость, полная скорость и низкая скорость. Когда периферийное устройство с USB сначала подключается к главному устройству USB, соответствующие начальные состояния двух линий передачи данных D+ и D- (например, [D+ высокое, D- низкое] или [D+ низкое, D- высокое]) могут указывать рабочую скорость передачи данных периферийного устройства с USB. Медленные периферийные устройства с USB идентифицируют себя с помощью состояния с "высоким напряжением" на линии D-передачи данных и состояния с "низким напряжением" на линии D+ передачи данных, тогда как полноскоростные и высокоскоростные периферийные устройства с USB идентифицируют себя с помощью состояния с высоким напряжением на линии D+ передачи данных и состояния с низким напряжением на линии D- передачи данных. Когда никакое периферийное устройство с USB не подключается к порту USB, обе линии D+ и D- передачи данных находятся в состоянии с низким напряжением.

Подключение периферийного устройства с USB с автономным питанием к медицинскому устройству, которое соответствует строгим стандартам источника питания, например, для тока утечки, может

подвергнуть риску безопасность устройства. Любая из четырех сигнальных линий VBUS, GND, D+ и D- в периферийном устройстве USB с автономным питанием представляла бы возможный путь для тока утечки в медицинское устройство (главное устройство USB), к которому подключалось периферийное устройство с USB, соответственно оставляя пациента, который заземлен, потенциально уязвимым к току утечки.

Фиг. 1А изображает пример внешней среды 100 ухода за пациентом, которая включает в себя примерное медицинское устройство 106. Медицинское устройство 106 сконфигурировано для использования пациентом 102 в медицинской процедуре, чтобы, например, пациент 102 мог получать медицинскую помощь от медицинского устройства 106. Соединительная трубка 108 соединяет пациента 102 с медицинским устройством 106. Соединительная трубка 108 может, например, транспортировать кровь или другую жидкость от пациента 102 к медицинскому устройству 106 и обратно к пациенту 102. В некоторых реализациях соединительная трубка 108 может считаться частью медицинского устройства 106. Медицинское устройство 106 может включать в себя дисплей и/или пользовательский интерфейс 126, на котором может отображаться, например, информация о медицинской процедуре и/или пациенте. Дисплей и/или пользовательский интерфейс 126 могут включать в себя сенсорный экран, на котором данные могут вводиться, например, оператором медицинского устройства (например, практикующим специалистом (НСП), например врачом, медсестрой, специалистом по уходу за пациентами или лицом, обслуживающим больных на дому).

Медицинское устройство 106 может включать в себя другие устройства пользовательского интерфейса (не показаны на фиг. 1А), например клавиатуру или указательное устройство. Медицинское устройство 106 может быть сконфигурировано для обмена информацией с внешней сетью 128, например локальной сетью или Интернетом, посредством проводного или беспроводного соединения 130.

Медицинское устройство 106 может включать в себя одно или более устройств обработки. Одно или более устройств обработки могут использоваться для управления и наблюдения за функциями медицинской процедуры и, например, для контроля, анализа и интерпретации основных показателей пациента и параметров медицинской процедуры во время медицинской процедуры.

Медицинское устройство 106 включает в себя главное устройство 110 Универсальной последовательной шины. В некоторых реализациях главное устройство 110 USB может считаться сосуществующим с медицинским устройством 106, так что, например, главное устройство 110 USB может быть самым медицинским устройством 106. В других реализациях медицинское устройство 106 может включать в себя, например, одно или более устройств, подключенных друг к другу, причем одно из устройств включает в себя главное устройство 110 USB.

В некоторых реализациях главное устройство 110 USB (и соответственно медицинское устройство 106) может включать в себя один или более портов USB, сконфигурированных для вмещения соединителей USB от периферийных устройств с USB. Главное устройство 110 USB в медицинском устройстве 106 может включать в себя три порта 112, 114, 116 USB, показываемых на фиг. 1А. В реализациях соединение 130 с внешней сетью 128 может быть проводным и подключаться к одному из портов 112, 114, 116 USB.

Как обсуждалось выше, хотя некоторые периферийные устройства с USB (например, карты флэш-памяти с USB) получают питание исключительно от главных устройств USB, к которым они подключаются, другие периферийные устройства с USB могут питаться своими внешними источниками питания и могут не получать питание от главных устройств USB, к которым они подключаются.

На фиг. 1А примерное периферийное устройство 118 с USB подключается к медицинскому устройству 106 посредством кабеля 122 и соединителя 120 USB. Соединитель 120 USB вставляется в порт 114 USB на главном устройстве 110 USB в медицинском устройстве 106. Периферийное устройство 118 с USB питается своим внешним источником 124 питания и не получает питание от главного устройства 110 USB в медицинском устройстве 106. В некоторых реализациях кабель 112, соединитель 120 USB и внешний источник 124 питания могут считаться частью периферийного устройства 118 с USB. Соединитель 120 USB на фиг. 1А, является разъемом серии А. В других реализациях, могут использоваться соединители серии А (разъемы и/или розетки) и/или соединители серии В (разъемы и/или розетки).

Как описано выше, некоторые примеры периферийных устройств USB "с автономным питанием" включают в себя принтеры, сканеры, устройства захвата видео, мониторы, внешние жесткие диски, динамики, сканеры штриховых кодов и так далее.

Медицинское устройство 106 может быть сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом. Медицинская процедура может быть любой из ряда медицинских процедур, включая, например, экстракорпоральную медицинскую процедуру, в которой часть крови забирается у пациента, часть крови обрабатывается медицинским устройством и, по меньшей мере, некоторое количество той части крови впоследствии возвращается пациенту. Даже если экстракорпоральная медицинская процедура выполняется вне тела пациента, если экстракорпоральная медицинская процедура является циркуляторной процедурой, пациент (через сердечно-сосудистую систему пациента) может фактически находиться в прямом контакте с медицинским устройством. Медицинская процедура может быть, например, гемодиализом, и медицинское устройство 106 может быть (или может включать в себя), напри-

мер, аппаратом для гемодиализа. Примерная реализация медицинского устройства 106 в качестве примерного аппарата гемодиализа описывается ниже по отношению к фиг. 1В. Медицинская процедура может быть, например, перитонеальным диализом, и медицинское устройство 106 может быть (или может включать в себя), например, аппаратом для перитонеального диализа. В дополнение или вместо гемодиализа и/или перитонеального диализа медицинская процедура может быть, например, гемофильтрацией, гемодиафильтрацией, плазмаферезом, аферезом, экстракорпоральной мембранной оксигенацией (ЕСМО) или искусственным кровообращением, или любым сочетанием этих процедур. Медицинская процедура может включать в себя вспомогательное кровообращение во время операции на открытом сердце, а медицинское устройство может включать в себя, например, устройство для искусственного кровообращения. В некоторых реализациях медицинская процедура может включать в себя вливание лекарства в тело пациента, и медицинское устройство 106 может быть (или может включать в себя), например, инфузионным насосом. В некоторых реализациях медицинская процедура может включать в себя проникновение в тело пациента, и медицинское устройство 106 (например, используемое для проникновения в тело пациента) может быть (или может включать в себя), например, хирургическим инструментом, например вибрирующим или колебательным режущим хирургическим устройством. В некоторых реализациях, в которых медицинское устройство 106 включает в себя хирургический инструмент, соединительная трубка 108 на фиг. 1А может не включаться или привлекаться как часть процедуры. Как правило, медицинская процедура может включать в себя прямой контакт медицинского устройства 106 с физической жидкостью (например, кровью) пациента, прямой контакт выхода медицинского устройства 106 с пациентом, прямой контакт медицинского устройства с телом пациента, прокалывание кожи пациента или любое сочетание этих процедур. Другие примеры медицинских устройств и оборудования могут включать в себя, например, устройства для контроля за пациентом, наружные электрокардиостимуляторы, нейростимуляторы, рентгеновские устройства, сердечные насосы, оборудование аксиальной компьютерной томографии (САТ или СТ), оборудование получения изображений методом ядерного магнитного резонанса (MRI), оборудование лучевой терапии и устройства контроля недержания.

Пример конкретного типа медицинского устройства (аппарат для гемодиализа) и конкретного типа медицинской процедуры (гемодиализ) показан на фиг. 1В. Гемодиализ является процессом, который применяет аппарат, который включает в себя диализатор для помощи пациентам, чья почечная функция ухудшилась до момента, когда их тело не может в достаточной мере освобождаться от токсинов. Диализатор включает в себя полупроницаемую мембрану, которая служит для разделения диализатора на две камеры. Кровь прокачивается через одну камеру, а раствор для диализа через вторую. Когда кровь движется посредством диализирующего раствора, загрязнения, например мочевины и креатинина, диффундируют через полупроницаемую мембрану в раствор для диализа. Электролитическая концентрация диализирующего раствора устанавливается таким образом, чтобы поддерживать электролитный баланс в пациенте.

Дополнительное очищение в диализаторе возможно посредством ультрафильтрации. Ультрафильтрация происходит из обычной ситуации, в которой имеется положительный перепад давления между кровью и камерами с диализирующим раствором. Этот перепад давления заставляет воду в крови проходить через мембрану в раствор для диализа. Это приносит пользу в сокращении избыточной водяной нагрузки у пациента при диализе, которая обычно устранялась бы посредством надлежащего функционирования почки.

Пациенты, подвергаемые лечебному диализу, обычно три или более раз в неделю посещают больницу или диализные центры, которые предназначены для эффективной и стандартной процедуры лечебного диализа. Гемодиализ является сложным лечебным процессом, в котором обычно артериовенозный шунт, часто называемый "фистулой", хирургически вставляется между артерией и веной пациента, чтобы облегчить перенос крови от пациента в диализатор. Во время обычного лечения диализом один конец артериальной линии или трубки вставляется в восходящий конец фистулы (то есть в точку рядом с артерией пациента) и переносит кровь, забранную из восходящей части фистулы, во вход диализатора. Венозная линия или трубка, подключенная к выходу кровяной стороны диализатора, возвращает обработанную кровь в фистулу в точке ввода ниже артериальной линии (то есть в точке около вены пациента).

Поскольку диализ включает в себя забор крови и возвращение крови пациенту, выполнение процедуры диализа несет некоторую степень риска. Успешное лечение диализом требует контроля нескольких основных жизненных показателей пациента и параметров гемодиализа во время процесса диализа, чтобы оптимизировать общую эффективность процедуры диализа, чтобы оценить состояние фистулы (доступ к крови пациента) и определить фактическое достигнутое очищение. Некоторые примеры параметров, контролируемых и анализируемых посредством аппарата или оборудования для гемодиализа, включают в себя доступную скорость тока крови или скорость, с которой кровь вытекает из пациента в диализатор, критический параметр; и отношение Kt/V для измерения эффективности диализа, где K - коэффициент очищения или объем полностью очищенной крови (оба термина представляют эффективность очистки у диализатора), t - время процедуры, а V - общее количество воды пациента.

Фиг. 1В изображает пример внешней среды 100-Н ухода за пациентом, которая включает в себя примерное устройство 106-Н для гемодиализа (HD). Устройство 106-Н HD является примерной реализа-

цией медицинского устройства 106. Аппарат 106-Н HD сконфигурирован для использования в гемодиализе с пациентом 102-Н на гемодиализе (HD), сидящем на стуле 104-Н, чтобы, например, пациент 102-Н HD мог получать лечение посредством гемодиализа от аппарата 106-Н HD. Соединительная трубка или артериальная линия 108-Н перемещает кровь от пациента 102-Н HD в аппарат 106-Н HD и обратно к пациенту 102-Н HD после обработки и лечения в аппарате 106-Н HD. Аппарат 106-Н HD может включать в себя дисплей и/или пользовательский интерфейс 126-Н, на котором может отображаться, например, информация о медицинской процедуре гемодиализа и/или пациенте. Дисплей и/или пользовательский интерфейс 126-Н может включать в себя сенсорный экран, на котором данные могут вводиться, например, оператором аппарата 106-Н HD. Аппарат 106-Н HD может включать в себя другие устройства пользовательского интерфейса (не показаны на фиг. 1В), например клавиатуру или указательное устройство. Как и на фиг. 1А, аппарат 106-Н HD может быть сконфигурирован для обмена информацией с внешней сетью 128 по проводному или беспроводному соединению 130.

Аппарат 106-Н HD может включать в себя одно или более устройств обработки. Одно или более устройств обработки могут использоваться для управления и наблюдения за функциями медицинской процедуры гемодиализа и, например, для контроля, анализа и интерпретации основных показателей пациента и параметров гемодиализа во время медицинской процедуры гемодиализа.

Примерный аппарат 106-Н HD включает в себя и сосуществует с главным устройством 110-Н USB. В других реализациях аппарат 106-Н HD может включать в себя, например, одно или более устройств, подключенных друг к другу, причем одно из устройств, включает в себя главное устройство 110-Н USB.

Аппарат 106-Н HD (или главное устройство 110-Н USB) может включать в себя один или более портов USB, причем один порт 114-Н USB показан на фиг. 1В. Примерное периферийное устройство 118 с USB подключается к аппарату 106-Н HD посредством кабеля 122 и соединителя 120 USB. Соединитель 120 USB вставляется в порт 114-Н USB на главном устройстве 110-Н USB (или аппарате 106-Н HD). Периферийное устройство 118 с USB питается посредством своего внешнего источника 124 питания и не получает питание от главного устройства 110-Н USB в устройстве 106-Н HD.

Фиг. 2 изображает блок-схему части примерной реализации 200 медицинского устройства 106 по фиг. 1А (или, например, примерных реализаций медицинского устройства 106, например аппарата 106-Н HD по фиг. 1В). Медицинское устройство 200 включает в себя одно или более устройств 202 обработки, запоминающее устройство 204, схема 206 регистрации тока и порт 214 USB.

В некоторых реализациях медицинское устройство 200 может включать в себя блок 208 отключения периферии с USB. В других реализациях медицинское устройство 200 не включает в себя блок 208. Хотя только один порт 214 USB показан на фиг. 2, в некоторых реализациях медицинское устройство 200 может включать в себя другие порты USB. Каждый другой порт USB может иметь свою соответствующую отдельную схему регистрации тока и свой соответствующий отдельный блок отключения периферии с USB. Порты USB также могут использоваться, например, в режиме разделения времени с одной или более схемами регистрации тока и одним или более блоками отключения периферии с USB.

Схема 206 регистрации тока и, например, одно или более устройств 202 обработки получают напряжение 230 питания V_{SUPPLY} для медицинского устройства 200 и подключаются к заземлению 236 сигнала SGND для медицинского устройства 200. Схема 206 регистрации тока на выходе 210 схемы 206 регистрации тока подключается к соединению 212, которое идет к одному или более устройствам 202 обработки. Запоминающее устройство 204 и блок 208 отключения периферии с USB подключаются к одному или более устройствам 202 обработки через соответствующие соединения 216, 218.

Порт 214 USB сопрягается с четырьмя сигнальными линиями 222, 224, 226, 228. VBUS 222 является линией питания для периферийного устройства с USB (например, периферийного устройства 118 с USB), подключенного к порту 214 USB. GND 224 является линией заземления для периферийного устройства с USB. Две линии USB передачи данных, USB D+ 226 и USB D- 228, являются линиями передачи данных для периферийного устройства с USB.

Схема 206 регистрации тока подключается к порту 214 USB через сигнальные линии VBUS 222 и GND 224. Одно или более устройств 202 обработки принимают пару линий передачи данных USB, USB D+ 226 и USB D-228. Блок 208 отключения периферии с USB может обеспечивать изоляцию (например, электрическую изоляцию) медицинского устройства 200 от порта 214 USB и любого периферийного устройства с USB, подключенного к порту 214 USB. Например, блок 208 отключения периферии с USB может быть сконфигурирован для отключения (например, выключения) одной или более сигнальных линий 222, 224, 226, 228 в соединении 220. Чтобы полностью электрически изолировать и в достаточной мере защитить медицинское устройство 200 (и любого пациента, получающего медицинскую помощь от медицинского устройства 200), блок 208 отключения периферии с USB обычно может быть сконфигурирован для отключения (например, выключения) всех четырех сигнальных линий сразу, чтобы медицинское устройство 200 не подвергалось току утечки от присоединенного периферийного устройства с USB.

Медицинское устройство 200 может быть сконфигурировано для определения, присоединено ли периферийное устройство с USB, например периферийное устройство 118 с USB, к медицинскому уст-

ройству 200.

Например, в некоторых реализациях одно или более устройств 202 обработки могут контролировать пару линий передачи данных USB, USB D+ 226 и USB D- 228. Как описано выше, когда периферийное устройство с USB, например периферийное устройство 118 с USB, сначала подключается к порту USB, например порту 214 USB, по меньшей мере одна из линий передачи данных USB перейдет в состояние с высоким напряжением. Одно или более устройств 202 обработки могут быть сконфигурированы для восприятия переходов линий 226, 228 передачи данных USB сразу после или вскоре после того, как периферийное устройство 118 с USB вставляется в порт USB, так что если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB (USB D+ 226) или второй линии передачи данных USB (USB D- 228) переходит в состояние с высоким напряжением, то одно или более устройств 202 обработки могут определить, что периферийное устройство 118 с USB подключается к медицинскому устройству 200.

В некоторых реализациях одно или более устройств 202 обработки могут опросить первую и вторую линии 226, 228 передачи данных USB для определения, перешла ли одна или обе из первой и второй линий 226, 228 передачи данных USB в состояние с высоким напряжением. Одно или более устройств 202 обработки могут опрашивать линии 226, 228 передачи данных периодически, например каждую миллисекунду или каждые несколько миллисекунд.

В некоторых реализациях может инициироваться прерывание одного или более устройств 202 обработки, если по меньшей мере одна из первой и второй линий 226, 228 передачи данных USB переходит в состояние с высоким напряжением. В этот момент одно или более устройств обработки могут опросить первую и вторую линии 226, 228 передачи данных USB, чтобы подтвердить, что периферийное устройство с USB подключается к медицинскому устройству 200.

Медицинское устройство 200 может быть сконфигурировано для определения, получает ли питание присоединенное периферийное устройство с USB, например периферийное устройство 118 с USB, например, от конкретного порта USB в медицинском устройстве 200.

Например, в некоторых реализациях одно или более устройств 202 обработки могут контролировать выход 210 схемы 206 регистрирования тока. При реализации схема 206 регистрирования тока сконфигурирована для перехода в состояние с "высоким напряжением" (например, вывод "1" в выход 210), когда из порта 214 USB получается питание периферийным устройством с USB, подключенным к порту 214 USB. При реализации, схема 206 регистрирования тока сконфигурирована для перехода в состояние с "низким напряжением" (например, вывод "0" в выход 210), когда никакого питания (или никакого существенного питания) не получается из порта 214 USB, так что, например, периферийное устройство USB с автономным питанием подключается к порту 214 USB, или вообще никакого периферийного устройства с USB не подключается к порту 214 USB.

В других реализациях схема 206 регистрирования тока может предоставлять аналоговый выходной сигнал напряжения вместо цифрового выходного сигнала в одно или более устройств 202 обработки. Аналоговое напряжение, выведенное схемой 206 регистрирования тока, может быть пропорционально току, измеренному схемой 206. В таких реализациях одно или более устройств 202 обработки могут включать в себя аналого-цифровой преобразователь, чтобы преобразовать аналоговые выходные сигналы напряжения из схемы 206 регистрирования тока в цифровые сигналы для дополнительной обработки посредством одного или более устройств 202 обработки.

При реализации медицинское устройство 200 обычно может определить, действительно ли периферийное устройство с USB подключено к медицинскому устройству 200, перед определением, получается ли питание от конкретного порта USB (или портов). Поскольку медицинское устройство 200 может, например, отправить указание при определении, что питание не получается от конкретного порта USB (или портов), и это состояние (отсутствие получения питания) может быть обусловлено тем, что никакого периферийного устройства с USB не подключается вообще, медицинское устройство 200 обычно может сначала подтвердить, что периферийное устройство с USB в действительности подключено.

Одно или более устройств 202 обработки могут включать в себя устройство обработки, выделенное для выполнения задач, например, по контролю линий 226, 228 передачи данных USB и выхода 210 схемы 206 регистрирования тока. Одно или более устройств 202 обработки могут включать в себя устройство обработки, которое выполняет другие задачи в дополнение, например, к контролю линий 226, 228 передачи данных USB и выхода 210 схемы 206 регистрирования тока. Одно или более устройств 202 обработки могут включать в себя микропроцессор, например процессор, совместимый со стандартным персональным компьютером (ПК), встроенный в медицинское устройство 200. В некоторых реализациях микропроцессор может быть сконфигурирован для выполнения функций, отличных от функций медицинского устройства 200, связанных с медицинскими процедурами. В некоторых реализациях микропроцессор может быть, например, специально спроектирован для управления, запуска и/или контроля некоторых или всех функций медицинских процедур в медицинском устройстве 200.

В некоторых реализациях одно или более устройств 202 обработки сконфигурированы для предоставления указания 234, например, дисплею и/или пользовательскому интерфейсу (например, дисплею и/или пользовательскому интерфейсу 126), или динамику, или некоторому другому объекту в медицинском устройстве 200 по сигнальной линии 232.

Указание 234 может быть, например, указанием потенциально небезопасного состояния. Одно или более устройств 202 обработки могут быть сконфигурированы для предоставления указания 234, если периферийное устройство с USB (например, определенное одним или более устройствами 202 обработки как подключенное к медицинскому устройству 200) не получает питание от медицинского устройства 200. Потенциально небезопасное состояние может включать в себя, например, что медицинское устройство 200 потенциально восприимчиво к току утечки от периферийного устройства с USB. Ток утечки может представлять, как описано выше, возможную угрозу для пациента, который, например, получает медицинскую помощь от медицинского устройства 200. Потенциально небезопасное состояние может включать в себя, например, что периферийное устройство с USB может получать питание от источника питания, независимого от медицинского устройства 200, и соответственно представлять возможную угрозу для пациента.

Одно или более устройств 202 обработки могут предоставлять указание 234 путем отображения предупреждающего сообщения на дисплее и/или в пользовательском (например, дисплее и/или пользовательском интерфейсе 126). Пример предупреждающего сообщения показан на фиг. 4 и более подробно описывается ниже. Одно или более устройств 202 обработки могут предоставлять указание 234 путем инициирования сигнала тревоги. Сигнал тревоги может включать в себя, например, звуковой сигнал тревоги или искусственный голос, воспроизводимый через динамик в медицинском устройстве 200.

Фиг. 3 изображает схему примерной реализации 300 схемы 206 регистрирования тока по фиг. 2. Схема 300 регистрирования тока включает в себя операционный усилитель 302, имеющий выход 210 по фиг. 2 (подключенный к одному или более устройствам 202 обработки через соединение 212), положительный вход 304 ("+") и отрицательный вход 306 ("-"). Схема 300 регистрирования тока также включает в себя три резистора R_A 314, R_B 316 и R_C 318.

Схема 300 регистрирования тока получает напряжение 230 питания V_{SUPPLY} и подключается к заземлению 236 сигнала SGND по фиг. 2. Схема 300 регистрирования тока подключается к порту 214 USB по фиг. 2 через сигнальные линии VBUS 222 и GND 224. Линия 224 заземления GND может быть подключена к заземлению 236 сигнала SGND, например, в схеме 300 регистрирования тока. Резистор 314 R_A подключается между напряжением 230 питания V_{SUPPLY} и отрицательным входом 306 операционного усилителя 302; резистор 316 R_B подключается между напряжением 230 питания V_{SUPPLY} и положительным входом 304 операционного усилителя 302; а резистор 318 R_C подключается между заземлением 236 сигнала SGND и положительным входом 304 операционного усилителя 302. Ток I_A показан текущим через резистор 314 R_A .

Резисторы R_B 316 и R_C 318 вместе образуют делитель напряжения между напряжением 230 питания V_{SUPPLY} и землей 236 сигнала SGND и действуют для установления напряжения $V+$ 308 на положительном входе 304 операционного усилителя 302.

Операционный усилитель 302 сконфигурирован для перехода в состояние с "высоким напряжением" (например, вывод "1" в выход 210), когда напряжение $V+$ 308 на положительном входе 304 превышает напряжение $V-312$ на отрицательном входе 306 операционного усилителя 302. Операционный усилитель 302 сконфигурирован для перехода в состояние с "низким напряжением" (например, вывод "0" в выход 210), когда напряжение $V+$ 308 на положительном входе 304 меньше напряжения $V-312$ на отрицательном входе 306.

При реализации операционный усилитель 302 может быть сконфигурирован имеющим очень низкое напряжение (и ток) смещения, чтобы операционный усилитель 302 допускал обнаружение небольшого падения напряжения на резисторе 314 R_A без ложного обнаружения (например, выведения "1" в выход 210, указывающей, что питание получается периферийным устройством с USB, когда фактически питание не получается). Например, операционный усилитель 302 может быть сконфигурирован способным измерять ток уже на 5 миллиампер (мА), хотя это является примерным значением, и могут использоваться другие значения и диапазоны. При реализации резистор 314 R_A спроектирован, имеющим относительно низкое сопротивление по сравнению с резисторами R_B 316 и R_C 318. При реализации резистор 316 R_B спроектирован имеющим, относительно низкое сопротивление по сравнению с резистором R_C 318. Например, при реализации резистор 314 R_A может быть 0,5 Ом (Ω), резистор 316 R_B может быть 2 Ω , а резистор 318 R_C может быть 11000 Ω (11 к Ω). Конечно, могут использоваться другие значения резисторов. Ток I_A , полученный через резистор 314 R_A периферийным устройством с USB (например, периферийным устройством 118 с USB) (если устройство присоединено к порту 214 USB и получает питание), часто будет очень низким, потому что периферийные устройства с USB, которые получают питание от главного устройства USB (например, такие периферийные устройства с USB, как некоторые карты памяти USB), обычно получают очень небольшой ток. Кроме того, проектировщик схемы 300 регистрирования тока может не захотеть ограничивать питание, доступное присоединенному периферийному устройству USB и может попытаться минимизировать падение напряжения на резисторе 314 R_A .

Например, предположим, что напряжение 230 питания V_{SUPPLY} равно 5 В. Резисторы R_B 316 и R_C 318 выбираются для установления напряжения $V+$ 308 в 4,97 В на положительном входе 304 операционного усилителя 302. Когда питание получается периферийным устройством с USB, подключенным к

порту 214 USB, резистор 314 R_A приводит к напряжению $V-312$ в 4,96 В на отрицательном входе 306 операционного усилителя 302. $V+310$ минус $V-312$ (4,97 В-4,96 В) является положительным результатом (0,01 В), поэтому операционный усилитель 302 переходит в состояние "высокого напряжения" (например, выводит "1" на выходе 210). Когда периферийное устройство с USB, подключенное к порту 214 USB, не получает питание, фактически нет никакого падения напряжения на резисторе 314 R_A , приводящего к напряжению $V-312$ в 5 В. $V+310$ минус $V-312$ (4,97 В-5 В) является отрицательным результатом (-0,03 В), поэтому операционный усилитель 302 переходит в состояние "низкого напряжения" (например, выводит "0" на выходе 210).

Схема 300 регистрирования тока, показанная на фиг. 3, является примерной реализацией 300 схемы 206 регистрирования тока по фиг. 2, и может использоваться любая из различных схем регистрирования тока.

Например, в качестве схемы регистрирования тока может использоваться токоприемник, такой как INA138 High-Side Measurement Current Shunt Monitor от корпорации Texas Instruments®. INA138 измерял бы ток и выводил бы аналоговый сигнал напряжения, который пропорционален току, измеренному INA138. Как описано выше, в такой реализации одно или более устройств 202 обработки по фиг. 2 могут включать в себя аналого-цифровой преобразователь, чтобы преобразовать аналоговые выходные сигналы напряжения из схемы регистрирования тока в цифровые сигналы для дополнительной обработки посредством одного или более устройств 202 обработки.

Фиг. 4 изображает схему примерного пользовательского интерфейса в медицинском устройстве, например примерная реализация 400 дисплея и/или пользовательского интерфейса 126 в медицинском устройстве 106 по фиг. 1А. Пользовательский интерфейс 400 показывает текстовое поле 402 (например, мигающее текстовое поле), которое отображает предупреждение, указывающее, что периферийное устройство USB с автономным питанием подключается к порту USB (например, порту 214 USB по фиг. 2) в медицинском устройстве 106. Примерным предупреждением, показанным в текстовом поле, является **"*ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ* Небезопасное устройство USB с автономным питанием подключено к порту USB! - Немедленно отключите небезопасное устройство от порта USB!"**. Конечно, это предупреждение является всего лишь примером, и может использоваться любое количество других предупреждений. В некоторых реализациях предупреждение может сопровождаться, например, сигналом тревоги или искусственным голосом, воспроизводимым через динамик на медицинском устройстве 106.

Фиг. 5 изображает блок-схему последовательности операций, показывающую примерный процесс 500 в одном или более устройствах обработки с пользовательским интерфейсом, например, в одном или более пользовательских устройствах 202 обработки в примерном медицинском устройстве 200 по фиг. 2. Обработка начинается там, где, например, одно или более пользовательских устройств 202 обработки определяют (этап 502), подключено ли периферийное устройство с USB (например, периферийное устройство 118 с USB по фиг. 1А) к медицинскому устройству 200. Медицинское устройство 200 может быть сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом.

Если периферийное устройство с USB определяется как подключенное к медицинскому устройству 200, то одно или более пользовательских устройств 202 обработки определяют (этап 504), получает ли питание периферийное устройство с USB от медицинского устройства 200.

Фиг. 6 изображает блок-схему последовательности операций, показывающую примерный процесс 600 в одном или более устройствах обработки с пользовательским интерфейсом, например, в одном или более пользовательских устройствах 202 обработки в примерном медицинском устройстве 200 по фиг. 2. Обработка начинается там, где, например, одно или более пользовательских устройств 202 обработки определяют (этап 602), что периферийное устройство с USB (например, периферийное устройство 118 с USB по фиг. 1А), подключенное к медицинскому устройству 200, не получает питание от медицинского устройства 200. Медицинское устройство 200 может быть сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом.

В ответ на определение одно или более пользовательских устройств 202 обработки предоставляют (этап 604) указание (например, указание 234 по фиг. 2) о потенциально небезопасном состоянии по меньшей мере одному из пользователя медицинского устройства 200 или пациента. Потенциально небезопасное состояние может заключаться в том, что периферийное устройство с USB может получать питание от источника питания (например, внешнего источника 124 питания), независимого от медицинского устройства 200, и соответственно может представлять возможную угрозу для пациента.

Фиг. 7 изображает блок-схему последовательности операций, показывающую примерный процесс 700 в одном или более устройствах обработки с пользовательским интерфейсом, например, в одном или более пользовательских устройствах 202 обработки в примерном медицинском устройстве 200 по фиг. 2. Обработка начинается там, где, например, одно или более пользовательских устройств 202 обработки контролируют (этап 702) первую линию передачи данных USB (например, линию передачи данных USB D+ 226 по фиг. 2) и вторую линию передачи данных USB (например, линию передачи данных USB D- 228 по фиг. 2) в медицинском устройстве 200. Медицинское устройство 200 может быть сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом.

Если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи

данных USB переходит в состояние "высокого напряжения", то контролируется выход (например, выход 210) схемы регистрирования тока (например, схемы 206 регистрирования тока по фиг. 2) (этап 704). Выход может указывать, поступает ли питание периферийному устройству с USB от медицинского устройства 200 (например, периферийное устройство 118 с USB по фиг. 1A), подключенное к медицинскому устройству 200. Когда периферийное устройство с USB подключается к медицинскому устройству 200, первая и вторая линии передачи данных USB обычно могут подключаться к соответствующим линиям передачи данных от периферийного устройства с USB.

Фиг. 8 изображает блок-схему последовательности операций, показывающую примерный процесс 800 в одном или более устройствах обработки с пользовательским интерфейсом, например в одном или более пользовательских устройствах 202 обработки в примерном медицинском устройстве 200 по фиг. 2, где медицинское устройство 200 здесь является аппаратом для диализа, например, аппаратом 106-N HD по фиг. 2. Обработка начинается там, где, например, одно или более пользовательских устройств 202 обработки определяют (этап 802), подключено ли периферийное устройство с USB (например, периферийное устройство 118 с USB по фиг. 1B) к аппарату для диализа. Аппарат для диализа может быть сконфигурирован для использования в процедуре диализа с пациентом.

Если периферийное устройство с USB определяется как подключенное к аппарату для диализа, то одно или более пользовательских устройств 202 обработки определяют (этап 804), получает ли питание периферийное устройство с USB от аппарата для диализа.

Фиг. 9 изображает блок-схему последовательности операций, показывающую примерный процесс 900 в одном или более устройствах обработки с пользовательским интерфейсом, например в одном или более пользовательских устройствах 202 обработки в примерном медицинском устройстве 200 по фиг. 2, где медицинское устройство 200 здесь является аппаратом для диализа, например, аппаратом 106-N HD по фиг. 2. Обработка начинается там, где, например, одно или более пользовательских устройств 202 обработки определяют (этап 902), что периферийное устройство с USB (например, периферийное устройство 118 с USB по фиг. 1B), подключенное к аппарату для диализа, не получает питание от аппарата для диализа. Аппарат для диализа может быть сконфигурирован для использования в процедуре диализа с пациентом.

В ответ на определение одно или более пользовательских устройств 202 обработки предоставляют (этап 904) указание (например, указание 234 по фиг. 2) о потенциально небезопасном состоянии по меньшей мере одному из пользователей аппарата для диализа или пациента. Потенциально небезопасное состояние может заключаться в том, что периферийное устройство с USB может получать питание от источника питания (например, внешнего источника 124 питания), независимого от аппарата для диализа, и соответственно может представлять возможную угрозу для пациента.

Фиг. 10 изображает блок-схему последовательности операций, показывающую примерный процесс 1000 в одном или более устройствах обработки с пользовательским интерфейсом, например одним или более пользовательских устройствах 202 обработки в примерном медицинском устройстве 200 по фиг. 2, где медицинское устройство 200 здесь является аппаратом для диализа, например, аппаратом 106-N HD по фиг. 2. Обработка начинается там, где, например, одно или более пользовательских устройств 202 обработки контролируют (этап 1002) первую линию передачи данных USB (например, линию передачи данных USB D+ 226 по фиг. 2) и вторую линию передачи данных USB (например, линию передачи данных USB D- 228 по фиг. 2) в аппарате для диализа. Аппарат для диализа может быть сконфигурирован для использования пациентом в процедуре диализа.

Если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи данных USB переходит в состояние "высокого напряжения", то контролируется выход (например, выход 210) схемы регистрирования тока (например, схемы 206 регистрирования тока по фиг. 2) (этап 1004). Выход может указывать, получается ли питание от аппарата для диализа периферийным устройством с USB (например, периферийным устройством 118 с USB по фиг. 1B), подключенным к аппарату для диализа. Когда периферийное устройство с USB подключается к аппарату для диализа, первая и вторая линии передачи данных USB обычно могут подключаться к соответствующим линиям передачи данных от периферийного устройства с USB.

Хотя медицинское устройство 106 описано как включающее встроенное устройство контроля, в качестве альтернативы могут использоваться отдельные устройства контроля. Например, медицинские устройства, которые не сконфигурированы для контроля соединений USB, можно модифицировать с помощью отдельного устройства контроля (например, устройство контроля могло бы быть "готовым" компонентом, который допускает использование с многообразием медицинских устройств). Фиг. 11 изображает такую компоновку. Ссылаясь на фиг. 11, типовая система 1100 медицинских устройств, включает в себя примерное медицинское устройство 1106. Медицинское устройство 1106 может быть, например, любым из различных типов медицинских устройств (например, аппаратом HD, аппаратом PA и т.д.), рассмотренных выше в отношении медицинского устройства 106. Медицинское устройство 1106 может включать в себя дисплей и/или пользовательский интерфейс 1126, на котором может отображаться, например, информация о медицинской процедуре и/или пациенте. Дисплей и/или пользовательский интерфейс 1126 могут включать в себя сенсорный экран, на котором данные могут вводиться, например, опе-

ратором медицинского устройства (например, практикующим специалистом (НСП), например врачом, медсестрой, специалистом по уходу за пациентами или лицом, обслуживающим больных на дому). Медицинское устройство 1106 может включать в себя другие устройства пользовательского интерфейса, например клавиатуру или указательное устройство. Медицинское устройство 1106 может быть сконфигурировано для обмена информацией с внешней сетью 1128, например локальной сетью или Интернетом, посредством проводного или беспроводного соединения 1130.

Медицинское устройство 1106 может включать в себя одно или более устройств обработки. Одно или более устройств обработки могут использоваться для управления и наблюдения за функциями медицинской процедуры и, например, для контроля, анализа и интерпретации основных показателей пациента и параметров медицинской процедуры во время медицинской процедуры.

Медицинское устройство 1106 включает в себя главное устройство 1110 USB. В некоторых реализациях главное устройство 1110 USB может считаться сосуществующим с медицинским устройством 1106, так что, например, главное устройство 1110 USB может быть самым медицинским устройством 1106. В других реализациях медицинское устройство 1106 может включать в себя, например, одно или более устройств, подключенных друг к другу, причем одно из устройств, включает в себя главное устройство 1110 USB.

В некоторых реализациях главное устройство 1110 USB (и соответственно медицинское устройство 1106) может включать в себя один или более портов USB, сконфигурированных для вмещения соединителей USB от периферийных устройств с USB. Главное устройство 1110 USB в медицинском устройстве 1106 может включать в себя три порта 1112, 1114, 1116 USB, как показано на фиг. 11. В некоторых реализациях соединение 1130 с внешней сетью 1128 может быть проводным и подключаться к одному из портов 1112, 1114, 1116 USB.

Как обсуждалось выше, хотя некоторые периферийные устройства с USB (например, карты флэш-памяти USB) получают питание исключительно от главных устройств USB, к которым они подключаются, другие периферийные устройства с USB могут питаться своими внешними источниками питания и могут не получать питание от главных устройств USB, к которым они подключаются.

Система 1100, показанная на фиг. 11, включает в себя устройство 1132 мониторинга USB. Хотя показано только одно устройство контроля USB, системы могут включать в себя любое количество устройств контроля USB. Устройство 1132 мониторинга USB подключается к порту 1114 USB главного устройства 1110 USB посредством кабеля 1122 и соединителя 1120 USB.

Устройство 1132 мониторинга USB позволяет получать через него питание от 1106 к 1118. Как обсуждается ниже, устройство 1132 мониторинга USB выдает предупреждение, если определяется, что периферийное устройство 1118 с USB питается своим внешним источником 1124 питания и не получает питание от главного устройства 1110 USB в медицинском устройстве 1106. Периферийное устройство 1118 подключается к устройству 1132 мониторинга USB посредством кабеля 1138. Устройство 1132 мониторинга USB также может подключаться более чем к одному периферийному устройству с USB посредством схемы концентратора USB (показанной на фиг. 12), даже если только одно периферийное устройство с USB показано на фиг. 11.

Устройство 1132 мониторинга USB может включать в себя один или более световых индикаторов 1136 состояния, один или более динамиков 1134 или сочетание световых индикаторов состояния и динамиков. В реализациях, которые включают в себя световой сигнал, мог бы присутствовать один индикатор либо индикатор, который соответствует каждой розетке USB (если имеется больше одной розетки).

Фиг. 12 изображает типовую систему 1200, которая включает в себя устройство 1132 мониторинга USB и медицинское устройство 1106. Устройство 1132 мониторинга USB содержит устройство 1206 обработки для контроля разъемов 1212 USB в устройстве 1132 мониторинга USB. Устройство 1132 мониторинга USB также включает в себя схемы 1210 регистрации тока, которые объединяются в описанную выше схему (см., например, фиг. 3).

В этом примере устройство 1132 мониторинга USB получает питание от медицинского устройства 1106 как для собственного питания, так и для любой периферии, подключенной к его разъемам USB. Схема 1208 концентратора USB также может включаться в устройство 1132 мониторинга USB, чтобы предоставить медицинскому устройству 1106 несколько защищенных соединений USB.

Устройство 1206 обработки сконфигурировано для обнаружения "небезопасного состояния" в любом из подключенных к нему периферийных устройств с USB. При обнаружении небезопасного состояния устройство 1206 обработки предупредит оператора визуальной индикацией посредством световых индикаторов 1136 состояния и/или звуковым предупреждением посредством динамика 1134.

Устройство 1206 обработки контролирует получение питания у портов USB, а также контролирует линии 1218 и 1220 передачи данных USB каждого разъема 1212 USB (не все линии передачи данных и разъемы обозначены в примере фиг. 12). Когда никакой периферии не присоединено к главному устройству USB (или схеме 1208 концентратора USB), линии 1218 и 1220 передачи данных USB (D+ и D-) обе находятся в состоянии низкого напряжения (0). Когда подключается периферия, одна из двух линий перейдет в состояние высокого напряжения (1). Определение того, какая линия передачи данных переходит в высокое напряжение, определяется по скорости устройства USB (низкая, обычная или высокая). Уст-

ройство 1206 обработки также контролирует две линии 1218 и 1220 передачи данных USB, и когда одна из линий переходит в высокое напряжение, оно проверит, получается ли периферией питание от центральной системы. Если питание получается, то устройство питается от медицинского устройства 1106 и не представляет проблемы с безопасностью. Если питание не получается подключенным периферийным устройством с USB (не показано), то устройство 1206 обработки может тогда предупредить оператора о небезопасном состоянии, используя одно или оба из световых индикаторов 1136 состояния и динамика 1134.

Фиг. 13 изображает блок-схему последовательности операций, показывающую примерный процесс 1300 в одном или более устройствах контроля USB, например одном или более устройствах 1132 мониторинга USB по фиг. 11. Обработка начинается, например, там, где одно или более устройств контроля USB определяют (этап 1302), подключено ли периферийное устройство с универсальной последовательной шиной (например, периферийное устройство 1118 с USB по фиг. 11) к устройству контроля USB, причем устройство контроля USB подключено к медицинскому устройству (например, медицинскому устройству 1106 по фиг. 11) и получает питание от медицинского устройства, причем медицинское устройство сконфигурировано для использования пациентом в медицинской процедуре.

В ответ на определение, что периферийное устройство с USB подключено к устройству контроля USB, устройство контроля USB определяет (этап 1304), получает ли периферийное устройство с USB питание от медицинского устройства.

Хотя методики, описанные в этом документе, объяснены со ссылкой на порты USB, периферийные устройства с USB и т.д., методики могут применяться к другим технологиям последовательных портов данных, например, к высокопроизводительной последовательной шине IEEE 1394 (Институт инженеров по электротехнике и электронике) (например, FireWire® от корпорации Apple®, i.LINK® от корпорации Sony® и OHCI-Lynx® от корпорации Texas Instruments®).

Некоторые соединения могут быть проводными и/или беспроводными соединениями. Когда говорится, что один компонент подключен к другому компоненту, компонент может быть напрямую подключен или косвенно подключен к другому компоненту (например, через еще один компонент).

Процессы, описанные в этом документе, и их различные модификации (в дальнейшем "процессы") не ограничиваются аппаратными средствами и программным обеспечением, описанными выше. Все или часть процессов может быть реализована, по меньшей мере, частично посредством компьютерного программного продукта, например компьютерной программы, материально воплощенной в носителе информации, например одном или более машиночитаемых носителях, для исполнения посредством одного или более устройств обработки данных или для управления их работой, например программируемого процессора, компьютера, множества компьютеров и/или компонентов с программируемой логикой.

Компьютерная программа может быть написана на любом виде языка программирования, включая компилируемые или интерпретируемые языки, и она может быть развернута в любом виде, включая автономную программу или модуль, компонент, подпрограмму или другой модуль, подходящий для использования в вычислительной среде. Компьютерная программа может быть развернута для выполнения на одном компьютере или на множестве компьютеров на одной площадке или распределенных по множеству площадок и взаимосвязанных посредством сети.

Действия, связанные с реализацией всех или части процессов, могут выполняться одним или более программируемыми устройствами обработки, исполняющими одну или более компьютерных программ для выполнения функций этих процессов. Все или часть процессов может быть реализована в виде специализированной логической схемы, например FPGA (программируемая пользователем вентиляционная матрица) и/или ASIC (специализированная интегральная схема).

Устройства обработки, подходящие для исполнения компьютерной программы, в качестве примера включают в себя как универсальные, так и специализированные микропроцессоры и любой один или более процессоров в любом виде цифрового компьютера. Как правило, устройство обработки будет принимать команды и данные из постоянного запоминающего устройства или оперативного запоминающего устройства, либо из обоих. Компоненты компьютера включают в себя одно или более устройств обработки для исполнения команд и одно или более запоминающих устройств для хранения команд и данных.

Компоненты разных реализаций, описанных в этом документе, могут объединяться для образования реализаций, не изложенных специально выше. Другие специально не описанные реализации также входят в объем нижеследующей формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащий этапы, на которых определяют, подключено ли периферийное устройство к устройству мониторинга, причем устройство мониторинга подключено к медицинскому устройству и получает питание от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и если определено, что периферийное устройство подключено к устройству мониторинга, определяют, получает ли периферийное устройство питание от медицинского устройства, и если определено, что периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.
2. Способ по п.1, дополнительно содержащий этап, на котором активируют сигнал тревоги, если определено, что периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства.
3. Способ по п.2, в котором на этапе активирования сигнала тревоги осуществляют по меньшей мере одно из следующего: отображают на экране устройства мониторинга предупредительный световой сигнал или инициируют звуковой сигнал тревоги на устройстве мониторинга.
4. Способ по п.2, в котором для активирования сигнала тревоги инициируют звуковой сигнал тревоги на медицинском устройстве или побуждают отображение предупреждающего сообщения на пользовательском интерфейсе, причем медицинское устройство содержит пользовательский интерфейс.
5. Способ по п.1, в котором дополнительно, если определено, что периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, электрически изолируют периферийное устройство от медицинского устройства и от пациента.
6. Способ контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащий этапы, на которых определяют, подключено ли периферийное устройство к медицинскому устройству, причем медицинское устройство сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; если определено, что периферийное устройство подключено к медицинскому устройству, определяют, получает ли периферийное устройство питание от медицинского устройства, и если определено, что периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.
7. Способ по п.6, в котором обеспечение указания содержит по меньшей мере одно из: отображают предупреждающее сообщение на пользовательском интерфейсе, причем медицинское устройство содержит пользовательский интерфейс; или инициируют звуковой сигнал тревоги.
8. Способ по п.6, дополнительно содержащий этап, на котором если определено, что периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, электрически изолируют периферийное устройство и пациента.
9. Способ по п.6, в котором медицинская процедура представляет собой гемодиализ, при этом медицинское устройство содержит устройство для гемодиализа.
10. Способ по п.6, в котором медицинская процедура представляет собой экстракорпоральную медицинскую процедуру, при которой осуществляют забор части крови пациента, эту часть крови обрабатывают в медицинском устройстве, а затем по меньшей мере часть крови возвращают пациенту.
11. Способ по п.6, в котором медицинская процедура представляет собой перитонеальный диализ, а медицинское устройство содержит устройство для перитонеального диализа.
12. Устройство для контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащее запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения команд для исполнения одним или более устройств обработки; и одно или более устройств обработки, сконфигурированных для выполнения команд, которые побуждают одно или более устройств обработки для определения, подключено ли периферийное устройство к устройству мониторинга, причем устройство мониторинга соединено с медицинским устройством и получает питание от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования при проведении медицинской процедуры с пациентом; и если определено, что периферийное устройство подключено к устройству мониторинга, определяют, получает ли периферийное устройство питание от медицинского устройства, и

если определено, что периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.

13. Устройство по п.12, в котором периферийное устройство подключено к устройству мониторинга через соединение последовательной передачи данных.

14. Устройство по п.12, в котором соединение последовательной передачи данных выполнено в виде высокопроизводительной последовательной шины IEEE 1394.

15. Устройство по п.12, в котором устройство мониторинга подключено к медицинскому устройству через соединение последовательной передачи данных.

16. Устройство по п.12, в котором медицинское устройство содержит главное устройство, обеспечивающее подачу питания на периферийное устройство, при этом периферийное устройство содержит соединитель, а главное устройство содержит разъем для приема соединителя, чтобы подключать периферийное устройство к медицинскому устройству.

17. Машиночитаемый носитель, содержащий исполняемые процессором команды для осуществления способа контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, обеспечивающие выполнение

определения, подключено ли периферийное устройство к устройству мониторинга, причем устройство мониторинга подключено к медицинскому устройству и получает питание от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

если определено, что периферийное устройство подключено к устройству мониторинга, определяют ли питание периферийное устройство от медицинского устройства, и

если определено, что периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.

18. Способ контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащий этапы, на которых

определяют, подключено ли периферийное устройство с универсальной последовательной шиной (USB) к устройству мониторинга, при этом USB устройство мониторинга подключено к медицинскому устройству и получает питание от медицинского устройства, причем медицинское устройство сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

если определено, что USB периферийное устройство подключено к USB устройству мониторинга, определяют, получает ли USB периферийное устройство питание от медицинского устройства, и

если определено, что USB периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором USB периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.

19. Способ по п.18, в котором дополнительно если определено, что USB периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, то активируют сигнал тревоги.

20. Способ по п.19, в котором на этапе активирования сигнала тревоги осуществляют по меньшей мере одно из следующего: отображают на экране USB устройства мониторинга предупредительный световой сигнал или инициируют звуковой сигнал тревоги на USB устройстве мониторинга.

21. Способ по п.19, в котором для активирования сигнала тревоги инициируют звуковой сигнал тревоги на медицинском устройстве или побуждают отображение предупреждающего сообщения на пользовательском интерфейсе медицинского устройства.

22. Способ по п.18, в котором дополнительно если определено, что USB периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, то электрически изолируют USB периферийное устройство от медицинского устройства и от пациента.

23. Способ по п.22, в котором для электрической изоляции периферийного устройства от медицинского устройства и от пациента отсоединяют одну или более сигнальных линий, подключенных к USB порту устройства мониторинга, причем USB порт сконфигурирован для приема USB коннектора периферийного устройства.

24. Способ по п.18, в котором этап, на котором определяют, связано ли USB периферийное устройство с USB устройством мониторинга, содержит этапы, на которых

осуществляют мониторинг первой линии передачи данных USB и второй линии передачи данных USB, используя одно или более устройств обработки USB устройства мониторинга; и

определяют, что периферийное устройство с USB подключено к USB устройству мониторинга, если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи данных USB

переходит в состояние с высоким напряжением.

25. Способ по п.18, в котором этап, на котором определяют, подключено ли периферийное устройство с USB к USB устройству мониторинга, содержит этап, на котором инициируют прерывание одного или более устройств обработки USB устройства мониторинга, если по меньшей мере одна из первой линии передачи данных USB или второй линии передачи данных USB переходит в состояние с высоким напряжением.

26. Способ по п.25, в котором этап, на котором определяют, подключено ли периферийное устройство с USB к USB устройству мониторинга, дополнительно содержит этап, на котором опрашивают первую линию передачи данных USB и вторую линию передачи данных USB, используя одно или более устройств обработки, чтобы подтвердить, что периферийное устройство с USB подключено к USB устройству мониторинга.

27. Способ по п.18, в котором этап, на котором определяют, получает ли питание периферийное устройство с USB от медицинского устройства, содержит этапы, на которых

осуществляют мониторинг выхода схемы регистрации тока, используя одно или более устройств обработки USB устройства мониторинга, причем USB устройство мониторинга содержит схему регистрации тока; и

определяют, что периферийное устройство с USB не получает питание от медицинского устройства, если выход находится в состоянии с низким напряжением.

28. Способ мониторинга по п.27, в котором определяют, что выход находится в состоянии с низким напряжением, когда первое напряжение на положительном входе меньше второго напряжения на отрицательном входе.

29. Способ по п.18, в котором медицинская процедура содержит гемодиализ, а медицинское устройство содержит устройство для гемодиализа.

30. Способ по п.18, в котором медицинская процедура содержит перитонеальный диализ, а медицинское устройство выполнено в виде устройства для перитонеального диализа.

31. Устройство с универсальной последовательной шиной (USB) для контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащее

запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения команд для исполнения, одно или более устройств обработки, сконфигурированных для выполнения команд для инструктирования одного или более устройств обработки для

определения, соединено ли периферийное устройство с USB с USB устройством для мониторинга, причем USB устройство для мониторинга сконфигурировано для соединения с медицинским устройством и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства, которое предназначено для использования для медицинской процедуры с пациентом; и

если определено, что периферийное устройство с USB соединено с USB устройством мониторинга, определяют, получает ли питание USB периферийное устройство от медицинского устройства, и

если определено, что USB периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором USB периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.

32. Устройство по п.31, в котором указанные команды предназначены также для инструктирования одного или более устройств обработки электрически изолировать USB периферийное устройство от медицинского устройства и пациента, если определено, что USB периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства.

33. Устройство по п.31, в котором при электрической изоляции USB периферийного устройства от медицинского устройства и пациента одна или более сигнальных линий, соединяющих USB периферийное устройство с USB портом устройства мониторинга, отсоединены, а USB порт сконфигурирован для приема USB коннектора периферийного устройства.

34. Устройство по п.33, в котором одна или более сигнальных линий содержит первую USB линию данных, вторую USB линию данных, USB линию питания и USB линию заземления.

35. Устройство по п.31, в котором медицинское устройство содержит USB главное устройство, обеспечивающее подачу питания к устройству мониторинга и к периферийному устройству, при этом устройство мониторинга содержит первый USB коннектор и периферийное устройство содержит второй USB коннектор, а USB главное устройство содержит первый USB порт для приема первого USB коннектора, а устройство мониторинга содержит второй USB порт для приема второго USB коннектора, так что периферийное устройство может быть подключено к устройству мониторинга.

36. Устройство по п.31, в котором устройство мониторинга содержит первый USB порт для приема первого USB коннектора периферийного устройства; второй USB порт для приема второго USB коннектора второго периферийного устройства и USB схему концентратора, сконфигурированную для приема питания от медицинского устройства

и распределения питания первому периферийному устройству и второму периферийному устройству.

37. Устройство по п.35, в котором устройство мониторинга содержит первую схему регистрации тока, подключенную между первым портом USB и USB схемой концентратора; и вторую схему регистрации тока, подключенную между вторым портом USB и USB схемой концентратора.

38. Устройство по п.31, в котором устройство мониторинга содержит схему регистрации тока, которая содержит

операционный усилитель, причем операционный усилитель содержит положительный вход, отрицательный вход и выход схемы регистрации тока;

первый резистор, подключенный между источником питания и положительным входом;

второй резистор, подключенный между заземлением сигнала и положительным входом, причем первый и второй резисторы образуют делитель напряжения между источником питания и заземлением сигнала; и

третий резистор, подключенный между источником питания и отрицательным входом.

39. Устройство по п.38, в котором источник питания содержит источник питания устройства мониторинга, а заземление сигнала содержит заземление сигнала устройства мониторинга.

40. Устройство по п.39, в котором источник питания устройства мониторинга содержит источник питания медицинского устройства или источник питания, который обеспечивает питание от источника питания медицинского устройства.

41. Машиночитаемый носитель, содержащий исполняемые процессором команды для осуществления способа контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, обеспечивающий выполнение

определения, подключена ли универсальная последовательная шина (USB) периферийного устройства к USB устройству мониторинга, причем USB устройство мониторинга содержит одно или более устройств обработки, причем USB устройство мониторинга сконфигурировано для соединения с медицинским устройством и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

если определено, что USB периферийное устройство подключено к USB устройству мониторинга, определяют, получает ли питание USB периферийное устройство от медицинского устройства, и

если определено, что USB периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства, обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором USB периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.

42. Способ контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства и активации сигнала тревоги, содержащий этапы, на которых

определяют, что универсальная последовательная шина (USB) периферийного устройства, подключенная к USB устройству мониторинга, не получает питание от медицинского устройства, причем USB устройство мониторинга сконфигурировано для соединения с медицинским устройством и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

в ответ на определение, что USB периферийное устройство не получает питание от медицинского устройства

обеспечивают указание о потенциально опасном состоянии, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором USB периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту, и

активируют сигнал тревоги.

43. Устройство с универсальной последовательной шиной (USB) для контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства и активации сигнала тревоги, содержащее

запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения команд для исполнения одним или более устройств обработки; и

одно или более устройств обработки, сконфигурированных для выполнения команд, которые побуждают одно или более устройств обработки для

определения, что периферийное устройство с USB, соединенное с USB устройством мониторинга, не получает питания от медицинского устройства, причем USB устройство мониторинга сконфигурировано для соединения с медицинским устройством и для подачи питания от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

в ответ на определение, что USB периферийное устройство не получает питания от медицинского устройства

обеспечивают идентификацию потенциально опасного состояния, причем потенциально опасное

состояние - это состояние, при котором USB периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту; и

активирования сигнала тревоги.

44. Способ контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащий этапы, на которых осуществляют мониторинг первой линии передачи данных универсальной последовательной шины (USB) и второй линии передачи данных USB посредством USB устройства мониторинга, причем USB устройство мониторинга сконфигурировано для соединения с медицинским устройством и для подачи питания от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

если по меньшей мере первая USB линия передачи данных или вторая USB линия передачи данных переходит в состояние с высоким напряжением, осуществляют мониторинг выходного сигнала схемы определения тока, причем выходной сигнал указывает, получают ли питание от медицинского устройства периферийные устройства с USB, подключенные к USB устройству мониторинга, и

если определено, что периферийное устройство с USB не получает питания от медицинского устройства, обеспечивают идентификацию потенциально опасного состояния, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором USB периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.

45. Устройство с универсальной последовательной шиной (USB) для контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащее

схему регистрации тока;

запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения команд для исполнения одним или более устройств обработки; и

одно или более устройств обработки, сконфигурированных для выполнения команд для инструктирования одного или более устройств обработки для

мониторинга первой линии передачи данных USB и второй линии передачи данных USB на USB устройство мониторинга, причем USB устройство мониторинга сконфигурировано для подключения к медицинскому устройству и сконфигурировано для получения питания от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

если по меньшей мере первая USB линия передачи данных или вторая USB линия передачи данных переходит в состояние с высоким напряжением, осуществляют мониторинг выходного сигнала схемы определения тока, причем выходной сигнал указывает, получают ли питание от медицинского устройства периферийные устройства с USB, подключенные к USB устройству мониторинга, и

если определено, что периферийное устройство с USB не получает питания от медицинского устройства, обеспечивают идентификацию потенциально опасного состояния, причем потенциально опасное состояние - это состояние, при котором USB периферийное устройство может получать энергию от источника энергии независимо от медицинского устройства и, таким образом, может предоставлять потенциальный риск пациенту.

46. Устройство с универсальной последовательной шиной (USB) для контроля состояния периферийного устройства на предмет получения напряжения питания от источника энергии независимо от медицинского устройства, содержащее

запоминающее устройство, сконфигурированное для хранения команд для исполнения одним или более устройств обработки;

USB порты, сконфигурированные для приема соответствующих USB коннекторов USB периферийных устройств для соединения соответствующих USB периферийных устройств с USB устройствами мониторинга;

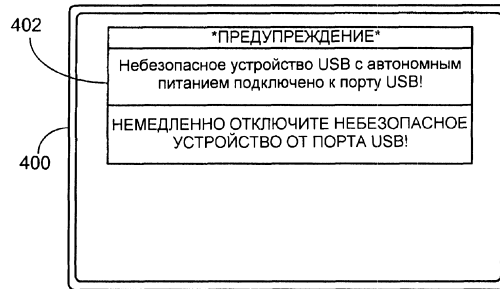
схемы определения тока, соединенные с USB портами и имеющие соответствующие выходы;

USB схему концентратора, соединенную со схемами определения тока и сконфигурированную для приема питания от медицинского устройства и распределения питания USB периферийным устройствам, и формирования сигналов соединений между USB периферийными устройствами и медицинским устройством, при этом USB устройство мониторинга сконфигурировано для соединения с медицинским устройством и для получения питания от медицинского устройства, которое сконфигурировано для использования в медицинской процедуре с пациентом; и

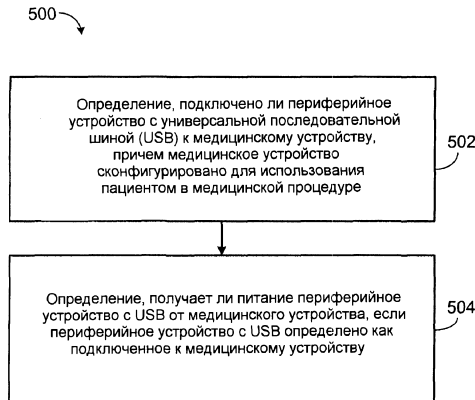
одно или более устройств обработки, сконфигурированных для выполнения команд для инструктирования одного или более устройств обработки для

определения, подключено ли одно или более USB периферийных устройств к USB устройству мониторинга в любом из USB портов; и

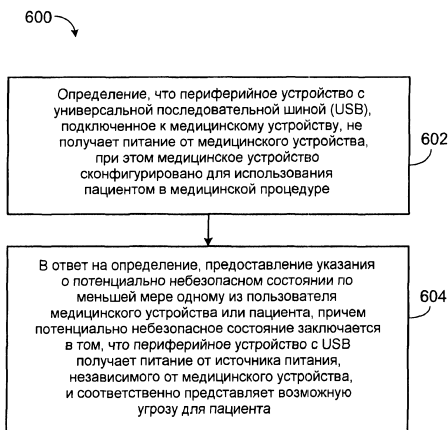
если определено, что одно или более USB периферийных устройств подключено к USB устройству мониторинга, определяют, получает ли питание одно или более USB периферийных устройств от меди-



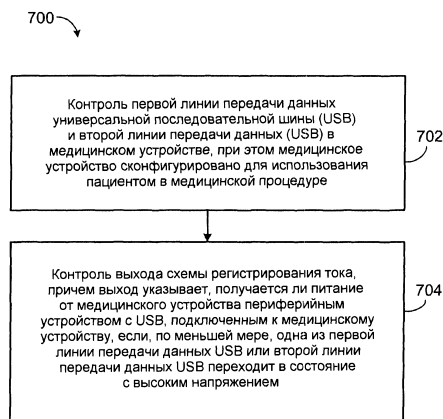
Фиг. 4



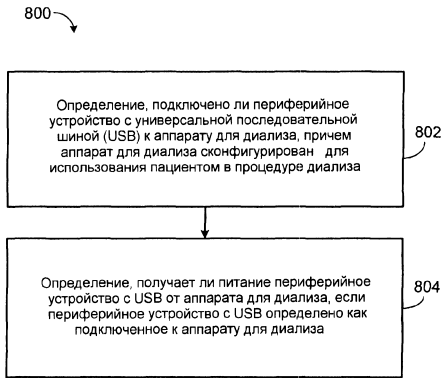
Фиг. 5



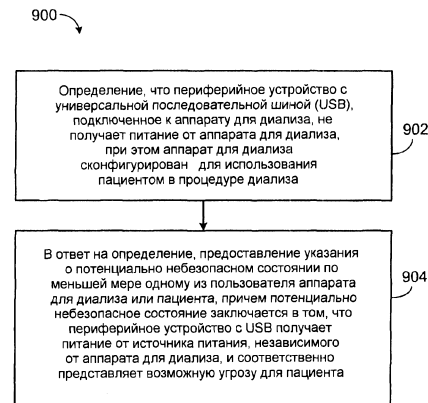
Фиг. 6



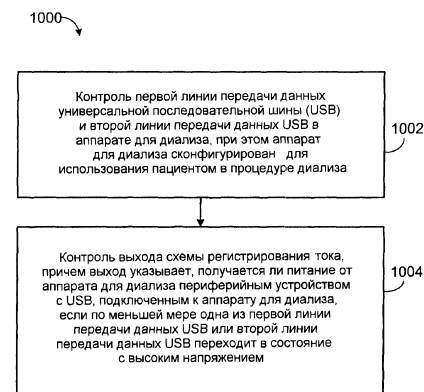
Фиг. 7



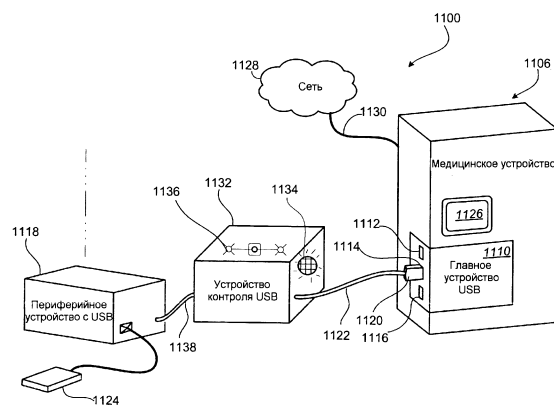
Фиг. 8



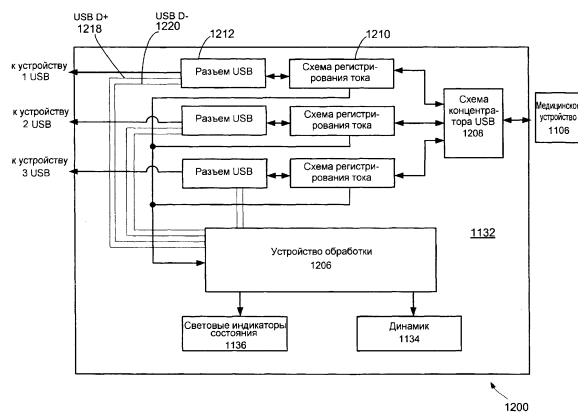
Фиг. 9



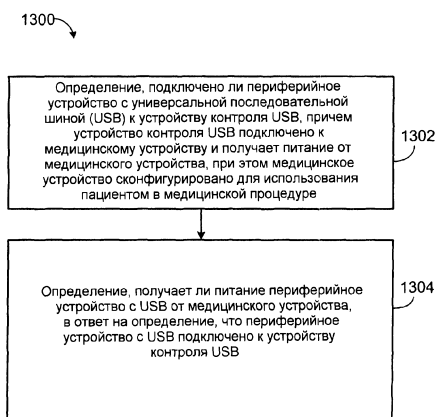
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13