(19) **RU** (11) **2 096 985** (13) **C1**

(51) МПК[6] **A 61 B 5/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93058378/14, 16.09.1993

(30) Приоритет: 21.03.1991 US 672890

(46) Дата публикации: 27.11.1997

(56) Ссылки: US, патент, 4825879, кл.A 61B 5/00, 1989.

(86) Заявка PCT:
US 92/01894 (05.03.92)

(71) Заявитель:
Мэсимо Корпорейшн (US)

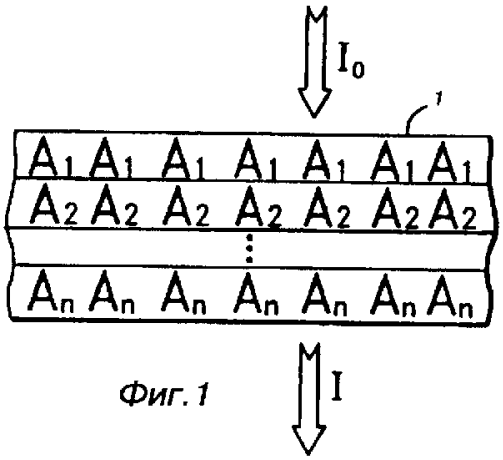
(72) Изобретатель: **Диаб Мохамед К.[US], Киани-Азарбай-Джани Эсмайэл[US]**

(73) Патентообладатель:
Мэсимо Корпорейшн (US)

(54) ДАТЧИК С НИЗКИМ УРОВНЕМ ШУМА И СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ ЭНЕРГИИ

(57) Реферат:

Использование: изобретение относится к медицинской технике и может быть использовано при регистрации энергии, прошедшей через исследуемый материал. Сущность изобретения: устройство для регистрации энергии содержит опорную поверхность для поддержания исследуемого материала, на которой выполнено входное отверстие. Исследуемый материал располагают на опорной поверхности так, что он перекрывает это отверстие и частично попадает в полость отверстия. При этом уменьшаются искажения сжимаемого материала над отверстием. Источник энергии размещен с обеспечением подачи энергии через материал, входное отверстие на детектор. 2 с. и 21 з.п. ф-лы, 25 ил.



Фиг. 1

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

(19) **RU** (11) **2 096 985** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[6] **A 61 B 5/02**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 93058378/14, 16.09.1993

(30) Priority: 21.03.1991 US 672890

(46) Date of publication: 27.11.1997

(86) PCT application:
US 92/01894 (05.03.92)

(71) Applicant:
Mehsimo Korporejshn (US)

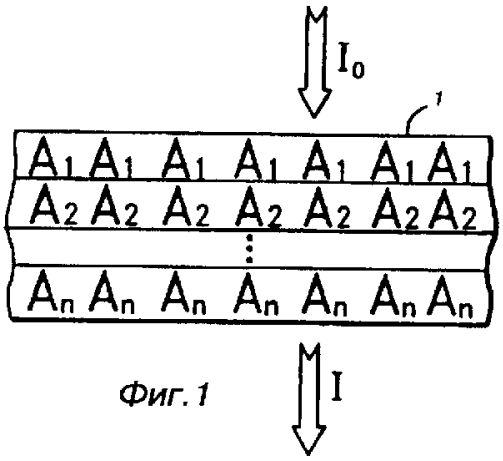
(72) Inventor: Diab Mokhamed K.[US],
Kiani-Azarbaj-Dzhani Ehsmajehl[US]

(73) Proprietor:
Mehsimo Korporejshn (US)

(54) GAGE AND METHOD FOR RECORDING ENERGY WITH LOW NOISE LEVEL

(57) Abstract:

FIELD: medical engineering. SUBSTANCE: device has bearing surface for supporting material under study with inlet opening. The material under study is positioned on the bearing surface so that it covers the opening and partially fills its cavity. It leads to reducing distortion of compressed material above the opening. Power supply source is-set to maintain power delivery through the material and inlet opening to detector. EFFECT: enhanced accuracy of measurements. 23 cl, 25 dwg



Фиг. 1

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

Изобретение относится к устройствам и способу регистрации энергии, прошедшей через исследуемый материал. Более конкретно, это изобретение относится к снижению уровня шумов в сигналах посредством улучшенного механизма регистрации.

Энергия часто передается через среду или отражается от среды для определения ее характеристики. Например, в области медицины, вместо того, чтобы извлекать материал из тела пациента для исследования его, можно направить энергию света или звука на тело пациента, а прошедшую (или отраженную) энергию можно измерить для получения информации о материале, через который прошел свет или звук. Этот вид невнедряющегося измерения более удобен для пациента и его можно быстро осуществить.

Часто требуется невнедряющееся физиологическое отслеживание функций человеческого тела. Например, во время хирургической операции часто отслеживаются кровяное давление, поступление кислорода в организм человека или насыщение крови кислородом. Такие измерения часто осуществляются с помощью невнедряющихся методов, где оценки делаются посредством измерения отношения падающего света к свету, прошедшему (или отраженному) через участок тела, например, через палец или мочку уха или лоб.

Прохождение оптической энергии, проходящей через тело, сильно зависит от толщины материала, через который проходит свет, или от оптической длины пути. Обычно многие части тела пациента являются мягкими и сжимаемыми. Например, палец содержит кожу, мышцы, ткани, кости, кровь и т.д. Хотя кость относительно несжимаема, ткани, мышцы и т.д. легко сжимаются при давлении на палец, как это часто бывает при движении пальца. Таким образом, если направить энергию света на палец, а при движении пациента меняется форма пальца от сжатия его, оптическая длина пути меняется. Поскольку обычно пациент передвигается хаотично, то и сжатие пальца также происходит хаотично. Это приводит к тому, что и оптическая длина пути меняется хаотично, а это приводит к трудностям в интерпретации измеряемого сигнала.

Были разработаны многие типы мониторов в попытках получить четкий и различимый сигнал, когда энергия проходит через среду, например, через палец или другой участок тела. В обычных оптических датчиках светоизлучающий диод (СИД) размещается на одной стороне среды, тогда как фотодетектор размещается на противоположной стороне среды. Многие оптические датчики предыдущих разработок спроектированы для использования в тех случаях, когда пациент относительно неподвижен, поскольку, как описано выше, вызванные движением шумы сильно искажают измеряемый сигнал. Обычно датчики конструируются таким образом, чтобы максимально увеличить контакт между СИД и средой и между фотодетектором и средой для обеспечения сильной оптической связи между ними, тем самым генерируя выходной сигнал большой интенсивности. Таким образом, сильный четкий сигнал можно передавать через среду, когда пациент в основном неподвижен.

Например, в патенте США N 4.880.306, выданном Джейбу и др. описывается оптический датчик для импульсного оксиметра и монитор для определения насыщения крови кислородом, содержащий корпус с плоской нижней поверхностью, имеющий центральный выступ, в котором смонтирован ряд СИД и оптический детектор. Когда датчик размещается на тканях пациента, СИД и детектор прижимаются к телу для обеспечения улучшенной оптической связи датчика с кожей. В другой реализации (фиг. 4, а и 4,б в патенте Джейба) СИД и детектор располагаются внутри центральной камеры, обычно горизонтально размещенной относительно тканей, на которых помещается датчик. Набор зеркал и призм направляет свет от СИД на ткани через полимерный уплотнитель, находящийся внутри камеры, причем уплотнитель обеспечивает контакт с тканями для хорошей оптической связи.

В патенте США N 4.825.879, выданном Тану и др. описывается оптический датчик, выполненный в форме буквы Т, где вертикальный стержень и горизонтальная поперечина используются для обеспечения оптического контакта между источником света и оптическим датчиком и пальцем. Источник света размещен в отверстии на одной стороне вертикального стержня, тогда как датчик размещен в отверстии на другой стороне вертикального стержня. Стержень съюстирован относительно пальца и согнут так, что источник света и датчик находятся на противоположных сторонах пальца. Затем поперечина обертывается вокруг пальца для закрепления, что обеспечивает контакт источника света и датчика с пальцем.

В патенте США N 4.380.240, выданном Йебсису и др. описывается оптический датчик, где источник света и детектор включены в каналы внутри немного деформируемой монтажной структуры, прикрепленной к ленте. Кольцевые клейкие ленты размещены над источником и детектором. Источник света и детектор неподвижно прикреплены к поверхности тела посредством с усилием натянутых клейких лент. Альтернативный вариант реализации обеспечивает уплотнение под давлением путем всасывания участка тела для контакта с источником света и детектором.

В патенте США N 4.865.038, выданном Ричу и др. описывается оптический датчик, имеющий чрезвычайно тонкое сечение для гибкости. СИД и фотодетектор на красителе размещены на гибкой плате печатной схемы и внедрены в эпоксидную основу. Прокладка, имеющая круглые отверстия, размещенные соосно с СИД и фотодетектором, помещена на открытой плате схемы. Прозрачная верхняя крышка помещена над прокладкой и уплотнена посредством нижней крышки, помещенной под платой схемы, что герметизирует датчик от загрязнения. Для того, чтобы закрепить устройство, можно добавить жесткий гребень. Гибкость устройства позволяет зажиматься ему в теле, что заставляет эпоксидную основу над СИД и фотодетектор выдаваться через отверстия в прокладке и давить на верхнюю крышку для обеспечения хорошего оптического контакта с телом.

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

В патенте N 4.907.594, выданном Музу, описывается оптический датчик, где прорезиненная оболочка с двумя стенками укреплена на пальце. Насос размещается на кончике пальца так, что можно образовать камеру, находящуюся под давлением, между 2-мя стенками. Это приводит СИД и фотодетектор, находящиеся во внутренней стенке, в контакт с пальцем.

Каждый из описанных выше оптических датчиков предназначен для получения сильного измеряемого сигнала на входе фотодетектора путем оптимизации контакта между СИД, пациентом и датчиком. Однако эта оптимизация приводит к тому, что сжимаемые участки тела пациента входят в контакт с давящими на них поверхностями при движении. Это может привести к резким изменениям толщины материала, через который проходит энергия света, т.е. к изменениям оптической длины пути. Изменения оптической длины пути могут создавать значительные искажения в измеряемом сигнале, что затрудняет получение необходимой информации или делает это невозможным.

Задача изобретения создание датчика регистрации сигнала, обеспечивающего прохождение сигнала через исследуемый материал и измерение его с исключением шумов, вызванных движением этого материала, т.е. создание датчика, обеспечивающего точное измерение сигнала, проходящего различные длины пути в материале.

Изобретение представляет собой датчик для использования в измерениях поглощения (или отражения) энергии как внедряющимся, так и невнедряющимся способами. Корпус датчика имеет форму, в основном соответствующую материалу, на котором производятся измерения, например, участку тела пациента пальцу, мочке уха, лбу, пальцу ноги, любому органу или части тканей. Корпус имеет входное отверстие в камеру. Детектор, например, фотодетектор, смонтирован внутри камеры, обычно на дне камеры. Материал, на котором производятся измерения, размещается на корпусе так, что любой сжимаемый участок материала размещается в непосредственном соприкосновении с камерой. Таким образом, сжимаемая часть материала либо находится над камерой, либо входит в нее. Камера имеет достаточную глубину, так, что любой материал, входящий в камеру, не контактирует с чем-либо, вызывающим сжатие.

Источник света, например СИД, прикреплен к материалу напротив фотодетектора. СИД излучает световую энергию, которая распространяется через материал и поглощается им по оптической длине пути или по толщине материала, через который проходит свет. Ослабленный сигнал световой энергии проходит из материала в камеру. Когда свет проходит через материал, он рассеивается материалом и таким образом поступает в камеру под самыми разными углами. Фотодетектор формирует электрический сигнал, его интенсивность. Электрический сигнал вводится в устройство обработки, которое анализирует сигнал для получения информации относительно среды, через которую прошла энергия.

Датчик согласно изобретению не входит в непосредственный контакт с фотодетектором и материалом. Хотя это приводит к оптической связи меньшей, чем оптимальная и таким образом к меньшей интенсивности выходного сигнала, это позволяет легко сжимаемым участкам материала, через которые проходит световая энергия, оставаться в камере и не сжиматься. Это приводит к меньшим нарушениям оптической длины пути между источником света и детектором. Поскольку СИД обычно съюстирован относительно камеры и фотодетектора, сигнал световой энергии проходит через участок материала, находящийся над камерой или расположенный внутри камеры. Камера дает возможность сжимаемой части материала оставаться в основном несжатой даже во время движения, поскольку ничто внутри камеры не входит в физический контакт с материалом, через который проходит световая энергия. Таким образом, толщина материала или длина оптического пути стабилизируется, что улучшает исключение шума из измеряемого сигнала. Интенсивность сигнала, принимаемого фотодетектором, можно повысить путем излучения света с более высокой интенсивностью СИД для компенсации потерь в камере и потерь из-за плохой оптической связи. Таким образом, датчик согласно данному изобретению формирует сильный, четкий сигнал, в котором шумы, вызванные движением, или артефакты движения, значительно снижены.

В другом варианте этого изобретения СИД можно установить внутри камеры, обычно на дне камеры. Материал размещается над датчиком, а фотодетектор прикрепляется к материалу напротив камеры. Камеры служат для того, чтобы не сжимались легко сжимаемые участки материала, через которые проходит световая энергия, даже во время движения. Другой вариант реализации, имеющий СИД внутри камеры, это датчик, в котором узел с коллиматорной линзой также включен в состав камеры. Узел с линзой размещен достаточно глубоко внутри камеры так, что любой участок материала, который исследуется и проникает в камеру, не контактирует с узлом линзы. Узел коллиматорной линзы фокусирует световой пучок от СИД на материале, что уменьшает рассеивание сигнала, поступающего в камеру и на поверхность фотодетектора, а это позволяет более эффективно использовать фотодетектор.

Еще в одном варианте реализации изобретения фотодетектор установлен внутри камеры, обычно на дне камеры. Материал размещается непосредственно рядом с датчиком, а СИД прикрепляется к материалу напротив камеры. Собирающая свет линза размещается внутри камеры, над фотодетектором, оставляя достаточно места внутри камеры для того, чтобы любой легко сжимаемый материал мог войти в камеру, не сжимаясь и не контактируя с линзой. Линза собирает свет рассеянный материалом, и направляет этот свет на поверхность фотодетектора, что приводит к более сильному измеряемому сигналу.

На фиг.1 показана схематично среда, содержащая N различных составляющих; на фиг. 2 показан идеальный плетисмографический сигнал, который мог бы

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

быть измерен оптически датчиком согласно изобретению при использовании в импульсной оксиметрии; на фиг.3 реальный сигнал, измеряемый оптическим датчиком согласно изобретению при использовании в импульсной оксиметрии; на фиг.4 - датчик согласно изобретению, имеющий одну камеру, вид в перспективе; на фиг. 5 оптический датчик согласно изобретению, сечение, показывающее камеру на фиг.4, содержащую детектор; на фиг.6 датчик, имеющий детектор, расположенный на оболочке материала корпуса, сечение; на фиг.7 датчик, содержащий собирающую свет линзу, сечение; на фиг.8 датчик, имеющий внутри СИД, сечение; на фиг.9 датчик, включающий коллиматорную линзу, сечение; на фиг.10 датчик, где СИД и детектор не съюстированы относительно центральной оси камеры, сечение; на фиг.11 датчик, имеющий камеру с двумя частями, вид в перспективе другого варианта реализации изобретения; на фиг.12 датчик, содержащий камеру с двумя частями, внутри которых размещен детектор, сечение на фиг.11; на фиг.13 датчик, содержащий переднюю собирающую линзу в камере с двумя частями, сечение на фиг.11; на фиг.14 датчик согласно изобретению, имеющий камеру с тремя частями, вид в перспективе; на фиг.15 датчик, содержащий камеру с тремя частями, внутри которых помещен детектор, сечение на фиг.14; на фиг.16 -датчик, содержащий коллиматорную линзу, сечение на фиг.14; на фиг.17 датчик согласно изобретению, специально сконструированный для использования на пальце, вид в перспективе; на фиг. 18 схематически показан палец, имеющей ноготь, кожу, кости, ткани, мышцу, кровь и т.д. на фиг.19 - датчик, сечение на фиг.17; на фиг. 20 датчик, продольное сечение на фиг.17; на фиг.21 датчик, содержащий переднюю собирающую линзу, сечение на фиг.17; на фиг.22 датчик согласно изобретению, предназначенный для измерений коэффициента отражения, сечение; на фиг.23 датчик, который используется для невнедряющихся измерений, когда материал способен сжиматься более чем с одной стороны, сечение. Датчик имеет два корпуса, каждый из которых имеет камеру для размещения детектора или источника энергии, что снижает артефакты движения; на фиг.24 датчик, имеющий в основном коническую камеру с отражающей поверхностью, которая концентрирует энергию или сводит ее в воронку и направляет на поверхность детектора, находящегося внутри камеры, что улучшает измеряемый сигнал, сечение; на фиг. 25 схематическое изображение одной системы, которая может использовать датчик согласно изобретению.

Исследование материала часто бывает полезным, когда трудно или дорого получить и исследовать образец материала. Например, при физиологических измерениях часто желательно отслеживать состояние пациента, не беря на анализ его кровь или частей тканей. Для определения данных о материале, через который проходит энергия можно использовать известные характеристики поглощения энергии, проходящей через материал. Энергию направляют на материал, а измеряется энергия, либо прошедшая через материал, либо им отраженная.

Амплитуда измеряемого сигнала в высшей степени зависит от толщины материала, через который проходит энергия, или от оптической длины пути. Схематическая среда 1 содержит N различных составляющих от A_1 до A_N как показано на фиг.1. Энергия, прошедшая через среду 1, ослабляется приблизительно согласно уравнению:

$$I=I_o e^{-\sum_{i=1}^{N} \epsilon_i c_i x_i} \quad (1),$$

где ε_i это коэффициент поглощения i-ой составляющей; x_i - толщина i-ой составляющей, через которую проходит световая энергия или оптическая длина пути i-ой составляющей; и c_i концентрация i-ой составляющей в толщине x_i.

Поскольку поглощение энергии сильно зависит от толщин составляющих от A_1 до A_N, которые составляют среду 1, то при изменении толщины среды 1, например, из-за движения и, следовательно, толщины отдельных составляющих от A_1 до A_N, изменяются и характеристики поглощения среды 1.

Часто среда 1 подвержена случайным или хаотическим движениям. Например, если она представляет собой легко сжимаемый участок тела пациента, а пациент совершает движения, то среда 1 сжимается хаотически, а значит хаотически меняются толщины отдельных слоев от X_1 до X_N составляющих от A_1 до A_N. Эти хаотические движения могут вызвать сильные отклонения измеряемого сигнала и могут сильно затруднить определение желательного сигнала, и не связанного с шумами, вызванными движением, или с артефактами движения.

Например, на фиг.2 показан идеальный желательный сигнал, обозначенный y и измеренный при одном применении данного изобретения, а именно при импульсной оксиметрии. На фиг.3 показан более реальный измеряемый колебательный процесс S, также измеряемый методом импульсной оксиметрии, содержащий идеальный сигнал y плюс шумы, вызванные движением n, т.е. S Y+n. Легко видеть, как артефакты движения заменяют желательную часть сигнала Y.

На фиг. 4 вид в перспективе оптического датчика 2 согласно изобретению, который в значительной степени уменьшает действие артефактов движения на измеряемый сигнал. На фиг.5 показано сечение оптического датчика 2, проведенное по линии 4-4 на фиг.4. Для ясности в перспективе на фиг.4 материал 3, на котором должны производиться измерения, не показан рядом с датчиком 2. Однако материал 3, показанный на фиг.4 и 5 показывает, что корпус 4, имеющий верхнюю часть 5, днище 6, передний конец 7 и задний конец 8, сделан из материала, который желательно должен быть жестким и светонепроницаемым. Понятно, что датчик 2 можно изготовить из материалов, которые могут быть жесткими, упругими, светонепроницаемыми или прозрачными.

Отверстие 9 образовано в верхней части 5 корпуса 4. Обычно отверстие 9 размещается в точке между одной четвертой и половиной

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

длины корпуса 4. Отверстие 9 может быть любой формы, включая, но не ограничиваясь этим, круг, квадрат или треугольник, и образует вход в камеру 10, которая также может быть любой формы. Боковое сечение (не показано) камеры 10 обычно имеет ту же форму, что и отверстие. Центральная ось 11 камеры 10 определяется линией, съюстированной перпендикулярно отверстию 9 и проходящей в основном через центральную часть этого отверстия.

Источник света 12 обычно светоизлучающий диод (СИД), прикреплен к материалу 3, съюстированному вдоль центральной оси 11 камеры 10 напротив этой камеры. Обычно клейкий материал, например медицинская лента, используется для прикрепления СИД 12 к материалу 3. Детектор 13, например, фотодетектор, размещен внутри камеры 10. Центральная часть фотодетектора 13 обычно съюстирована относительно центральной оси 11 камеры 10 и находится на днище 6 камеры 10. Фотодетектор можно установить внутри камеры 10 посредством разных способов, включая, но не ограничиваясь этим, применение клейкого вещества, прессовой посадки или прозрачной эпоксидной смолы, которые пропускают свет в широком диапазоне представляющих интерес длин волн. Обычно независимо от того, каким образом фотодетектор 13 размещается внутри камеры 10, нижняя поверхность 6 камеры делается светонепроницаемой, например, посредством прессовой посадки или посредством краски.

Часто бывает, что материалы 3, на которых производятся измерения поглощения, как минимум отчасти легко сжимаемы. Любая легко сжимаемая часть материала 3 размещена в непосредственном соприкосновении с камерой 10. Область, окружающая отверстие 9, поддерживает материал, примыкающий к камере 10. Камера достаточно широка, так что любая сжимаемая часть материала 3, помещенная над отверстием 9, может войти в камеру. Таким образом, материал 3 может находиться над камерой 10 или слегка проникать в нее и тем самым он оказывается защищен от пертурбаций, сжимающих материал, например, от давления, вызванного прикосновением к материалу.

Камера 10 имеет достаточную глубину, так что фотодетектор 13 и днище 6 камеры не приходят в соприкосновение с легко сжимаемой частью материала 3, даже если материал подвержен движению. Таким образом, вдоль центральной оси 11 камеры 10 ничего не приходит в физический контакт с легко сжимаемой частью материала 3 и ничто не заставляет его сжиматься. При небольшом сжатии или при отсутствии сжатия материала 3 в этой области существенно стабилизируется толщина его или оптическая длина пути световой энергии, проходящей через материал 3.

СИД 12 излучает свет на известной длине волны. Свет проходит через материал 3, а ослабленный сигнал поступает в камеру 10 и принимается фотодетектором 13. Когда свет, излучаемый СИД, проходит через материал 3 он рассеивается материалом и поступает в камеру 10 под самыми различными углами. Таким образом, некоторая часть света падает на светонепроницаемые стенки 14 камеры и поглощается. Хотя сигнал проходит большее оптическое расстояние прежде, чем достигнет фотодетектора 13, находящегося на днище камеры 6, чем в случае, если бы фотодетектор 13 непосредственно примыкал к материалу 3, получающееся ухудшение интенсивности сигнала компенсируется за счет стабилизации оптической длины пути и за счет соответствующего снижения шумов в измеряемом сигнале. Фотодетектор 13 формирует электрический сигнал, являющийся показателем интенсивности световой энергии, падающей на фотодетектор. Электрический сигнал вводится в устройство обработки, которое анализирует сигнал с целью определения характеристик материала 3, через которое прошла световая энергия.

Помогает улучшить качество сигнала и светонепроницаемость корпуса 4, поглощающего окружающий свет, который мог бы наложиться на сигнал, измеряемый фотодетектором 13. Кроме того, светонепроницаемое днище 6 камеры 10 защищает фотодетектор от окружающего света, который может затенить желательный сигнал, измеряемый фотодетектором. Таким образом, фотодетектор 13 может осуществлять точные измерения интенсивности ослабленного сигнала.

Альтернативный вариант реализации камеры 10 показан в переднем сечении на фиг.7. Оболочка 15 корпуса 4 накрывает днище 6 камеры 10. Фотодетектор 13 установлен на оболочке 15 внутри камеры 10. Фотодетектор 13 съюстирован относительно СИД 12. Фотодетектор имеет электрическую связь с устройством обработки через малое отверстие (не показано) в оболочке 15. Оболочка защищает фотодетектор от окружающего света, который может серьезно ухудшить точность сигнала, измеряемого фотодетектором. Днище 6 камеры 10 может быть образовано посредством оболочки или без нее в любом варианте реализации датчика согласно изобретению.

На фиг.7 показано переднее сечение другого варианта реализации датчика 2 изобретения, где передняя собирающая линза 16 размещена внутри камеры 10 между материалом 3, который находится над камерой или входит в нее, и фотодетектором 13. Линза 16 имеет одну в основном плоскую поверхность 17, съюстированную параллельно относительно отверстия 9 на верхней части 5 корпуса 4 и расположена достаточно глубоко внутри камеры 10, так что любой материал 3, входящий в камеру, не приходит в контакт с плоской поверхностью 17 линзы 16. Другая поверхность 18 линзы 16 в основном выпуклая и имеет вершину, направленную к фотодетектору 13, расположенному на днище 6 камеры. Линза 16 может удерживаться в камере 10 посредством ряда средств, включая, но не ограничиваясь этим, оптическое клейкое вещество, удерживающее кольцо или прессовую посадку. Камера 10 действует таким же образом, как описано выше, для того, чтобы стабилизировать оптическую длину пути и уменьшить артефакт движения. Передняя собирающая линза 16 собирает большое количество света, проходящего через материал 3, и направляет на

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

фотодетектор. Это формирует более сильный измеряемый сигнал.

На фиг. 8 показан другой вариант реализации датчика 2 согласно данному изобретению, где фотодетектор 13 и СИД 12 взаимно меняют свои положения. СИД размещается внутри камеры 10, обычно на днище 6, и в основном съюстирован относительно центральной оси 11. СИД можно закрепить внутри камеры 10 разными методами, включая, но не ограничиваясь этим прессовую посадку, клейкое вещество или прозрачную эпоксидную смолу, которые пропускают свет в диапазоне представляющих интерес длин волн, например, около длины волны, на которой излучает СИД. Материал 3 расположен на корпусе 4, который содержит сжимаемую часть материала, непосредственно примыкающую к камере 10. Фотодетектор 13 установлен на материале 3 напротив СИД 12, так что СИД, фотодетектор и камера съюстированы вдоль центральной оси 11 камеры. Обычно фотодетектор 13 крепится светонепроницаемым материалом. Например, он может крепиться к материалу 3 посредством светонепроницаемой ленты, что ограничивает ухудшение сигнала, вызванное окружающим светом, при этом фотодетектор электрически подсоединен к устройству обработки.

Датчик 2 согласно изобретению функционирует в основном идентично реализации датчика, имеющего фотодетектор 13, размещенный в камере 10. Камера 10 стабилизирует оптическую длину пути, давая возможность легко сжимаемым участкам материала 3 находиться над камерой или входить в нее, что стабилизирует оптическую длину пути и значительно снижает артефакты движения. Это условие сохраняется независимо от того, находится внутри камеры фотодетектор или СИД.

На фиг.9 показан разрез другого варианта датчика 2 согласно изобретению, где СИД 12 расположен внутри камеры 10. Узел коллиматорной линзы 19 размещен внутри камеры между материалом 3, находящимся над камерой или входящим в нее, и СИД 12. Коллиматорные линзы хорошо знакомы специалистам и, поэтому узел линзы схематически представлен на фиг.9. Коллиматорная линза 19 размещена достаточно глубоко внутри камеры 10, так что любой материал 3, проникающий в камеру, не входит в соприкосновение с линзой. Линза 19 может удерживаться в камере 10 посредством ряда методов, включая, но не ограничиваясь этим, оптическое клейкое вещество, кольцо, удерживающее линзу, или прессованную посадку. Камера 10 функционирует таким же образом, как описано выше, для стабилизации оптической длины пути и для снижения артефактов движения. Коллиматорная линза 19 фокусирует свет, излучаемый СИД 12, на материал 3 над камерой 10, что уменьшает рассеивание сигнала, поступающего на поверхность фотодетектора 13. Это позволяет более эффективно использовать фотодетектор.

На фиг. 10 показан другой вариант реализации датчика 2 изобретения, где СИД 12 и фотодетектор 13 не съюстированы вдоль центральной оси 11 камеры 10. Свет рассеивается внутри материала 3, и поэтому как минимум часть света, излучаемого СИД, достигает фотодетектор. Пока свет, излучаемый СИД 12 и рассеиваемый материалом, поступает на фотодетектор 13 с интенсивностью, достаточной для проведения измерений, СИД и фотодетектор не нужно юстировать. Когда юстировка СИД 12 и фотодетектора 13 вдоль одной и той же оси направляет свет, излучаемый СИД, непосредственно на фотодетектор 13, нет необходимости применять датчик изобретения. В некоторых случаях разъюстировка может быть даже полезна. Понятно, что это условие сохраняется для любого варианта реализации датчика согласно изобретению. Кроме того, понятно, что фотодетектор, заполняющий ширину камеры 10, полезен в том смысле, что большее количество света, направляемого в камеру, будет падать на поверхность фотодетектора, что дает более сильный измеряемый сигнал. Однако приемлем фотодетектор 13 любых размеров, принимающий энергию, достаточную для формирования адекватно сильного измеряемого сигнала. Понятно, что это условие сохраняется для любого варианта реализации датчика согласно изобретению.

Вид в перспективе другого варианта реализации датчика 20 согласно изобретению, содержащего камеру 21 с несколькими частями, показан на фиг.1. На фиг.12 показано сечение датчика 20 изобретения, сделанного вдоль линии 11-11 на фиг.11. Для ясности перспективного вида на фиг.11 материал 22, на котором производятся измерения, не показан рядом с датчиком 20. Однако материал 22 показан примыкающим к датчику 20 на фиг.12.

На фиг. 11 и 12 корпус 23, имеющий верхнюю часть 24, днище 25, передний конец 26 и задний конец 27, выполнен из материала, желательно жесткого и светонепроницаемого. Однако понятно, что датчик 20 может быть выполнен из материалов, которые могут быть жесткими, упругими, светонепроницаемыми или прозрачными. Отверстие 28 произвольной формы образовано в отношении датчика 2 на фиг.4-10. Отверстие 28 образует доступ к стабилизирующей части 29 камеры 21. Боковое сечение (не показано) стабилизирующей части 29 камеры 21 обычно имеет ту же форму, что и отверстие 28. Центральная ось 30 камеры 21 определяется линией, съютированной в основном перпендикулярно отверстию 28 и проходящей в основном через центральную часть отверстия и камеры.

Монтажная часть 31 размещена, непосредственно примыкая к стабилизирующей части 29 и ниже нее, соединяясь со стабилизирующей частью посредством кромки 32. Монтажная часть 31 находится на центральной оси 30 стабилизирующей части 29 и обычно имеет меньшую ширину. Стенки 33 монтажной части в основном параллельны центральной оси 30. Монтажная часть 31 может проходить через днище 25 корпуса 23, как показано на фиг.12, или же она может проходить прямо над днищем 25, оставляя оболочку (не показано) материала корпуса на днище камеры.

Фотодетектор 34 размещен в монтажной части 31 камеры, обычно у днища, причем центральная часть фотодетектора 34 в

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

основном съюстирована относительно центральной оси 30 камеры 21. Монтажная часть камеры имеет достаточную глубину, так что фотодетектор 34 не проникает в стабилизирующую часть 29 камеры. Фотодетектор 34 может закрепляться внутри камеры 21 путем ряда различных методов, включая, но не ограничиваясь этим, применение клейкого вещества, прессовой посадки или прозрачной эпоксидной смолы, которая пропускает свет в широком диапазоне интересующих нас длин волн. Обычно днище 25 камеры делается светонепроницаемым с помощью краски или ленты, например, или путем оставления оболочки (не показано) корпуса 23 на днище камеры. Фотодетектор 34 имеет электрическое соединение с устройством обработки аналогично фотодетектору 13 в предыдущем варианте реализации датчика 2 согласно изобретению.

Поглощающий энергию материал 22 размещается над корпусом 23, как показано на сечении фиг.12. Часть материала 22 может располагаться над камерой 21. Кроме того, стабилизирующая часть 29 камеры достаточно широка, так что любая легко сжимаемая часть материала может проникать внутрь стабилизирующей части камеры 21.

Стабилизирующая часть 29 камеры имеет достаточную глубину, так что часть материала 22, проникающая внутрь стабилизирующей части не входит в соприкосновение с элементами внутри этой части, которые могут вызвать сжатие материала.

Светодиод (СИД) 35 прикреплен к материалу 22 напротив отверстия 28. СИД съюстирован вдоль центральной оси 30 для оптимизации количества энергии света, падающего непосредственно через материал на фотодетектор 34. Однако понятно, что положение фотодетектора и СИД можно заменить, как обсуждалось в соответствии с фиг. 8. Кроме того, коллиматорная линза (не показана) может быть добавлена к камере 21, как описывалось в отношении фиг.9. Коллиматорная линза может удерживаться в камере аналогично собирающей линзе 36, описанной ниже. СИД 35 и фотодетектор могут быть несъюстированными, как описывалось в связи с фиг.10.

Когда свет, излучаемый СИД 35, проходит через материал 22, он рассеивается материалом и тем самым передается в камеру 21 в широком диапазоне углов падения. Таким образом, некоторая часть света падает на светонепроницаемые стенки 37 и 33 камеры 21 и поглощается. Однако успешная юстировка фотодетектора 34 и СИД 35 вдоль центральной оси 30 заставляет большую часть света падать на поверхность фотодетектора. Поскольку материал 22 остается в основном в несжатом состоянии над стабилизирующей частью 29 и внутри него, толщина, через которую проходит свет, или оптическая длина пути, в основном стабилизируется. Таким образом, точность измеряемого сигнала улучшается за счет подавления артефактов движения благодаря камере 21.

В другом варианте реализации датчика 20 передняя собирающая линза 36 вставлена внутрь камеры 21, как показано на сечении фиг.13. Линза поддерживается на кромке 32 между стабилизирующей и монтажной частями. Линзу можно удерживать на месте посредством ряда методов, включая, но не ограничиваясь этим, оптическое клейкое вещество, удерживающее кольцо или прессовую посадку. Линза 36 имеет в основном плоскую поверхность 38, съюстированную относительно кромки 32 между стабилизирующей и монтажной частями и в основном выпуклой поверхностью 39, входящей в монтажную часть 31 камеры 21. Стабилизирующая часть 29 камеры достаточно глубока, чтобы линза 36 не входила в контакт с любым сжимаемым материалом 22, который мог бы внедриться в камеру 21.

Линза 36 собирает свет, падающий на плоскую поверхность 38. Большое количество света, падающего на эту поверхность под углами, под которыми свет мог бы поглотиться стенками 37 и 33 камеры, если линза отсутствовала, теперь направляется к фотодетектору. Таким образом, большее процентное отношение света, прошедшего через материал 22, падает на фотодетектор 34, что приводит к более сильному измеряемому сигналу.

Вид в перспективе другого варианта реализации датчика 40 изобретения, содержащего камеру 41, имеющую части 42, 43 и 44, показан на фиг.14. Датчик 40 имеет корпус 45 с верхней частью 46, днищем 47, передним концом 48 и задним концом 49. Обычно корпус 45 выполнен из твердого светонепроницаемого материала. Однако его можно выполнить из других материалов, которые могут быть твердыми, или, например, упругими, светонепрозрачными или прозрачными. Вид в сечении камеры 41 данного варианта реализации показан на фиг.15. Для понимания вида в перспективе на фиг.14 материал 50, на котором производятся измерения, показан не примыкающим к датчику 40. Однако материал 50 показан в сечении на фиг.14. Отверстие 51 произвольной формы образовано в корпусе 45 аналогично отверстиям 9 и 28, описанным выше. Отверстие 51 образует доступ к стабилизирующей части 42 камеры 41. Боковое сечение (не показано) стабилизирующей части 42 камеры обычно имеет ту же форму, что и отверстие 51. Стенки 52 стабилизирующей части в основном перпендикулярны относительно плоскости отверстия 51. Центральная ось 53 камеры определяется линией, расположенной перпендикулярно плоскости отверстия 51 и проходящей в основном через центральную часть этого отверстия и камеры 41.

Промежуточная часть 43 камеры примыкает к стабилизирующей части 42. Верхняя кромка 54 образована между промежуточной и стабилизирующей частями камеры 41. Промежуточная часть 43 расположена по той же самой центральной оси 53, что и стабилизирующая часть. Стенки 55 направлены под углом так, что нижняя кромка 56 промежуточной части 43 имеет меньшие размеры, чем верхняя кромка 54.

Нижняя часть 56 промежуточной части 43 ведет в монтажную часть 44 камеры 41. Монтажная часть расположена по той же самой центральной оси 53 стабилизирующей и промежуточной частей и обычно имеет меньшую ширину, чем у стабилизирующей и промежуточной частей 42 и 43. Стенки 57

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

монтажной части 44 обычно параллельны центральной оси 53. Таким образом, любое сечение монтажной части 44, проведенное перпендикулярно центральной оси камеры 41, имеет обычно ту же форму, что и нижняя кромка 56 промежуточной части. Монтажная часть может проходить через днище 47 корпуса 45. В качестве альтернативы, монтажная часть 44 может проходить над днищем 47 корпуса, оставляя оболочку (не показано) корпуса у этого днища.

Фотодетектор 58 размещается внутри монтажной части 44 камеры, обычно у днища 47. Центральная часть фотодетектора съюстирована относительно центральной оси 53. Монтажная часть 44 камеры достаточно глубока, так что фотодетектор 58 не проникает внутрь стабилизирующей части 42 камеры 41. Фотодетектор можно закрепить внутри камеры с помощью ряда разных способов, включая, но не ограничиваясь этим, клейкое вещество, прессовую посадку или прозрачную эпоксидную смолу, пропускающую свет в широком диапазоне длин волн. Обычно днище 47 камеры делается непрозрачным посредством прессовой посадки, краски или, например, ленты. Фотодетектор 58 электрически связан с устройством обработки аналогично фотодетекторам 13 и 34 предыдущих вариантов датчика согласно изобретению.

Когда часть поглощающего энергию материала 50 размещена над датчиком 40, как показано на сечении фиг.15, она может находиться над камерой 41. Кроме того, стабилизирующая часть 42 камеры достаточно широкая, так что легко сжимаемые части материала 50 могут входить в стабилизирующую часть камеры. Стабилизирующая часть 42 камеры достаточно глубока, так что легко сжимаемая часть материала 50, входящая в стабилизирующую часть, не контактирует с элементами внутри камеры, что могло бы вызвать сжатие материала, даже при движении материала. Камера 41 предохраняет сжимаемый материал 50 от контакта, который мог бы изменить длину оптического пути.

СИД 59 закреплен на материале 50 напротив отверстия 51. СИД съюстирован относительно центральной оси 53 для оптимизации света, падающего непосредственно через материал 50 на фотодетектор 58. Понятно, что положения фотодетектора и СИД могут быть взаимозаменимы, как указывалось в случае на фиг. 8. Кроме того, можно добавить к камере 41 коллиматорную линзу (не показано), как отмечалось в случае на фиг.9. Коллиматорная линза может удерживаться в камере аналогично собирающей линзе, описанной ниже. СИД 59 и фотодетектор 58 могут быть несъюстированы, как описано в отношении на фиг.10.

По мере того, как свет, излучаемый СИД 59, проходит через материал 50, он рассеивается материалом и таким образом поступает в камеру 41 под самыми разными углами. Некоторая часть света падает на прозрачные стенки 52, 55 и 57 камеры и поглощается. Однако успешная юстировка фотодетектора 58 и СИД 59 относительно центральной оси 53 направляет значительную часть света на поверхность фотодетектора. Поскольку материал 50 остается в основном несжатым над стабилизирующей частью и внутри нее, толщина материала, через которую проходит свет, или оптическая длина пути, существенно стабилизируется. Таким образом, точность измеряемого сигнала улучшается путем подавления артефактов движения. Кроме того, точность измеряемого сигнала улучшает непрозрачное днище 47 монтажной части 42, которое защищает фотодетектор 58 от окружающего рассеянного света.

В другом варианте реализации датчика 40 изобретения собирающая линза 60 добавляется к промежуточной части 43 камеры 41, как показано на сечении фиг. 16. Линза 60 поддерживается в промежуточной части и может удерживаться в нем посредством ряда способов, включая, но не ограничиваясь этим, оптическое клейкое вещество, удерживающее линзу, кольцо или прессовую посадку. Линза имеет в основном плоскую поверхность 61, съюстированную относительно верхней кромки 54 промежуточной части 43 камеры и в основном выпуклую поверхность 62, проходящую внутри промежуточной части камеры. Стабилизирующая часть 42 камеры 41 имеет достаточную глубину, так что линза 60 не входит в контакт с легко сжимаемым материалом 50, который находится над камерой или проникнув в нее.

Линза собирает свет, падающий на плоскую поверхность 61. Большая часть света, падает на эту поверхность под углами, под которыми свет поглощался бы стенками 52, 55 и 57 камеры, если бы линза отсутствовала, в данном варианте этот свет направляется на фотодетектор 58. Таким образом, большая часть света, проходящего через материал 50, падает на фотодетектор, что приводит к более сильному измеряемому сигналу.

Понятно, что стенки 55 промежуточной части в каждой из описанных выше вариантов не обязательно иметь наклон для того, чтобы уйти от ширины стабилизирующей части к ширине монтажной части. Стенки промежуточной части можно съюстировать в основном параллельно центральной оси и разместить на расстоянии, которое определит ширину промежуточной части, меньшей по сравнению с шириной стабилизирующей части, но большей, чем ширина монтажной части.

На фиг. 17 показан вид в перспективе другого датчика 63 согласно изобретению, специально предназначенного для использования с пальцем, например, с пальцем руки или ноги. Данный пример относится к пальцу руки, хотя этот пример в равной степени может относиться и к любой другой части тела. На фиг.18 схематически показан палец 64, содержащий ноготь, кожу, кости, ткани, мышцы, кровь и т.д. Составляющие подушечки 65 пальца, такие как жир и ткани, легко сжимаются при движении пальца пациента.

Даже легкое движение пальца 64 может значительно изменить толщину составляющих пальца, что приводит к появлению в измеряемом сигнале больших отклонений, вызванных движением, что часто затемняет желательную часть измеряемого сигнала, из которой можно получить информацию

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

относительно пациента.

Возвращаясь к фиг.17, корпус 66 датчика, названный в данном варианте реализации прокладкой, в основном имеет полуцилиндрическую форму и желательно выполнен из жесткого или полужесткого, непрозрачного материала, например, из черной пластмассы. Прокладка 66 может быть выполнена из других материалов, например, жестких, упругих, непрозрачных и прозрачных. Прокладка 66 имеет верхнюю часть 67, днище 68, передний конец 69, задний конец 70, гребень 71 и боковые стенки 72, которые изгибаются кверху от гребня 71 с образованием U-образной формы в сечении, как показано на фиг.19.

В отношении фиг.17 и 19, имеется входное отверстие 73 в камеру 74, размещенное между от одной четверти до половины длины прокладки 66, считая от переднего конца 69 прокладки, как показано на продольном сечении фиг.20. Отверстие 73 может быть произвольной формы, включая, но не ограничиваясь этим, круг, квадрат или треугольник. Камера 74 также может быть произвольной формы, включая, но не ограничиваясь этим, круг, квадрат или треугольник в сечении.

Камера может иметь одну или большее число частей, как показано выше. Несмотря на то, что камера 74 в данном варианте реализации состоит из трех частей и имеет стабилизирующую часть 75, промежуточную часть 76 с покатыми стенками и монтажную часть 77, съюстированных относительно общей центральной оси 78, легко понять, что хорошая альтернатива это любая камера 74, которая защищает от сжатия часть пальца 64, через которую проходит световая энергия во время измерения поглощения. Оболочка (не показана) прокладки 66 может накрывать днище 68 камеры, как было показано выше относительно варианта датчика, показанного на фиг.6.

Фотодетектор 79 размещен внутри камеры 74, обычно у днища 68 монтажной части 77. Фотодетектор можно закрепить с помощью клейкого вещества, прессовой посадки или прозрачной эпоксидной смолы, которая пропускает свет в широком диапазоне интересующих нас длин волн. Обычно днище 68 камеры делается непрозрачным с помощью ленты или краски, например, так что окружающий рассеянный свет не воздействует на фотодетектор 79.

Палец 64 помещен на прокладке 66, причем подушечка 65 пальца непосредственно примыкает к отверстию 73 и к камере 74. Кроме того, подушечка 65 пальца может помещаться над камерой. Отверстие 73 и стабилизирующая часть 75 камеры достаточно широки, так что любая легко сжимаемая часть пальца, например, часть подушечки пальца, может войти в камеру. Стабилизирующая часть камеры достаточно глубокая, так что любая часть пальца, которая проникает в стабилизирующую часть 75, не входит в контакт с элементами стабилизирующей части, которые могли бы вызвать сжатие пальца 64, даже если он перемещается.

СИД 80 прикреплен к пальцу обычно против отверстия 73, как правило посредством клейкого вещества, например, медицинской ленты. СИД 80 съюстирован вдоль центральной оси 78 для оптимизации количества света, прошедшего непосредственно через палец 64 на фотодетектор 79. Положения фотодетектора 79 и СИД 80 могут взаимно меняться, как описывалось в отношении фиг.8. Кроме того, коллиматорная линза (не показана) может быть добавлена к камере 74 также, как отмечалось в отношении фиг.9. Коллиматорная линза может удерживаться в камере 74 аналогично передней собирающей линзе 81, описанной ниже. СИД 80 и фотодетектор 79 могут быть не съюстированы, как говорилось в отношении фиг.10.

СИД 80 излучает импульс энергии света, который проходит через палец 64 и поступает в камеру 74. Камера защищает от сжатия часть пальца, через которую проходит световая энергия. Таким образом, оптическая длина пути света через палец 64 значительно стабилизируется, артефакты движения значительно снижаются в измеряемом сигнале. Понятно, что в датчике для пальца 63 согласно данному изобретению для защиты части пальца от сжатия и тем самым для снижения артефактов движения с равным успехом можно использовать односекционную камеру, описанную на фиг. от 4 до 10, и двухсекционную камеру, описанную на фиг. от 11 до 13.

На фиг.17, 19 и 20 показан вид в перспективе, переднее сечение и продольное сечение, соответственно, одного варианта датчика 63 для пальца. Изгиб прокладки 66 скоррелирован относительно среднего изгиба пальца 64, так что боковые стенки 72 образуют полукруглую опору для пальца. Прокладка 66 имеет длину приблизительно 25 мм между передним концом 69 и задним концом 70, так что часть пальца 64 между его кончиком 82 и приблизительно его первым суставом 83 (показан на фиг.18) лежит между передним и задним концами датчика 63. Изгиб прокладки в основном определяется линией 84 (показана на фиг.19), расположенной касательно к боковой стенке 72 под углом от 30° до 50° относительно горизонтали.

Размещение отверстия 73 в точке между одной третью и половиной длины прокладки 66 заставляет самый толстый участок сжимаемой части пальца или подушечку пальца 65 находиться над камерой 74 и внутри нее. Таким образом, часть пальца 64 с большей частью материала защищена от сжатия камерой.

В варианте датчика 63 для пальца, показанном на фиг.17, 19, 20 и 21 отверстие 73 обычно круглое, а камера имеет три части 75, 76 и 77, как показано на сечении фиг.19. Выбранные размеры датчика 63 для пальца, показанного на фиг.17, 19, 20 и 21, включают в себя стабилизирующую часть 75 камеры, которая в основном цилиндрическая и имеет диаметр приблизительно 7 мм. Кроме того, стабилизирующая часть 75 камеры достаточно глубока, так что любая часть пальца 64, которая проникает в камеру, остается по существу свободной от пертурбаций, даже если палец движется. Оптимальная глубина стабилизирующей части составляет приблизительно 2 мм. Монтажная часть 77 камеры 74 также цилиндрическая и имеет диаметр приблизительно 5 мм. Промежуточная часть

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

76 камеры имеет переменный диаметр, с покатыми стенками 85, так что верхняя кромка 86 имеет диаметр приблизительно 7 мм, а нижняя кромка 87 диаметр приблизительно 5 мм. Детектор 79 имеет диаметр до 5 мм в днище 68 монтажной части 77 камеры 74.

В другом варианте датчика 63 для пальца передняя собирающая линза 81 может быть добавлена к датчику для пальца изобретения, как показано на фиг.21. Линза функционирует как описано выше в отношении фиг.7, 13 и 16, собирая свет, падающий на линзу, который поглощался бы стенками 88, 85 и 89 камеры, если бы линза 81 отсутствовала. Таким образом, большее количество света, прошедшего через палец, направляется на фотодетектор 79, что приводит к более сильному измеряемому сигналу.

Другие варианты датчика согласно изобретению могут быть специально сконструированы и изготовлены для использования с мочкой уха или с другим тонким участком тела, например, с ноздрей или губой, с применением описываемых здесь принципов. Также с использованием аналогичных принципов можно сделать датчик, использующий свойства затухания при отражении энергии от среды, а не пропускании энергии через среду.

Датчик 90, специально предназначенный для измерения отраженной энергии, показан в сечении на фиг.22. Корпус 91 размещен, примыкая к материалу 92, на котором должны проводиться измерения коэффициента отражения. Фотодетектор 93 и СИД 94 размещены внутри корпуса. В варианте, показанном на фиг.22, фотодетектор 93 расположен внутри камеры 95, а СИД размещен внутри камеры 96. Хотя на чертежах показаны односекционные камеры 95 и 96, они могут иметь любую удобную форму и размеры. Камеры 95 и 96 действуют так, чтобы стабилизировать оптическую длину пути, как описывалось выше, путем защиты от сжатия любой сжимаемой части материала, находящегося над камерами или входящего в них.

Передняя собирающая линза (не показана) может быть добавлена к камере 95, имеющей внутри фотодетектор 93, как описывалось выше в отношении фиг.7, 13 и 16. Кроме того, коллиматорную линзу (не показана) можно добавить к камере 96, имеющей СИД 94 внутри, как описывалось выше в отношении фиг.9. Камеры 95 и 96 могут быть образованы с помощью оболочки (не показана) корпуса 91 или без ее помощи, как описывалось выше в отношении фиг.6.

В других вариантах (не показаны) датчика 90 для измерения коэффициента отражения фотодетектор 93 может выдаваться из корпуса, а СИД 94 может размещаться внутри камеры 96, или же СИД 94 может выдаваться из корпуса, а фотодетектор может размещаться внутри одной камеры. В любом варианте камера (камеры) может иметь любое количество секций любой пригодной формы.

Вид датчика 90, работающего на отражение, можно с успехом использовать на материалах, когда фотодетектор и СИД не могут быть размещены на противоположных сторонах материала 92, например, в случае лба. Однако, датчик 90, измеряющий коэффициент отражения, можно применять везде, где нужно проводить невнедряющиеся измерения, например, в случае губы, мочки уха или пальца.

На фиг.23 показывается сечение другого датчика 97 согласно изобретению, где два корпуса 98 и 99 размещены, примыкая к материалу 100, на котором должны проводиться измерения. Корпуса 98 и 99 расположены на противоположных сторонах материала 100. Фотодетектор 101 размещен в камере 102 в корпусе 98. СИД 103 размещен в камере 104 в корпусе 99. Фотодетектор 101 и СИД 103 в основном съюстированы вдоль центральной оси 105. Хотя на чертеже показаны двухсекционные камеры 102 и 104, они могут иметь любую пригодную форму и размеры. Независимо от того, какая форма используется, камеры 102 и 104 работают для того, чтобы стабилизировать оптическую длину пути и тем самым снижать воздействия артефактов движения на измеряемый сигнал.

Как отмечалось выше, датчик 97 может быть слегка модифицирован с помощью передней собирающей линзы (не показано), добавленной к камере 102 с фотодетектором 101 внутри. Коллиматорная линза (не показана) может добавляться к камере 104 с СИД 103 внутри. Кроме, того камеры могут быть образованы с помощью оболочки (не показана) корпуса 98 и 99 или без нее. Датчик 97 особенно оптимален, когда материал 100, сжимаемый более чем с одной стороны, поскольку каждая камера 102 и 104 поддерживает и предохраняет от сжатия любую сжимаемую часть материала, которая расположена над камерами или входит в них.

Фиг. 24 показывает сечение другого датчика 106 изобретения, где камера 107 со стенками 108 образована для концентрации или "стягивания в воронку" энергии с направлением ее на поверхность фотодетектора 109. Отверстие 110 образовано в корпусе 111, причем это отверстие ведет в основном к конической камере 107. Корпус 111 размещен, примыкая к материалу 112, на котором должны проводиться измерения, а камера 107 размещена, непосредственно примыкая к легко сжимаемой части материала. Фотодетектор 109 размещен внутри камеры 107, обычно у днища камеры. СИД 113 размещен на материале 112, в основном напротив фотодетектора 109 и будучи съюстирован с ним.

Как уже отмечалось, часть материала 112 поддерживается областью, окружающей отверстие 110. Кроме того, отверстие и камера достаточно широки, так что любая легко сжимаемая часть материала 112 может проникнуть в камеру 107 не сжимаясь, что предохраняет эту часть материала от сжатия, даже во время движения материала. Это значительно стабилизирует оптическую длину пути и улучшает точность сигнала, измеряемого фотодетектором.

Для дальнейшего улучшения точности при измерениях с помощью датчика 106 отражающим материалом, таким как металл с высоким коэффициентом отражения, покрывают стенки 108 камеры 107. Это заставляет отражаться свет, рассеянный материалом 112 и падающий на стенки камеры. Коническая форма заставляет свет концентрироваться в основном на фотодетекторе 109.

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

В зависимости от формы фотодетектора, камера 107 может оптимально иметь такой контур, чтобы максимально увеличить концентрацию света на фотодетектор 109. Если фотодетектор 109 плоский, лучше всего иметь камеру в основном с гиперболическим сечением. Однако если фотодетектор сферический или слегка изогнутый, как это часто бывает в связи с процессами его производства, лучше всего, чтобы камера имела коническое сечение с неизогнутыми стенками 108.

Как уже описывалось в отношении других вариантов датчика изобретения, датчик 106 можно модифицировать с включением в него передней собирающей линзы (не показана). В качестве альтернативы СИД 113 можно разместить внутри камеры 107 вместо фотодетектора 109. Когда СИД находится в камере, коллиматорную линзу (не показана) можно разместить внутри камеры 107. Два корпуса с двумя в основном коническими камерами можно использовать на одной или другой стороне материала 112. Единый корпус 11 с двумя в основном коническими камерами 107, размещенными рядом друг с другом, также может применяться для измерений на отражение. Кроме того, фотодетектор 109 и СИД 113 не обязательно нужно юстировать вдоль центральной оси.

Фиг. 25 показывает блок-схему одной системы, которая может использовать датчик изобретения для проведения невнедряющихся измерений (оптических) со сниженными помехами, вызываемыми артефактами движения. Система, показанная на фиг.25, это импульсный оксиметр, где используется датчик 63 для пальца, а также два измеряемых сигнала на разных длинах волн, один из которых обычно красного света, а другой обычно инфракрасного света, причем сигналы поочередно пропускаются через палец 64. Затем сигналы, измеренные фотодетектором, обрабатываются для определения количества кислорода, имеющегося в теле. Эта оценка производится путем определения насыщения гемоглобина в крови, которая содержит как обогащенный, так и обедненный кислородом гемоглобин.

Один СИД 114, излучающий на длинах волн красного света и другой СИД 115, излучающий на длинах волн инфракрасного света. Они размещены, примыкая к пальцу 64. Датчик 63 для пальца размещен под пальцем, а отверстие 73 и камера 74 размещены непосредственно примыкая к подушечке пальца 65. Фотодетектор 79 в днище 68 камеры 74 соединен с одним каналом общей схемы обработки сигнала, включая усилитель 116, который в свою очередь, соединен с полосовым фильтром 117. Полосовой фильтр 117 пропускает сигнал в синхронизированный демодулятор 118, имеющий ряд выходных каналов. Один выходной канал предназначен для сигналов, соответствующих видимым длинам волн, а другой выходной канал предназначен для сигналов, соответствующих инфракрасным длинам волн.

Каждый из выходных каналов синхронизированного демодулятора 118 для сигналов, соответствующих как видимым, так и инфракрасным длинам волн, подсоединен к отдельным трактам, причем каждый тракт содержит дальнейшие схемы обработки сигнала. Каждый тракт содержит элемент удлинения смещения постоянного тока 119 и 120, например, дифференциальный усилитель, усилитель с программируемой регулировкой усиления 121 и 122 и фильтра нижних частот 123 и 124. Выход каждого фильтра нижних частот 123 и 124 усиливается во втором усилителе с программируемой регулировкой усиления 125 и 126, а затем подается на вход мультиплексора 127.

Мультиплексор 127 подсоединен к аналого-цифровому преобразователю 128, который в свою очередь, соединен с микропроцессором. Образуются линии управления между микропроцессором 129 и мультиплексором 127, микропроцессором 129 и аналого-цифровым преобразователем 128 и микропроцессором 129 и каждым усилителем с программируемой регулировкой усиления 121, 122, 125 и 126. Микропроцессор 129 имеет дополнительные линии управления, одна из которых ведет к дисплею 130, а другая ведет к возбудителю СИД 131, расположенному в петле обратной связи с двумя СИД 114 и 115.

Каждый из СИД 114 и 115 поочередно излучает энергию, которая поглощается пальцем 64 и принимается фотодетектором 79. Фотодетектор формирует электрический сигнал, который соответствует интенсивности световой энергии, падающей на его поверхность. Усилитель 116 усиливает этот электрический сигнал для легкости его обработки. Затем полосовой фильтр 117 удаляет нежелательные высокие и низкие частоты. Синхронизированный демодулятор 118 разделяет электрический сигнал на электрические сигналы, соответствующие компонентам световой энергии красного и инфракрасного света. Заранее определенное опорное напряжение V_{ref} вычитается элементом удаления смещения постоянного тока 119 и 120 из каждого отдельного сигнала для удаления в основном постоянного поглощения, которое соответствует поглощению, когда отсутствуют артефакты движения. Тогда первые усилители с программируемой регулировкой усиления 121 и 122 усиливают каждый сигнал для облегчения манипуляций. Фильтры нижних частот 123 и 124 интегрируют каждый сигнал для удаления нежелательных высокочастотных компонентов, а вторые усилители с программируемой регулировкой усиления 125 и 126 усиливают каждый сигнал для облегчения дальнейшей их обработки.

Мультиплексор 127 действует как аналоговый переключатель между электрическими сигналами, соответствующими энергии красного и инфракрасного света, давая возможность сначала сигналу, соответствующему красному свету, поступать в аналого-цифровой преобразователь 128, а затем сигналу, соответствующему инфракрасному свету, поступить в этот преобразователь. Это исключает необходимость применять множественные аналого-цифровые преобразователи. Аналого-цифровой преобразователь 128 вводит данные в микропроцессор 129 для расчета насыщения кислородом в соответствии с известными методами, например, такими, которые описаны в заявке на патент США N 660060, озаглавленный "Аппарат и метод для обработки сигнала", поданной 7 марта 1991 г.

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

назначенной фирмой "Вайтел Сигналс, Инк". Микропроцессор 129 из центра управляет мультиплексором 127, аналого-цифровым преобразователем 128, и 1-ми и 2-ми усилителями с программируемой регулировкой усиления 121, 125, 122 и 126 для красного и инфракрасного канала. Кроме того, микропроцессор 129 управляет интенсивностью СИД 114 и 115 через возбудитель СИД в серво-петле для того, чтобы поддерживать среднюю интенсивность, принимаемую фотодетектором 79, в соответствующем диапазоне.

Передняя собирающая линза или другие оптические элементы могут быть добавлены к камере в любом оптическом датчике изобретения для более эффективного направления света на фотодетектор. Положение фотодетектора и СИД можно взаимно поменять в любом из описанных выше датчике. Днище любой камеры, образованной в основании оптического датчика согласно изобретению может оставаться открытым, покрываться материалом, таким как непрозрачная лента, или покрываться оболочкой материала корпуса, не влияя на снижение артефактов движения, вызванное камерой. Кроме того, измерения на отражении можно проводить с помощью датчиков изобретения путем установки и фотодетектора и СИД на корпусе датчика. Набор СИД или фотодетекторов можно установить в камере или прикрепить к материалу так, что более одного сигнала можно было бы измерять одновременно. Любой материал, имеющий камеру, а внутри камеры детектор или СИД, снизит действие артефактов движения при невнедряющихся измерениях поглощения (или отражения) в соответствии с изобретением.

Понятно, что датчик изобретения можно использовать при любых обстоятельствах, когда нужно провести измерения прошедшей или отраженной энергии, включая, но не ограничиваясь этим, измерения, проводимые на пальце, мочке уха, губе или лбу. Таким образом, имеются многочисленные другие варианты реализации, очевидные для специалиста, включая, но не ограничиваясь этим, изменения формы датчика, изменения материала, из которого выполнен датчик, включая жесткие и упругие материалы, и изменения формы, размеров и расположения камеры. Более того, камеру (камеры) можно покрыть целиком или частично отражающим материалом, чтобы помочь направлять энергию на детектор. Датчик изобретения может применяться при измерениях энергии других видов. В зависимости от вида энергии, наиболее оптимально применяемой в измерении, можно менять тип излучателя или приемника энергии. Это изобретение можно реализовать в других специфических формах, не отходя от его существенных характеристик. Описанные варианты реализации следует рассматривать во всех отношениях только в качестве иллюстрации, а не в качестве ограничений.

Формула изобретения:

1. Устройство для регистрации энергии, прошедшей через сжимаемый материал, содержащее корпус, имеющий опорную поверхность для поддержания исследуемого сжимаемого материала, на которой выполнено входное отверстие, источник энергии и детектор для регистрации прошедшей через материал энергии, отличающееся тем, что корпус содержит камеру, имеющую упомянутое входное отверстие и выполненную с возможностью перекрытия этого отверстия и попадания в камеру сжимаемого материала при расположении его на опорной поверхности для уменьшения искажения материала над отверстием, при этом источник энергии размещен с обеспечением подачи энергии через материал, входное отверстие и камеру на детектор.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что источник энергии выполнен в виде источника света, а детектор регистрирующим световую энергию.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что источник света выполнен в виде светоизлучающего диода.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что детектор размещен в камере.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что источник энергии размещен вне камеры напротив отверстия.

6. Устройство по п.4, отличающееся тем, что оно выполнено для работы со световой энергией и содержит светособирательную линзу, размещенную внутри камеры между входным отверстием и детектором.

7. Устройство по п.1, отличающееся тем, что источник энергии размещен в камере.

8. Устройство по п.7, отличающееся тем, что детектор размещен вне камеры напротив отверстия.

9. Устройство по п.7, отличающееся тем, что оно выполнено для работы со световой энергией и содержит узел коллиматорной линзы, размещенный внутри камеры между входным отверстием и источником энергии.

10. Устройство по п.1, отличающееся тем, что камера имеет стенки конусообразной формы.

11. Устройство по п.1, отличающееся тем, что камера выполнена с отражающими стенками.

12. Устройство по п.1, отличающееся тем, что оно содержит второй корпус с камерой, имеющей входное отверстие, размещенное на опорной поверхности второго корпуса, при этом второй корпус расположен напротив первого корпуса с обеспечением перекрытия входного отверстия второго корпуса сжимаемым материалом и попаданием последнего в камеру второго корпуса при поддержании его опорной поверхностью.

13. Устройство по п.12, отличающееся тем, что источник энергии размещен в первой камере, а детектор во второй камере.

14. Устройство по п.1, отличающееся тем, что корпус содержит вторую камеру с входным отверстием на опорной поверхности корпуса, выполненную с обеспечением перекрытия этого отверстия сжимаемым материалом и попадания последнего во вторую камеру при расположении его на опорной поверхности, при этом детектор размещен в первой камере, а источник энергии во второй камере с обеспечением подачи энергии через входное отверстие второй камеры.

15. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что камера состоит из двух соосных частей разной ширины, при этом детектор размещен в более узкой части камеры.

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1

16. Устройство по п.1, отличающееся тем, что сжимаемый материал представляет собой живую ткань.

17. Устройство по п.16, отличающееся тем, что живая ткань представляет собой участок тела пациента.

18. Устройство по п.1 или 17, отличающееся тем, что опорная поверхность выполнена полуцилиндрической формы.

19. Устройство по п.1, отличающееся тем, что камера состоит из трех соосных частей, крайние из которых выполнены цилиндрическими разного диаметра, а средняя в форме усеченного конуса, при этом входное отверстие размещено в крайней камере большего диаметра.

20. Устройство по п.19, отличающееся тем, что оно выполнено для работы со световой энергией и содержит светособирающую линзу, размещенную в средней части камеры, а детектор выполнен в виде детектора света и размещен в крайней камере меньшего диаметра.

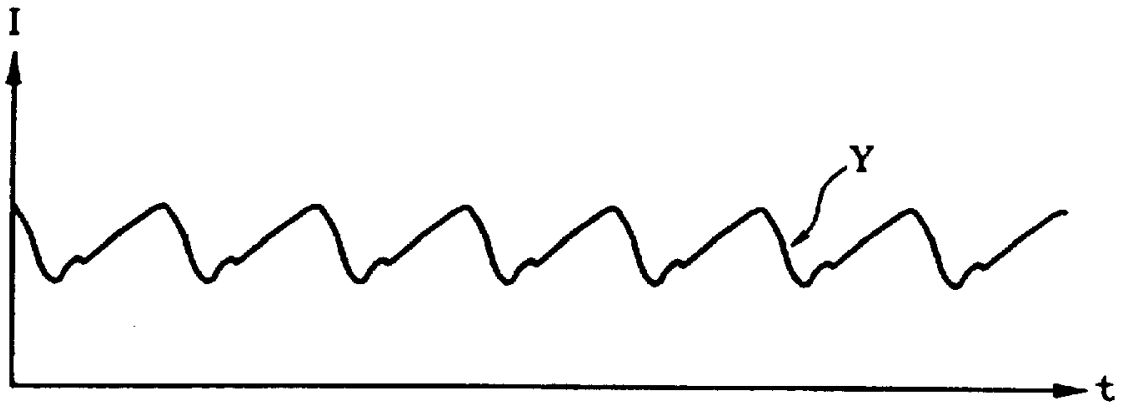
21. Способ регистрации энергии, прошедшей через сжимаемый материал, включающий подачу энергии на сжимаемый материал, размещенный на опорной поверхности корпуса устройства для регистрации энергии с входным отверстием, прием прошедшей через этот материал энергии посредством детектора, отличающийся тем, что корпус устройства содержит камеру, имеющую упомянутое входное отверстие, сжимаемый материал размещают на опорной поверхности с перекрытием входного отверстия так, что часть материала над входным отверстием попадает в камеру и остается несжимаемой, при этом энергию подают через материал, входное отверстие и камеру на детектор.

22. Способ по п.21, отличающийся тем, что в качестве сжимаемого материала используют живую ткань.

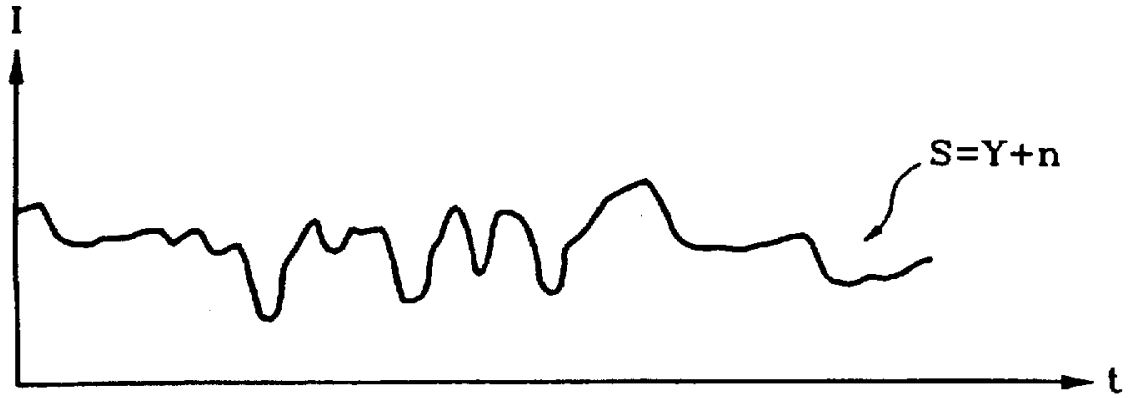
23. Способ по п.21, отличающийся тем, что регистрируют световую энергию.

RU 2096985 C1

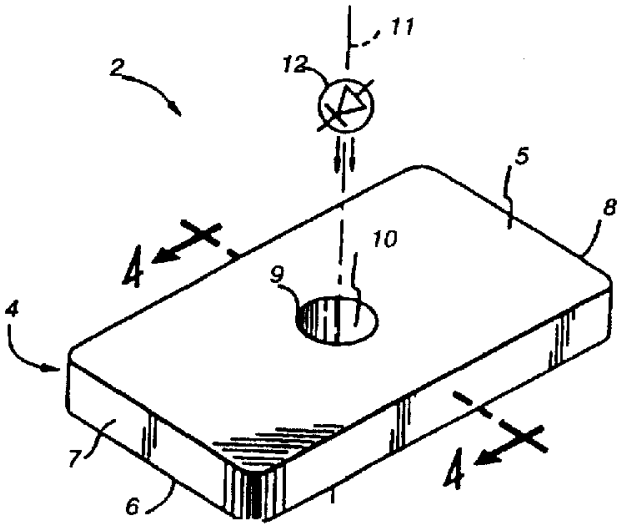
RU 2096985 C1



Фиг.2



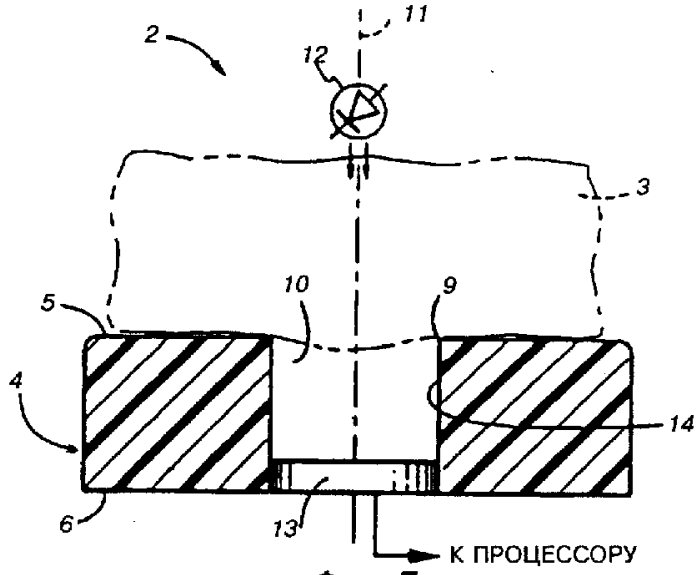
Фиг.3



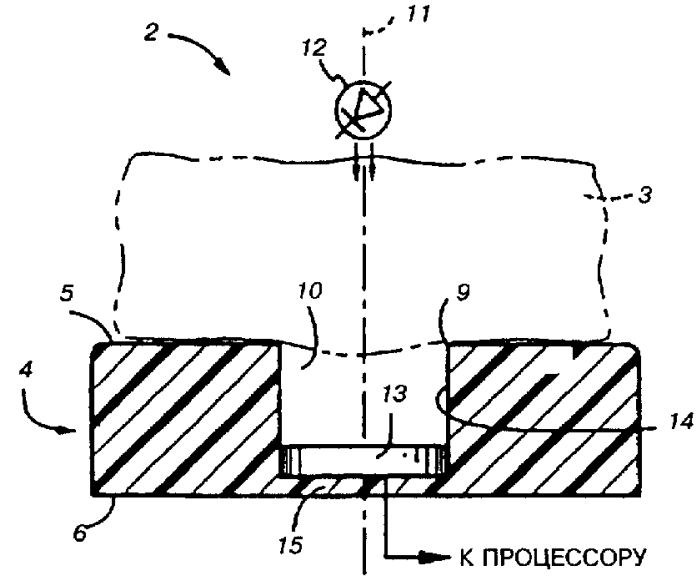
Фиг.4

RU 2096985 C1

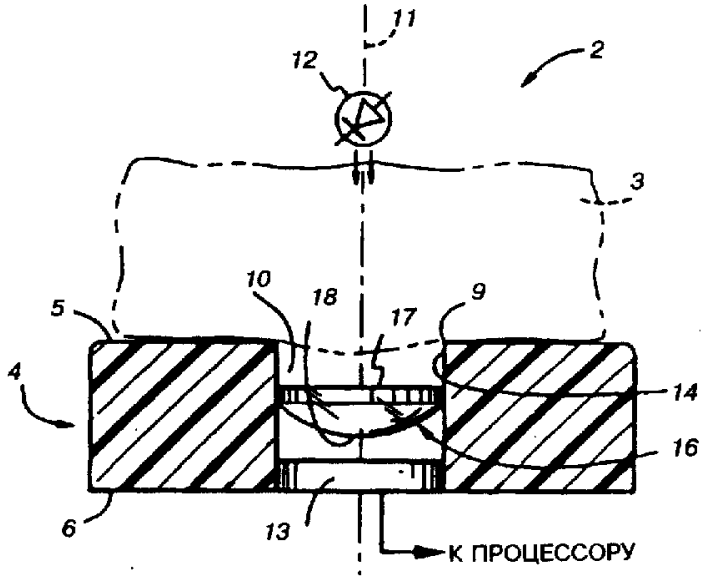
RU 2096985 C1



Фиг.5



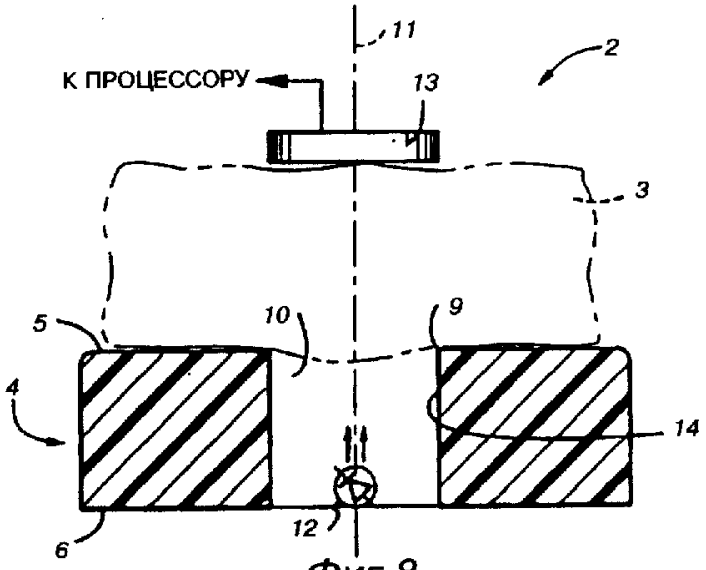
Фиг.6



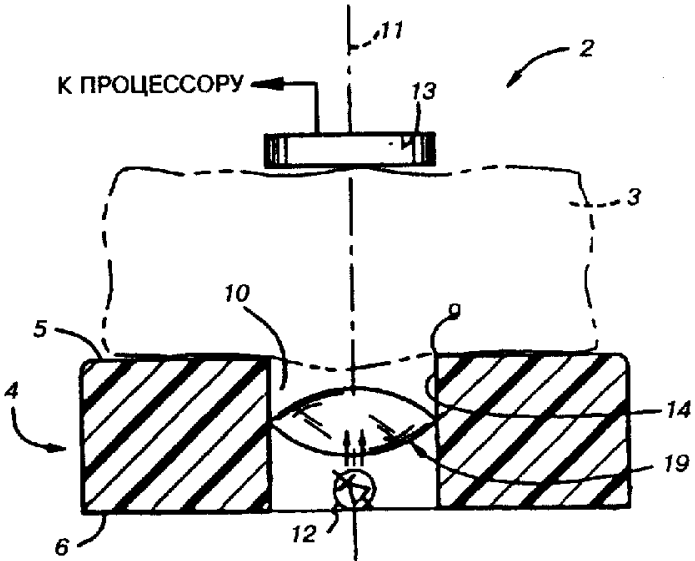
Фиг.7

RU 2096985 C1

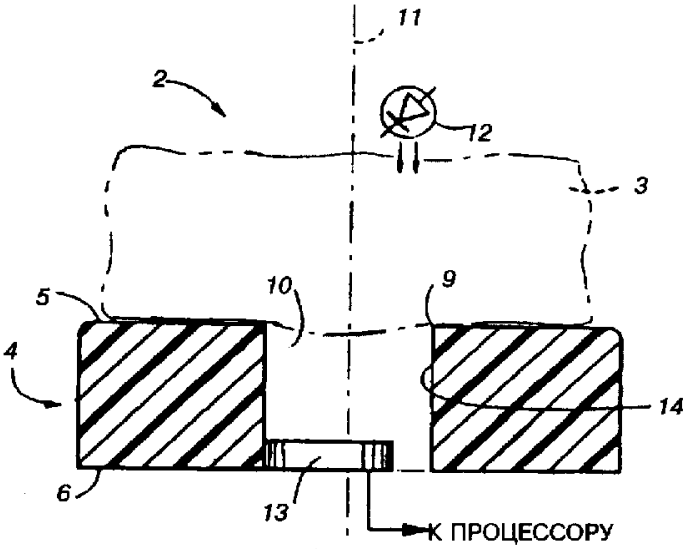
RU 2096985 C1



Фиг.8

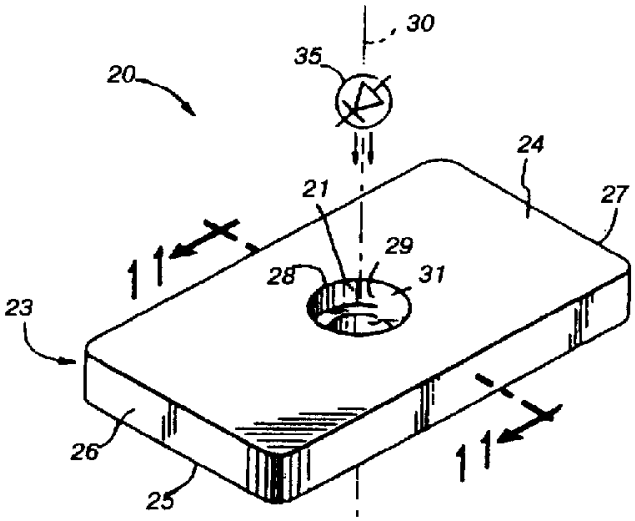


Фиг.9

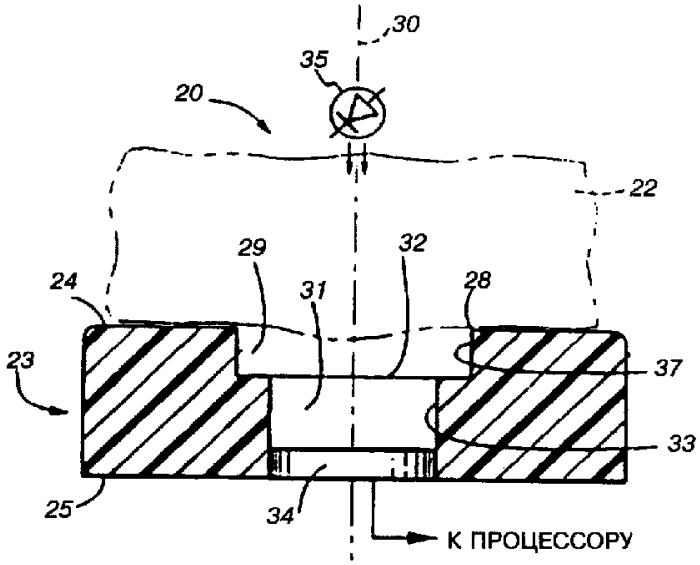


Фиг.10

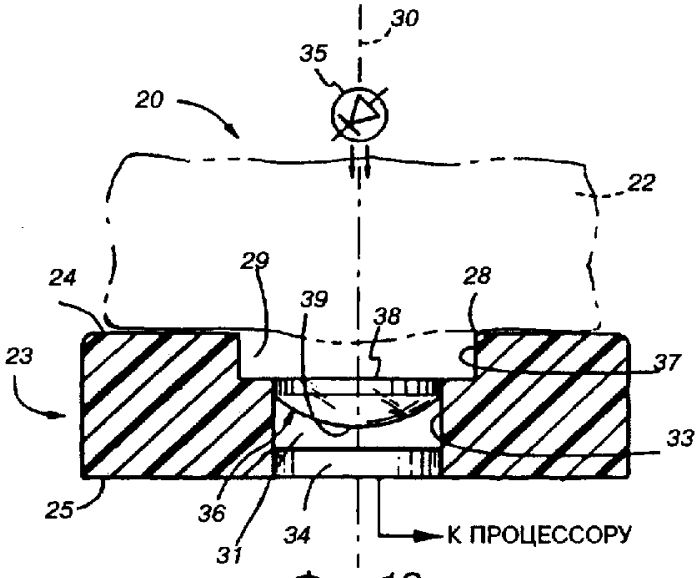
RU 2096985 C1



Фиг. 11



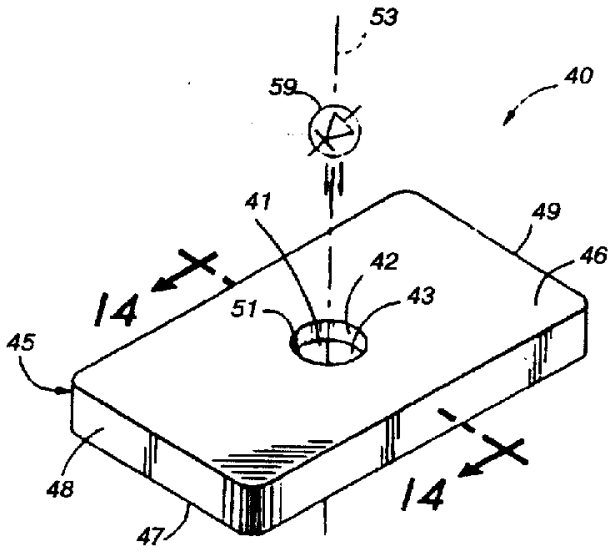
Фиг. 12



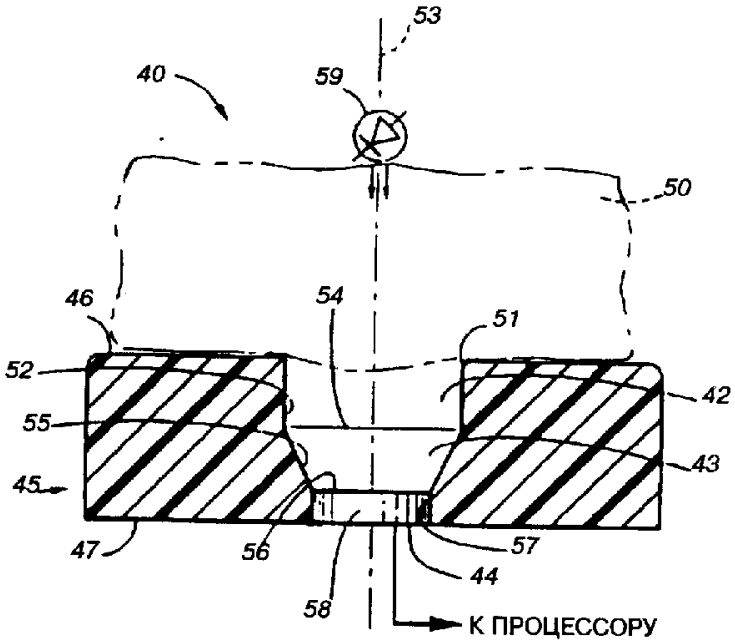
Фиг. 13

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1



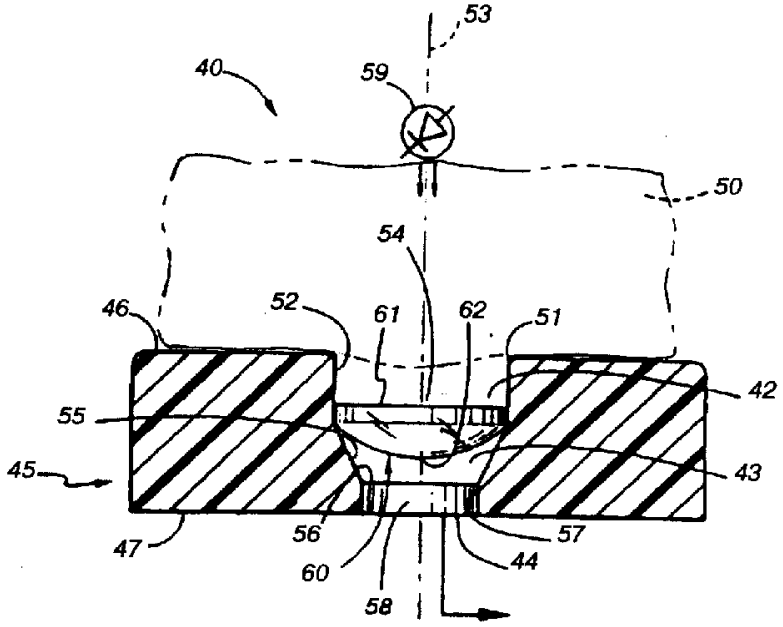
Фиг.14



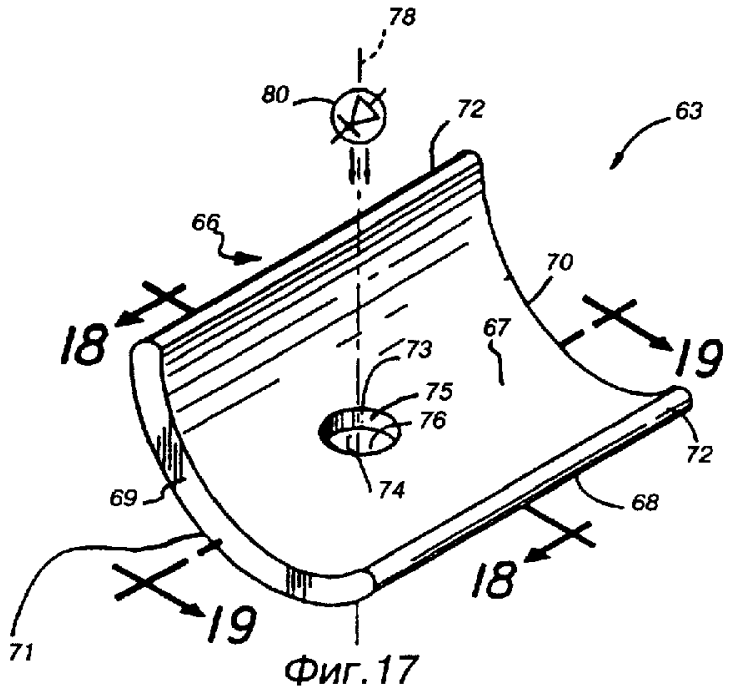
Фиг.15

RU 2096985 C1

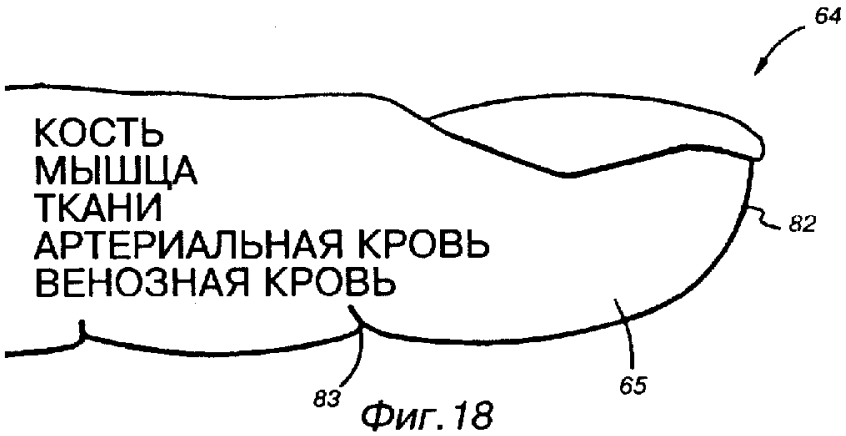
RU 2096985 C1



Фиг.16

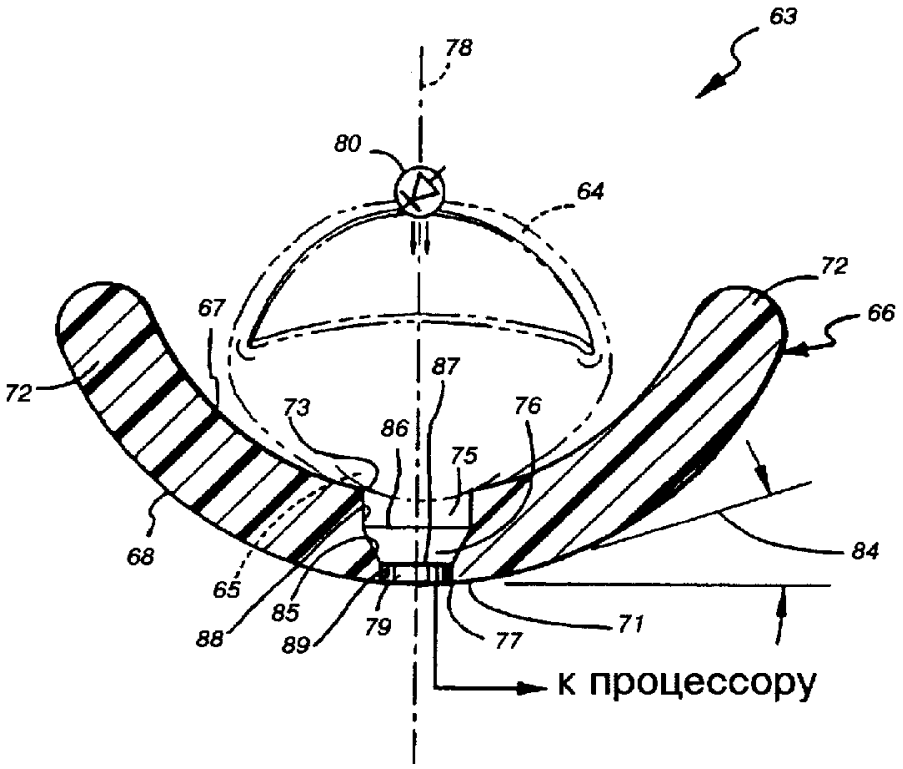


Фиг.17

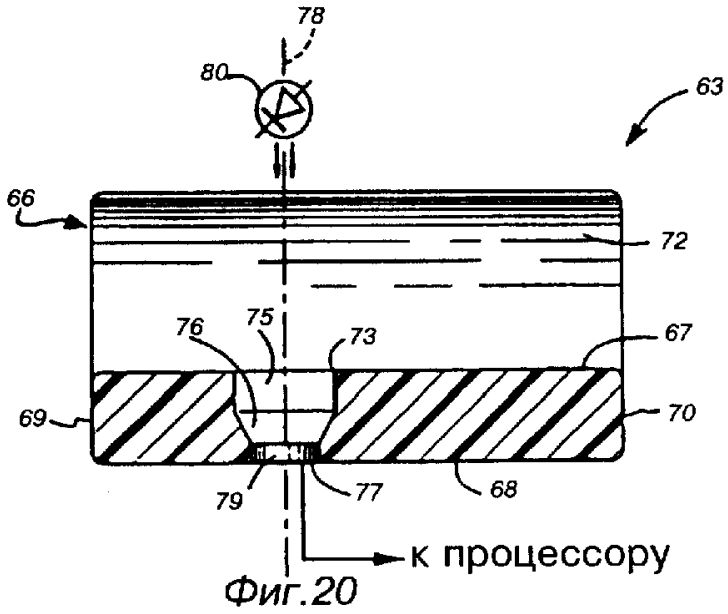


Фиг.18

RU 2096985 C1



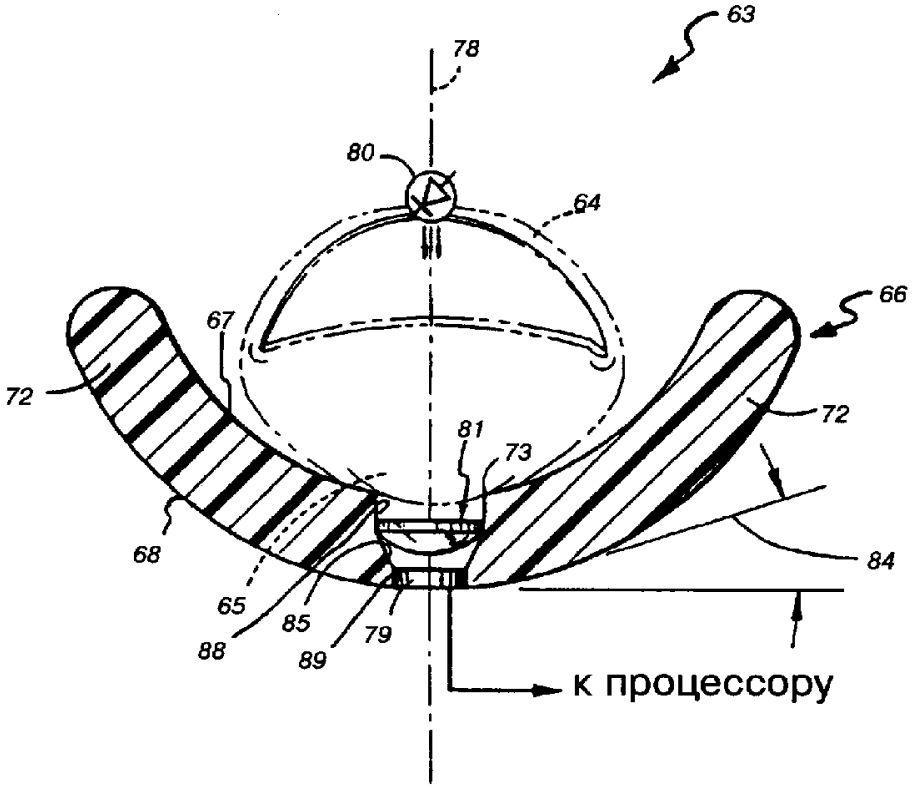
Фиг.19



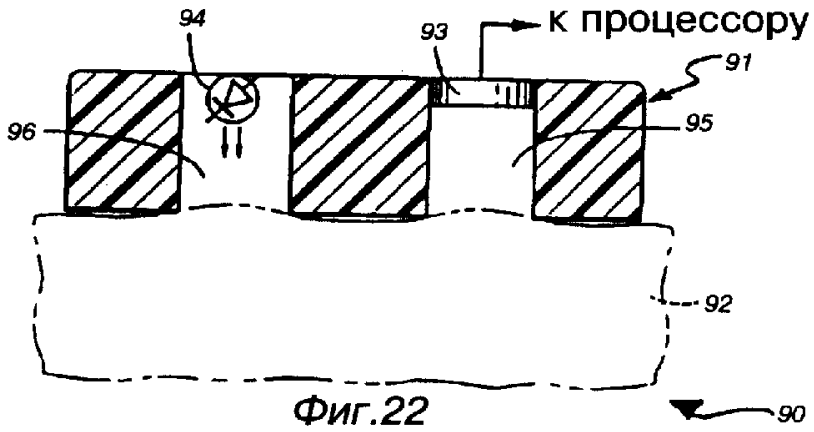
Фиг.20

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1



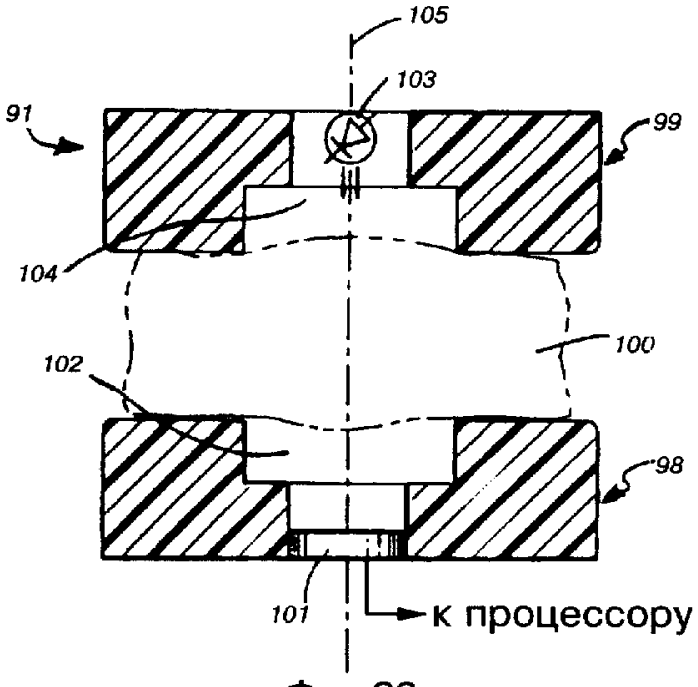
Фиг.21



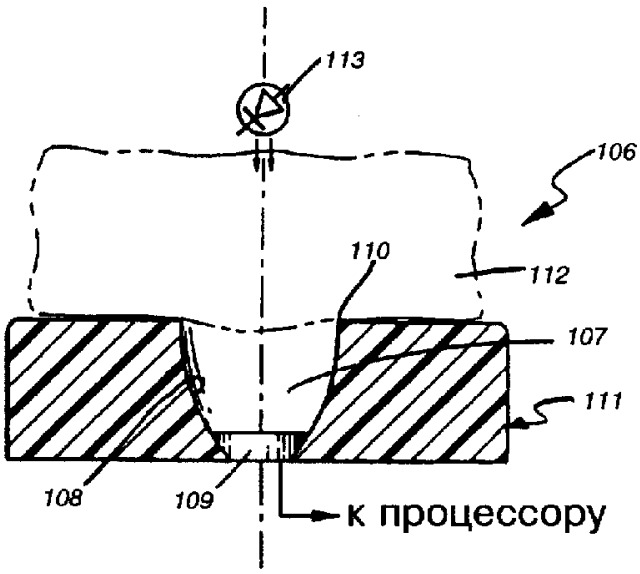
Фиг.22

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1



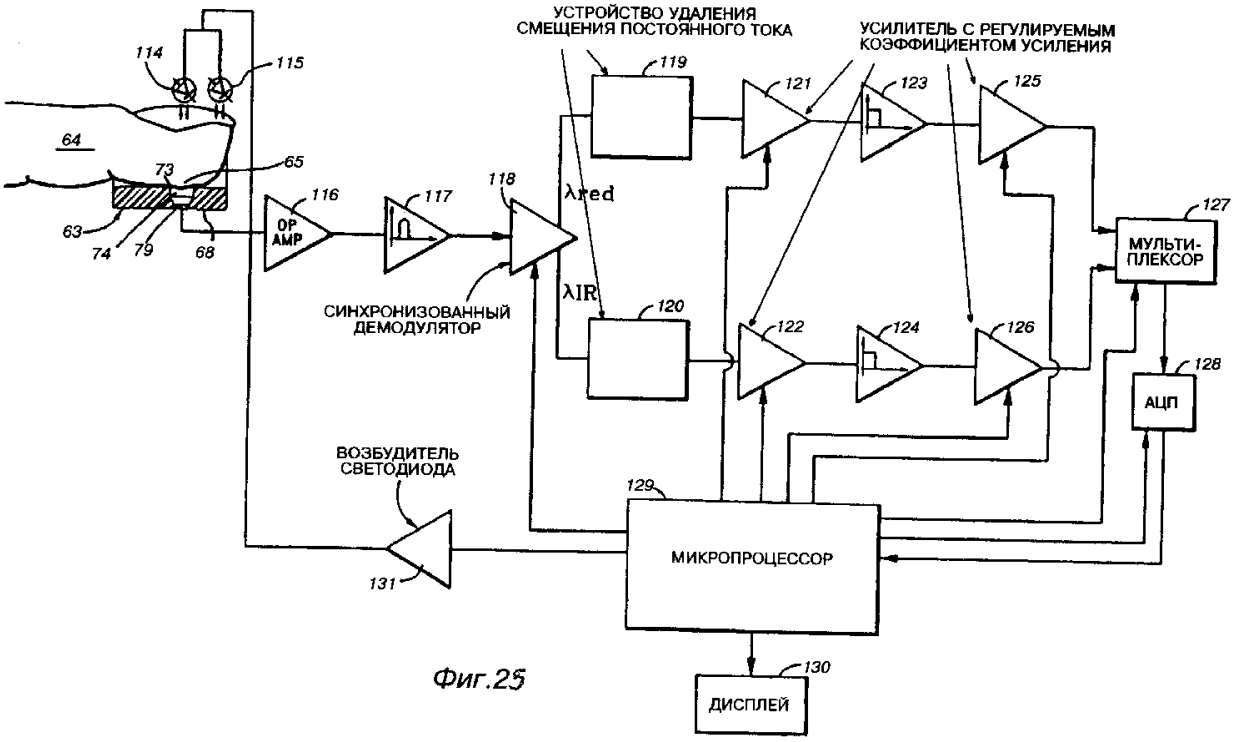
Фиг.23



Фиг.24

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1



Фиг.25

RU 2096985 C1

RU 2096985 C1