(19) **RU** (11) **2 205 382** (13) **C2**

(51) МПК[7] **G 01 N 15/06**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: **97118363/28 , 01.04.1996**

(24) Дата начала действия патента: **01.04.1996**

(30) Приоритет: **06.04.1995 NZ 270877**
22.05.1995 NZ 272177

(43) Дата публикации заявки: **27.08.1999**

(46) Дата публикации: **27.05.2003**

(56) Ссылки: **CH 681747 A5, 14.05.1993. SU 1366922 A1, 15.01.1988. SU 1784880 A1, 30.12.1992. JP 63-061144 A, 17.03.1988. US 3547540 A, 15.12.1980. US 3552855 A, 05.01.1971. US 5260584 A, 09.11.1993. WO 9217767 A1, 13.10.1992.**

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: **06.11.1997**

(86) Заявка PCT:
SE 96/00424 (01.04.1996)

(87) Публикация PCT:
WO 96/31764 (10.10.1996)

(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. Ю.Д. Кузнецову, рег.№ 595

(71) Заявитель:
АЛЬФА ЛАВАЛЬ АГРИ АБ (SE)

(72) Изобретатель: **КЛЕЙН Корнелис (NZ)**

(73) Патентообладатель:
АЛЬФА ЛАВАЛЬ АГРИ АБ (SE)

(74) Патентный поверенный:
Емельянов Евгений Иванович

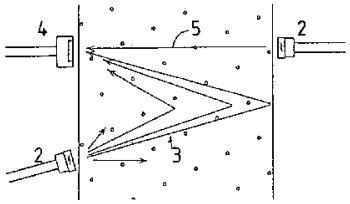
RU 2205382 C2

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

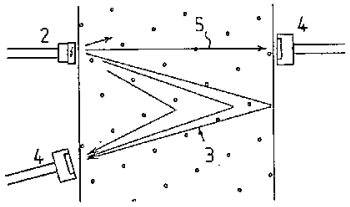
(57)

Изобретение относится к количественному определению частиц в средах. Устройство содержит набор источников, содержащий один или более источников света, в комбинации с набором детекторов, содержащим один или более детекторов, чувствительных к свету источников. Во время анализа образца собирают данные с множества путей сигналов между наборами источников и детекторов. Затем эту информацию оценивают, сравнивая ее с известными данными для различного содержания частиц в среде. Во многих случаях возможно проводить некоторую дифференциацию частиц в среде образца. Типичные области применения - молоко и молочные продукты, образцы крови, смазки, пигменты и пр. Техническим результатом является возможность проведения непрерывного и оперативного контроля образца среды, в том числе и различных компонентов в одном образце. 3 с. и 15 з.п.ф-лы, 15 ил., 1 табл.

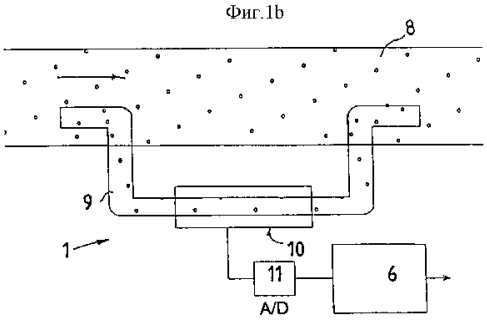
RU 2205382 C2



Фиг. 1a



Фиг.1b



Фиг.1c

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

(19) **RU** (11) **2 205 382** (13) **C2**

(51) Int. Cl.[7] **G 01 N 15/06**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **97118363/28 , 01.04.1996**

(24) Effective date for property rights: **01.04.1996**

(30) Priority: **06.04.1995 NZ 270877**
22.05.1995 NZ 272177

(43) Application published: **27.08.1999**

(46) Date of publication: **27.05.2003**

(85) Commencement of national phase: **06.11.1997**

(86) PCT application:
SE 96/00424 (01.04.1996)

(87) PCT publication:
WO 96/31764 (10.10.1996)

(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery", pat.pov. Ju.D. Kuznetsovu, reg.№ 595

(71) Applicant:
AL'FA LAVAL' AGRI AB (SE)

(72) Inventor: **KLEJN Kornelis (NZ)**

(73) Proprietor:
AL'FA LAVAL' AGRI AB (SE)

(74) Representative:
Emel'janov Evgenij Ivanovich

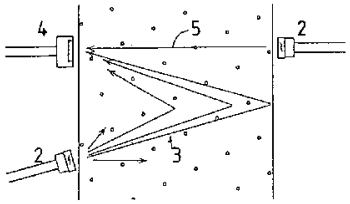
(54) METHOD AND DEVICE FOR QUANTITATIVE DETERMINATION OF PARTICLES IN LIQUID MEDIA

(57) Abstract:

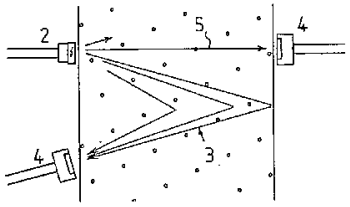
FIELD: quantitative determination of particles in media. SUBSTANCE: the device has a set of sources, containing one or more light sources in combination with a set of detectors, containing one or more detectors sensitive to the light of sources. During the analysis of the specimen the data from great number of paths of signals between the sets of sources and detectors are gathered together. Then, this information is estimated comparing with the known data for a different content of particles in the medium. In many cases it is possible to conduct a certain differentiation of particles in the medium of the specimen. The typical fields of application are milk and milk products, specimens of blood, lubricant, pigments, etc. EFFECT: continuous and operative check-up of the medium specimen, various components in a single specimen inclusive. 18 cl, 15 dwg

RU 2205382 C2

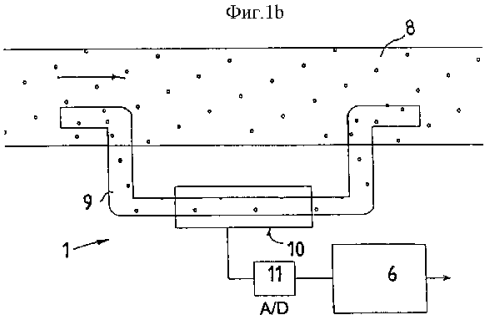
RU 2205382 C2



Фиг. 1a



Фиг.1b



Фиг.1c

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для количественного определения частиц в жидких средах. Предпочтительные варианты найдут применение в количественном анализе молока и молочных продуктов на наличие жиров.

Предшествующий уровень техники

Настоящее изобретение относится к области количественного определения частиц в жидких средах. Термин "частица" будет использоваться в самом широком его смысле и не должен ограничиваться значением "частицы твердого вещества в другой фазе, но также включать в себя ситуацию наличия небольших объемов жидкости в другой жидкой фазе - в качестве примера можно привести мицеллы или небольшие капли, диспергированные в большом объеме жидкой фазы, например эмульсии, или капли жира в жидкости, например молоке.

Кроме того, термин "среда" включает в себя и газовую фазу, хотя можно предвидеть, что в большинстве вариантов в качестве среды будет использоваться жидкость.

Большинство устройств, которые в настоящее время используются для количественного определения частиц в средах, по своей природе являются относительно сложными. Степень их сложности, по меньшей мере отчасти, является причиной нескольких недостатков:

они относительно дороги;

они часто требуют относительно деликатного обращения и обычно непригодны для использования в полевых условиях или в нормальных производственных и перерабатывающих условиях;

обычно они предназначены для конкретного применения и часто не могут быть приспособлены для других вариантов применения;

часто они не могут использоваться для непрерывного контроля - большинство вариантов требуют отбора образцов из производственной линии и помещения их в устройство для анализа.

В большинстве известных устройств для количественного определения наличия частиц в среде используются методы спектроскопии. Большинство этих методов основано на инфракрасной спектроскопии и во многих случаях могут применяться лишь для обнаружения и количественного измерения органических или органометаллических частиц в средах. Примером является предмет патента Новой Зеландии 192325, в котором описан способ количественного анализа жира в образце методом поглощения в инфракрасной области спектра и оценки характеристики поглощения в инфракрасной области спектра при растяжении связующего из насыщенных углеводородов. Однако этот и другие подобные способы в целом специфичны для количественного анализа конкретных категорий соединений и подвержены влиянию веществ, не относящихся к этим категориям и которые также присутствуют в образце.

Международная патентная заявка WO 92/17767 относится к подобному способу количественного определения жира в эмульсии, где также учитываются пики поглощения в инфракрасной области, вызванные иными, нежели возбуждение углеводородного связующего, причинами. Этот способ повышает селективность и тем самым имеет потенциальную возможность устранить влияние помех от наличия в образце других веществ, и, кроме того, заявлено, что имеется возможность проводить более точные измерения непосредственно на цельном молоке без предварительной гомогенизации. Однако изобретение, описанное в этой заявке, также страдает многими из общих недостатков, описанных выше.

В патенте Франции 2050525 описан способ, при котором инфракрасный луч отражается от параллельных прозрачных стенок, окруженных снаружи измеряемой средой. При этом на выходе из камеры для измерения отражается лишь часть луча (а остальная часть поглощается средой или проходит сквозь нее). Яркость отраженных лучей предположительно является показателем содержания частиц. Однако этот способ имеет ограничения по количеству и типу различных сред, к которым он может быть применен.

Российские патенты SU 983538 и SU 1748058 также относятся к способам определения наличия частиц в средах, но в них применяется дорогое или сложное оборудование; в одном из них применяется мазер, который не так легко достать в большинстве стран.

В общем, предшествующий уровень техники не позволяет проводить непрерывный или оперативный контроль образца среды и в целом является относительно негибким в использовании и применении.

Целью настоящего изобретения является решение вышеуказанных проблем или, по меньшей мере, предоставить потребителю возможность выбора.

Другие аспекты и преимущества настоящего изобретения будут очевидны из нижеследующего описания, которое приводится лишь в качестве примера.

Краткое описание изобретения

Согласно одному аспекту настоящего изобретения предлагается устройство для количественного определения частиц в среде, содержащее:

набор источников, содержащий один или более источников света, по очереди излучающих один или более измерительных световых сигналов;

набор детекторов, содержащий один или более детекторов, чувствительных к выходу источников света, при этом устройство отличается тем, что при анализе образца набор детекторов принимает измерительные световые сигналы со множества путей светового сигнала между наборами источников и детекторов света;

детектор на выход подает величины, которые можно оценить средством процессора для получения величины, представляющей содержание частиц в среде.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается устройство, по существу как описано выше, в котором набор детекторов расположен так, чтобы обнаруживать по меньшей мере одну совокупность световых сигналов, рассеянных или отраженных частицами, присутствующими в среде.

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается устройство, по существу как описано выше, которое содержит узел оптической обратной связи, содержащий детектор обратной связи, выход которого выполняет по меньшей мере одну из следующих функций:

регулировку напряжения или тока или того и другого по меньшей мере на одном из источников света для поддержания светового выхода на заранее определенном уровне;

регулировку чувствительности по меньшей мере одного детектора для согласования со световым выходом по меньшей мере одного источника света и

вывод сигнала, доступного для средства процессора и используемого для коррекции при выводе величины, представляющей содержание частиц.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается устройство, по существу как описано выше, в котором пути измерительного сигнала отличаются друг от друга по меньшей мере одной из следующих характеристик: длиной пути сквозь анализируемый образец среды и относительным углом прохождения путей сквозь анализируемый образец среды.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается устройство, по существу как описано выше, содержащее набор источников, содержащий множество источников света, расположенных в различных положениях вдоль стенки или стенок камеры анализатора, или так, чтобы находиться вдоль стенки или стенок вставляемой камеры анализатора, при этом выход источников света направлен так, чтобы создавать по существу прямые пути сигнала к одному или более детекторов набора детекторов.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается устройство, по существу как описано выше, содержащее множество импульсных источников света и в котором набор детекторов или отдельный детектор набора детекторов определяет по существу выход отдельного источника света или их комбинации во время анализа образца, при этом импульсы источников света синхронизированы для обеспечения обнаружения выхода отдельных источников света или групп источников света.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается устройство, по существу как описано выше, содержащее средство процессора, которое сравнивает величины, вводимые набором детекторов, с хранимыми в запоминающем устройстве калибровочными эталонными величинами, при этом сравнение дает величины, указывающие на наличие одного или более типов частиц в среде образца.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предлагается способ количественного определения уровней одного или более различных типов частиц в среде, при котором передают один или более световых сигналов в образец среды, обнаруживают измерительные световые сигналы со множества путей светового сигнала и подают обнаруженную выходную величину для последующей оценки средством процессора.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается способ, по существу как описано выше, в котором обнаруженные световые сигналы отличаются друг от друга по меньшей мере по одному из следующих параметров:

анализируют длину их пути в среде образца;

анализируют относительный угол их путей в среде образца;

выходная яркость источника света, посылающего такой сигнал;

пропорция переданного и отраженного или рассеянного света и

длина волны.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается способ, по существу как описано выше, в котором обнаруженный выход сравнивают методом регрессионного анализа или методом преобразований Фурье или обоими этими методами с хранящимися в запоминающем устройстве калибровочными эталонными величинами для получения величин, указывающих на количественные уровни одного или более различных типов частиц в этой среде.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается способ, по существу как описано выше, для определения уровней частиц по меньшей мере для одного из следующих продуктов:

молоко и другие среды на основе молочных продуктов;

вещества, содержащие ожиженные частицы, глобулы и суспензии жира;

кровь, плазма, сперма, моча и другие биологические среды,

масла и смазки и

чернила, краски и жидкие пигменты.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения предлагается способ, по существу как описано выше, который в применении к молоку и другим средам на базе молочных продуктов используется для указания уровней по меньшей мере одного из следующих показателей: жир, белок, лактоза и количество соматических клеток.

Настоящее изобретение может в целом характеризоваться получением и сравнением величин для множества путей световых сигналов в среде. Рассматриваемый сигнал будет отличаться по нескольким физическим характеристикам в отличие от повторения прохождения сигнала по одному и тому же пути. Однако это не препятствует получению кратных данных от сигнала, проходящего по одному и тому же пути, если этот путь не единственный, подвергающийся анализу.

Характеристики, которыми пути сигнала отличаются друг от друга, могут быть различными. Например, пути могут различаться по следующим характеристикам:

длина пути сквозь анализируемый образец;

относительный угол прохождения сквозь анализируемый образец;

падает ли луч излученного света непосредственно на детектор.

В ранних вариантах образец анализировался получением по существу различных величин и для отраженного и прошедшего через образец света. Однако многочисленные пути сигнала через образец, попадающие на детектор, также увеличивают компоненту рассеянного и отраженного света,

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

благодаря наличию частиц в образце, которые также обычно наблюдаются детектором. Соответственно, отдельное получение переданного и отраженного сигналов для последующего комбинирования и оценки во многих случаях можно заменить простым получением величин обнаружения для диапазона различных путей сигнала. Для многих сред, возможно, было бы предпочтительно, чтобы эти пути имели различные относительные углы, поскольку в этом случае различные пути (при попадании на детектор) содержали бы различные пропорции прямого и отраженного/рассеянного света.

Предполагается, что хотя предпочтительные варианты настоящего изобретения будут применяться для определения жира в молоке и других средах, однако настоящее изобретение можно также применить к определению частиц в средах, таких как эмульсии и суспензии, чернила, кровь, гидравлические, машинные и прочие типы масел и пр.

Экспериментально было обнаружено, что одно и то же устройство можно использовать для определения или, по меньшей мере, для разумной аппроксимации уровней различных частиц в среде. Это свойство основано на том факте, что частицы различных типов имеют разные показатели поглощения и отражения (а часто и разные углы отражения/рассеивания). Сигналы, снятые с набора детекторов света, будут представлять собой функцию комбинации каждой составляющей характеристик отражения и поглощения. При сравнении с эталонными величинами можно определить влияние каждого присутствующего типа частиц, а с помощью дальнейшего математического анализа можно определить количественное значение. Например, для такой среды, как молоко, можно получить разумную информацию об уровнях лактозы, жира, белка, а также соматических клеток, а также об общем содержании частиц.

Поскольку наиболее практичные варианты настоящего изобретения относительно просты и могут иметь относительно жесткую конструкцию, возможно, выполненную на одной плате или модуле, следовательно, различные варианты настоящего изобретения могут найти применение для непрерывного контроля молока и других сред. Непрерывный или периодический контроль смазочных сред на месте (in situ) - это лишь один пример практического применения некоторых вариантов настоящего изобретения. В этом случае варианты настоящего изобретения могут использоваться для включения сигнала тревоги или для отключения оборудования, если наличие частиц превысит заранее определенную величину. Примером конкретного применения является применение в автомобильных и авиационных двигателях. К другим вариантам применения относится анализ крови, плазмы, спермы, мочи и других биологических сред. Еще одним вариантом применения является анализ чернил, красок, пигментов и некоторых других сред. На практике настоящее изобретение может применяться практически в любой области, где имеются частицы, способные взаимодействовать со световым сигналом. Эти сигналы могут иметь низкие уровни, что предполагает использование настоящего изобретения в области контроля качества, например в оборудовании для очистки, контроля чистоты сред, например воды, а также напорных линиях промышленных предприятий и пр.

Большинство вариантов настоящего изобретения будут работать в инфракрасной области, хотя могут использоваться и другие области электромагнитного спектра. Предпочтительные варианты настоящего изобретения работают в любом из диапазонов длин волн 750-1200 нм и 3000-10000 нм или в обоих этих диапазонах (оба диапазона лежат в инфракрасной области спектра). Недорогие источники (например, светоизлучающие диоды) легко доступны как для инфракрасной, так и для видимой областей спектра. Можно использовать и другие типы источников света.

Точно также, легко доступны и недорогие детекторы светового излучения, световой выход которых зависит от падающего света. Многие из них также являются относительно чувствительными к излучению в инфракрасной области спектра, а широкое распространение инфракрасных пультов дистанционного управления доказывает, что согласованные и недорогие светодиоды и детекторы легко доступны. Однако следует отметить, что в различных вариантах настоящего изобретения могут использоваться различные типы детекторов светового излучения. К ним, например, могут относиться фотодиоды, светоизлучающие диоды, фототранзисторы и другие оптоэлектронные устройства. В некоторых случаях может быть оправдано применение более сложных или чувствительных детекторов, хотя для многих применений может оказаться достаточным применение относительно недорогих устройств.

Ранее указывалось, что способ работы настоящего изобретения включает в себя сравнительный анализ, основанный на полученных величинах для образца, который содержит некоторую информацию о коэффициенте пропускания и коэффициенте отражения образца. Как также указывалось выше, эту информацию не требуется получать отдельно, она может быть включена в единственный замер детектора, хотя для обеспечения достаточной степени точности предпочтительно иметь несколько различных путей сигнала. Эти факторы имеют отношение к количеству и способу размещения источников и детекторов, используемых в конкретном варианте настоящего изобретения. Существует несколько возможностей, которые будут описаны в качестве примера.

Обычно рабочий вариант настоящего изобретения содержит по меньшей мере один источник света и один набор детекторов света. Для упрощения описания, если прямо не указано иное, имеется в виду единственный источник света и единственный набор детекторов.

Каждый набор источников может содержать один или более источников света. Точно также, набор детекторов может содержать один или более детекторов. Набор источников и набор детекторов обычно расположены так, что позволяют получить величины и пропущенного и отраженного света, хотя необязательно одновременно.

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

Ниже следуют несколько примеров, показывающих раздельное получение данных о пропускании и отражении.

Один конкретный вариант может иметь единственный детектор или набор из нескольких детекторов, которые работают более или менее как единый детектор. В комбинации с детектором используются по меньшей мере два источника света. По меньшей мере один из этих источников света может быть расположен так, что его измерительный световой сигнал будет приниматься детектором как пропущенный световой сигнал, т.е. измерительный световой сигнал пойдет через среду образца прямо на детектор. По меньшей мере один другой источник света будет расположен так, чтобы детектор принимал отраженный сигнал. Если рассмотреть простой пример, в котором образец среды содержится в измерительной камере между двумя окнами, то по меньшей мере один источник будет расположен на той же стороне измерительной камеры, что и детектор (хотя, обычно, он будет смещен от него на некоторое расстояние вдоль окна камеры), а другой источник света будет установлен так, чтобы его сигнал проходил сквозь противоположное окно камеры. Такое расположение показано на фиг.1.

В другом варианте могут использоваться единственный источник света и по меньшей мере два детектора. По меньшей мере один детектор будет расположен для получения пропущенного света от источника, тогда как по меньшей мере один другой детектор будет расположен так, чтобы принимать отраженный свет. Такое расположение показано на фиг.2.

В другом варианте могут использоваться множества источников света и детекторов. Каждый детектор (а также в случае, когда набор детекторов содержит единственный детектор) может принимать свет от множества источников света. Он может содержать множество отраженных сигналов от различных источников. Он также может содержать множество пропущенных сигналов от других источников. В этом варианте на каждый детектор может приходить один или более и пропущенных и отраженных световых сигналов.

Предполагается, что для варианта, описанного в предыдущем абзаце, не все световые сигналы для конкретного детектора будут приниматься одновременно. В большинстве случаев предполагается, что от различных источников, с которыми взаимодействует конкретный детектор, сигналы будут приходить последовательно. В некоторых вариантах могут иметь место одновременные последовательности между различными парами/наборами детекторов и источников света.

Возможно, также, чтобы различные детекторы реагировали на сигналы от единственного работающего источника света - для таких детекторов длина путей может быть различной (для пропускаемых сигналов) или различными могут быть углы отраженных сигналов. Очевидно, что возможны и другие варианты расположения источников и детекторов света.

В других вариантах, где чисто отраженные сигналы не принимаются во внимание, набор источников и детекторов располагают так, чтобы обеспечить получение множества сигналов с различных путей. В них могут использоваться многочисленные комбинации источников и детекторов света, включая по меньшей мере некоторые из комбинаций, упомянутых выше и ниже. Однако их расположение в таких вариантах обычно будет таково, чтобы большинство, если не все детекторы, получали пропущенный сигнал, хотя часть света, попадающая на детектор, будет вызвана рассеиванием/отражением частицами, находящимися в среде. Отражение и рассеивание также оказывают влияние на поглощение, поэтому на практике было обнаружено, что для количественного анализа частиц достаточно наличия множества путей сигнала, отличающихся по длине и/или относительным углам. На практике было обнаружено, что 3-5 путей с различными длинами представляют собой удовлетворительный компромисс между избыточной сложностью и точностью. В зависимости от образца и других параметров достоверные результаты дают два пути и более.

В различных вариантах может также использоваться функция изменения яркости сигнала по каждому пути для получения данных для разной яркости. Это дает увеличение количества различных типов данных, полученных при анализе образца, и может повысить точность или, в некоторых случаях, вероятность наличия, например, для определенного типа сред и определенного типа частиц.

Очевидно, что имеется несколько различных возможных вариантов размещения источников и детекторов света для получения множества данных различных типов (например, полученных из разных характеристик сигнала и пути), предпочтительных для точного анализа образца. Помимо упомянутых и другие варианты расположения могут применяться для работы в одной или более из следующих ситуаций:

когда множество источников света работают одновременно и действуют в сочетании с множеством детекторов света по принципу "один на один" и когда характеристики каждого пути сигнала по существу идентичны, поэтому в результате одновременно получают совокупность предположительно идентичных данных для усреднения или другого вида аланиза;

когда единственный источник света работает одновременно с несколькими детекторами по принципу "одни на много" и когда физические характеристики пути сигнала (например, длины, углы и пр.) по существу идентичны, так что полученные величины можно усреднять или анализировать иным образом;

в ситуации по предыдущему абзацу, когда характеристики путей сигнала от источника света до каждого детектора отличаются друг от друга так, что для последующей оценки можно получить совокупность величин для различных путей;

когда единственный детектор света может одновременно принимать свет от множества источников, при этом пути сигнала от каждого источника к детектору по существу идентичны, так что данные можно усреднять или анализировать иным образом;

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

в ситуации по предыдущему абзацу, когда пути от источника к детектору различны.

Следует также отметить, что, заставляя источники и/или детекторы света работать в попеременном, импульсном или ином не непрерывном режиме, во время цикла сбора данных можно выбирать различные комбинации источников и детекторов света.

Хотя в некоторых вариантах, при наличии достаточного количества источников и детекторов света, работа наборов источников и детекторов может быть по существу непрерывной, предполагается, что обычно будет использоваться импульсный или не непрерывный режим работы. Это может дать несколько потенциально реализуемых преимуществ. Например, попеременная или синхронная работа различных источников и детекторов света позволяет получить данные для нескольких путей сигнала с различной длиной. Устройство может циклически переключаться между такими шагами сбора данных для получения расширенной совокупности данных для последующего сравнения и оценки. Такая информация может дать более точные или более уместные величины для количественного определения наличия частиц, особенно если образец неоднороден или находится в движении. Очевидно, что различные циклы сбора данных не должны быть идентичными по своей последовательности или по количеству этапов сбора данных в этом цикле.

Другим потенциально реализуемым преимуществом не непрерывного режима работы является сокращение энергии (во времени), необходимой для источников света. Это может быть важной характеристикой дистанционно устанавливаемых устройств или там, где требуется экономить энергию. Альтернативно, многие источники света позволяют на короткое время повышать рабочие токи до уровней, превышающих нормальные. Это позволяет выдавать более интенсивные вспышки измерительного светового сигнала, чем было бы возможно при непрерывной работе источника света в пределах нормальных рабочих параметров. Это может привести к улучшению работы устройства и, возможно, использованию его для более широкого диапазона типов исследуемых образцов, а также, возможно, повышению его экономичности за счет применения деталей с меньшим номиналом, чем если бы устройство работало непрерывно.

В устройство могут быть внесены различные другие модификации. Эти модификации в некоторых случаях могут повысить точность, стабильность или способность к анализу трудно поддающихся исследованию образцов. В некоторых случаях такие модификации могут быть лишь альтернативой вышеописанным вариантам. Одна из таких модификаций заключается в модулировании яркости измерительного луча. Во многих отношениях это аналогично получению данных с путей различной длины (под одним углом) через исследуемую среду и может использоваться для их аппроксимации. Данные не всегда будут точно равны результатам, полученным по путям различной длины, но они тем не менее способны дать информацию, специфичную для конкретного образца или образцов.

В некоторых вариантах информация о яркости, наряду с данными детектора, подается на средство регистрации/сравнения данных, поэтому результаты могут быть скоррелированы с выходом этого источника измерительного луча.

Изменение выходной яркости источника света может также применяться для автоматической регулировки для согласования с характеристиками детектора. В таком случае устройство может самостоятельно подстраиваться (хотя эта операция может проводиться и вручную) так, чтобы детектор работал в своей наиболее эффективной или точной области. Альтернативно можно было бы регулировать выходную яркость так, чтобы сигналы, принимаемые детектором, находились в сравнимом диапазоне с выходными или калибровочными данными, уже записанными в память для образца конкретного типа.

Также может использоваться и другой режим работы. Вместо использования постоянной, известной яркости луча яркость можно менять до тех пор, пока детектор не примет сигнал конкретной мощности. Яркость выходного луча может быть использована для последующего анализа. Такая информация может также комбинироваться с совокупностью данных об образце, полученной при использовании луча с постоянной, известной яркостью. Сбор, сравнение и анализ полученных данных для конкретного образца различными методами измерений могут использоваться для повышения точности или стабильности устройства. Это может оказаться полезным там, где устройство по настоящему изобретению применяется для анализа образцов различных типов или при большом разбросе характеристик образца.

Хотя яркость измерительного луча можно измерить на источнике, представляется, что вместо этого будут измеряться некоторые другие характеристики источника света. Например, для светоизлучающего диода для определения яркости можно измерять ток, проходящий через устройство. Можно проводить калибровку конкретного источника света для корреляции его выходной яркости и измеренного тока (или какой-либо другой характеристики, например напряжения и пр.). Однако если результаты измерения образца согласуются с калибровочными данными, то точное значение выходной яркости знать не обязательно, поскольку результаты основаны не на абсолютных значениях, а получены путем сравнения результатов с хранящимися в памяти данными, полученными в процессе калибровки в сходных условиях. Это часто будет зависеть от конкретного варианта устройства и от достоверности зарегистрированных или калибровочных данных. В большинстве случаев, однако, желательно, чтобы характеристики источника света, а также других компонентов устройства были стабильны и устойчивы к дрейфу - по меньшей мере, во время любого замера или между калибровочными прогонами. Это может явиться проблемой в некоторых вариантах применения настоящего изобретения, которая может решаться вводом в устройство средства оптической обратной связи, которое будет описано ниже.

Другим способом, который может

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

применяться, является изменение направления излученного измерительного луча. Предполагается, что этот способ с наибольшей вероятностью будет использоваться, если излучаемый луч является узким, а не широким, который в любом случае можно отслеживать из множества различных положений. Изменение угла луча является еще одним способом осуществления модуляции. Для конкретного фиксированного детектора изменение угла измерительного луча будет иметь эффект получения различной измеренной яркости, которая зависит не только от падающего света (в зависимости от положения детектора), но и от обнаружения различных уровней обратного рассеивания, отражения и поглощения средой образца. Это дает иной тип информации для простой модуляции яркости измерительного луча, которая может быть полезной в различных отношениях.

Эта информация также может согласовываться с калибровочными или зарегистрированными данными. Она также может давать информацию о природе содержащихся частиц (например, коэффициент отражения, размеры, шероховатость поверхности и пр. частиц оказывают влияние на отражаемость и обратное рассеивание), которая может дать дополнительную информацию пользователю. Если использовать и другие способы модуляции и измерения, относящиеся к настоящему изобретению, можно получить более полную совокупность данных об образце, что полезно для более точной идентификации не только концентрации частиц, но и других характеристик образца. Возможно также проводить измерения различных компонентов образца или отношений этих компонентов.

Для изменения характеристик измерительного луча можно изменять физические свойства. Сюда можно отнести применение отражателей и линз, которые взаимодействуют с измерительным лучом. Они могут взаимодействовать только с частью измерительного луча. Предполагается использование отражателей, линз, призм и фильтров. Применение фильтров с изменяемыми характеристиками представляет собой еще один способ модуляции характеристик измерительного источника света. Луч может взаимодействовать с образцом различными способами (ранее обсуждался способ изменения частоты измерительного источника света). Применение каждого из этих устройств представляет собой еще один способ изменения характеристик измерительного светового луча так, что можно получать и впоследствии оценивать реакцию образца (на различные способы измерения).

В некоторых случаях яркость источника света может со временем меняться. Это может оказать отрицательное влияние на результаты анализа образца, особенно если дрейф других источников и детекторов не идентичен. Даже светоизлучающие диоды в течение срока службы постепенно снижают яркость. Температура среды может оказывать влияние на температуры источника, детектора и других компонентов, что приводит к изменениям показаний, хотя типично наибольшему влиянию будет подвергаться выходная яркость источника света. В связи с проблемами стабильности в аналитических приборах по предшествующему уровню техники применения светоизлучающих диодов стараются избегать.

Для решения этих проблем можно использовать некоторую форму обратной связи (ниже именуемую "оптическая связь") для компенсации таких дрейфов и изменений. В предпочтительном варианте используется дополнительный детектор источника, который измеряет яркость света непосредственно у источника. Сигнал обратной связи от этого детектора приводит к изменению входного напряжения или тока или их обоих на источнике света для того, чтобы его выходная яркость оставалась постоянной.

В качестве альтернативы можно использовать информацию от детектора источника для изменения чувствительности детектора (детекторов) для согласования выходной яркости источника света. Другой альтернативой является использование обратной связи для подачи дополнительных данных, принимаемых в расчет во время последующей обработки и оценки величин/сигналов, полученных детектором. Можно использовать комбинации этих и других способов.

Природа детектора источника может быть различной. Он может быть аналогичен другим детекторам, используемым в устройстве, или отличаться от них. Некоторые преимущества могут быть получены при использовании источника, аналогичного тому, который контролируется в качестве детектора источника. Многие источники допускают включение таким образом, который позволяет им работать в качестве детектора. Преимущества могут быть получены за счет того, что такой детектор источника реагирует на физические характеристики, такие как температура и пр., аналогично самому источнику. Далее, светоизлучающие диоды часто более дешевы, чем детекторы на фотодиодах (применяемых во многих вариантах).

Можно также применять физические модификации для изоляции чувствительных компонентов устройства от влияния физических факторов, таких как температура. Монтаж компонентов в массе материала с высокой тепловой инерцией поможет предотвратить быстрое изменение температуры. Наличие теплообменных ребер или радиаторов для отвода тепла в окружающую среду может помочь воспрепятствовать изменениям температуры из-за влияния образца - при условии, что окружающая среда относительно стабильна. В некоторых вариантах может применяться встроенный температурный датчик для включения средства нагрева или охлаждения (например, устройства, в котором используется эффект Пельтье). Информация от температурного датчика может также подаваться на средство обработки/оценки для оценки в качестве части данных об образце.

В некоторых вариантах можно применять теплоизоляцию устройства относительно образца. Одним из способов является воздушный зазор между стенками камеры и устройством. Могут применяться стенки с двойной изоляцией, возможно с вакуумом между ними, хотя двойная стенка камеры

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

может вызывать дополнительное отражение и преломление. Если они постоянны, их влияние можно устранить путем сравнения с данными эталонного образца, полученными при том же расположении компонентов.

В различных вариантах могут применяться и другие способы и технологии. Во многих случаях не требуется высокая точность или просто требуется определять быстрые или значительные изменения в контролируемом образце. В таких случаях высокая конкретная степень точности может не требоваться, и для них подойдут простые варианты настоящего изобретения без оптической или иной обратной связи.

Выходной сигнал набора детекторов обычно отражает наличие частиц в среде образца. Однако, как упоминалось ранее, в некоторых случаях другие компоненты или физические свойства среды образца могут также оказывать влияние на измерительный световой сигнал и тем самым на входной сигнал детектора. В таких случаях можно использовать некоторые другие способы для снятия с устройства окончательной величины, которая в большей степени указывает на истинный уровень частиц в среде образца.

Одним способом, который может быть полезен в определенных ситуациях, является применение второго опорного измерительного сигнала для сравнения. В таких случаях обычно оценивается разница между измерительным и опорным сигналами для получения окончательной выходной величины определения частиц. Такой способ хорошо известен и не требует более подробного описания.

Следует отметить, что вышеописанный вариант не всегда будет пригоден для всех видов применения. В некоторых случаях может оказаться невозможным или нецелесообразным устанавливать удвоенный комплект оборудования. В других случаях, когда осуществляются измерения в потоке, природа измеряемой среды может непрерывно изменяться, поэтому получение "типичного" опорного образца может оказаться затруднительным. В других случаях срок жизни опорного образца может быть относительно коротким (например, при промежуточных реакциях) и поэтому полагаться на опорный образец, может быть, нецелесообразно.

Другим способом, который может использоваться для решения некоторых из вышеописанных проблем, является сбор данных для сравнения. Такие данные могут собираться по разным стандартам калибровки. Там, где ожидается изменение природы среды образца, можно установить дополнительные датчики для определения изменения характеристик среды образца (помимо изменения в наличии и содержании частиц), чтобы устройство могло впоследствии определить, какой набор данных из хранящихся в памяти стандартов калибровки и эталонов в наибольшей степени согласуется с физическими характеристиками оценки образца среды. Однако предполагается, что такие варианты наиболее вероятно найдут применение в трудных или экстремальных случаях.

Предполагается, что настоящее изобретение может использоваться для широкого спектра сред. Некоторые типичные среды упомянуты выше и включают такие вещества, как кровь, масла и смазки, молоко и другие молочные продукты, потоки сжиженного газа и псевдоожиженных твердых веществ, чернила, краски и пигменты и пр. В некоторых из таких ситуаций среда может быть непрозрачной для выбранного измерительного светового сигнала и может потребоваться измерительный световой сигнал с другой длиной волны. В некоторых случаях может потребоваться выйти за пределы инфракрасной-видимой области электромагнитного спектра. Можно применять и другие области, такие как радиочастоты, более короткие микроволновые частоты или рентгеновское излучение, хотя при этом источники и детекторы могут оказаться значительно более сложными, что может свести на нет некоторые из потенциально реализуемых преимуществ настоящего изобретения, такие как простота и низкая стоимость. Однако в некоторых ситуациях измерительные сигналы в других областях электромагнитного спектра могут быть предпочтительными или превосходящими другие существующие в настоящее время способы.

В некоторых вариантах возможно изменение природы измерительного светового сигнала - сюда входят частота, яркость и пр. Это может достигаться установкой дополнительных наборов источников, которые могут выбираться либо автоматически, либо вручную оператором. Можно предусмотреть также применение источников с разной выходной частотой или которые излучают в широком диапазоне или на нескольких частотах, которые можно выборочно фильтровать. Можно использовать устройства управления источниками, которые могут изменять выходной сигнал источника.

В некоторых вариантах настоящего изобретения в качестве дальнейшего улучшения можно использовать изменяющиеся частоты измерительного светового сигнала для сканирования/анализа среды образца. Хотя для некоторых сред, таких как молоко, удовлетворительные результаты могут быть получены с измерительным световым сигналом одной частоты, в некоторых случаях сканирование образца на нескольких частотах может улучшить результаты. Если частицы непрозрачны или, по меньшей мере, частично непрозрачны для измерительного светового сигнала, то их взаимодействие с измерительными световыми сигналами других частот теоретически должно быть таким же. Влияние других компонентов, имеющихся в среде образца, наоборот, может иметь изменяющийся эффект на разных частотах. Применяя соответствующий анализ и сравнение показаний детектора на разных частотах, можно получить более ясную картину влияния простого наличия частиц на выходной сигнал детектора. Однако представляется, что такие модификации не обязательно будут применяться во всех вариантах, хотя для некоторых сред введение таких изменений может оказаться желательным или необходимым.

В большинстве вариантов настоящего изобретения выходной сигнал набора детекторов будет рассматриваться и оцениваться для получения величины,

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

представляющей количество частиц в образце. Такая оценка будет в общем проводиться каким-либо процессором, преимущественно электронным. Такой процессор может быть встроен в устройство, хотя другим типичным сценарием может быть и внешний процессор, например компьютер.

В большинстве случаев будет необходимо преобразовывать выходной сигнал детектора света в какую-либо форму, пригодную для дальнейшей оценки или обработки. Во многих вариантах для такого преобразования будет применяться аналого-цифровой преобразователь. Однако следует отметить, что существует много других способов преобразования выходного сигнала детектора в формат, пригодный для последующей оценки или анализа применяемым типом процессора.

Последующая оценка данных может проводиться несколькими способами. Для определения наилучшего метода получения величин, представляющих наличие частиц в среде, может потребоваться некоторое количество экспериментов. Однако для упрощения использования в большинстве вариантов будет применяться сравнение принятых сигналов с собранными или хранящимися данными. Этими данными могут быть величины, заранее запрограммированные в любом процессоре (для упрощения описания термин "процессор" будет использован для обозначения той части или устройства, которая предназначена для получения окончательных результатов на основании выходного сигнала набора детекторов или на основании преобразованных сигналов от него) так, что последующий сбор "исходных наладочных" данных пользователем может не потребоваться. Такие хранящиеся данные могут содержать величины, типичные для определенного типа анализируемой среды, хотя предполагается, что для большинства вариантов будет предусмотрена возможность периодической калибровки по эталонным образцам для проверки точности и/или регулировки устройства. Эта информация часто будет храниться в СППЗУ или в виде программы, работающей в процессоре. Применение программных средств может оказаться более гибким, позволяя обновлять программы для изменения режимов работы устройства.

В предпочтительном варианте осуществляется обращение к калибровочным данным из эталонных стандартов, которые хранятся в программных средствах. Эта информация может обновляться каждый раз при проведении новой калибровки.

В большинстве вариантов применяются заранее определенные функции, которые наиболее соответствуют анализируемой среде, для облегчения сравнения и определения наличия частиц. В предпочтительном варианте применяется способ линейной регрессии, а для молока обычно применяется логарифмическая функция для получения отношения наличия частиц и реакции детектора в форме прямой. Однако следует

отметить, что разные характеристики детектора (которые не обязательно могут быть линейными или логарифмическими) будут оказывать влияние на любую функцию, необходимую для адаптации реакции детектора до прямой, необходимой для линейней регрессии.

Имеется много доступных математических методов и программных средств, которые могут автоматически модифицировать данные для получения прямой или которые могут подобрать соответствующее уравнение для кривой. Предполагается применение таких известных методов, наряду с преобразованиями Фурье. Данные не обязательно должны соответствовать прямой, они должны иметь некоторую форму, позволяющую сравнивать вновь собранные данные с имеющимися для получения величины, представляющей концентрацию или количество частиц в исследуемой среде.

В некоторых случаях величина, полученная обработкой процессором, может иметь произвольный масштаб, хотя ее также можно модифицировать для соответствия общепринятому определенному масштабу или масштабу, заданному пользователем. Если определения абсолютного процентного содержания или концентрации частиц в среде не требуется, например если пользователю просто нужно следить, чтобы содержание частиц в среде не вышло за заранее определенные пределы, тогда можно применять произвольный или ничего не значащий масштаб. В других случаях процессор может выдавать величину, соответствующую принятому масштабу или выбранной пользователем комбинации единиц (например, г/л).

Краткое описание чертежей

Другие аспекты настоящего изобретения описаны ниже со ссылками на прилагаемые чертежи, где:

Фиг.1 - схематический вид сбоку некоторых вариантов размещения источника и детектора света по настоящему изобретению;

Фиг.2 - схематический вид сбоку возможного варианта настоящего изобретения;

Фиг.3 - схематический вид варианта камеры и возможное распределение длин волн для варианта, проводящего измерения при различных длинах волн;

Фиг. 4 - схематический вид компонентов системы в варианте устройства по настоящему изобретению;

Фиг. 5-7 - графики данных калибровочных и испытательных измерений, выполненных с использованием варианта устройства по настоящему изобретению;

Фиг.6 - вид сверху варианта по фиг.5;

Фиг.7 - вид сбоку варианта по фиг.5 и 6;

Фиг. 8 - разнесенный схематический вид в перспективе варианта настоящего изобретения с тонкой камерой;

Фиг.9 - вид сверху варианта по фиг.8;

Фиг. 10 - разнесенный схематический вид проточного варианта настоящего изобретения;

Фиг.11 - схематическое сечение варианта по фиг.10;

Фиг.12 - увеличенный вид участка детектора варианта по фиг.11;

Фиг.13 - вид сверху участка, показанного на фиг.12;

Фиг.14 - схематическое сечение варианта настоящего изобретения с тестовой трубкой и

Фиг.15 - вид сверху варианта по фиг.14.

Наилучшие способы осуществления

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

настоящего изобретения

Согласно одному варианту настоящего изобретения предлагается устройство (в целом обозначенное позицией 1) для количественного определения наличия частиц в средах, содержащее

набор источников, содержащий один или более источников 2 света, выдающих один или более измерительных световых сигналов (в целом обозначенных стрелками 3, 5);

набор детекторов, содержащий один или более детекторов 4 света, чувствительных к свету измерительного сигнала (сигналов) 3, 5;

расположение отличается тем, что измерительные световые сигналы 3, 5 с множества путей измерительного сигнала между наборами источников 2 и детекторов 4 принимаются набором детекторов во время анализа образца;

детектор 4 на выходе создает величину, которую можно оценить процессором 6 для получения величины, указывающей на содержание частиц в среде 7.

Пример 1a

Фиг. 1a иллюстрирует одно конкретное расположение, описанное выше. В данном случае имеется множество источников света 2, один из которых выдает по существу пропускаемый сигнал 5 на детектор 4 света, а один выдает по существу отраженный сигнал 3 на этот детектор 4 света.

Пример 1b

Фиг. 1b иллюстрирует другое расположение, также описанное выше, которое содержит единственный источник 2, выходной световой измерительный сигнал 3, 5 которого принимается множеством детекторов 4 света, по меньшей мере один из которых установлен для перехвата пропущенного сигнала 5, а по меньшей мере один из них установлен для приема отраженного сигнала 3.

Пропускаемые световые сигналы не обязательно должны быть прямыми, как показано на фиг.1 и 2. Детектор 4 может быть смещен относительно источника 2, и одним из эффектов такого смещения будет увеличение длины пути. Можно также установить несколько детекторов 4 так, чтобы пути измерительного сигнала от источника 2 имели разную длину. Можно также установить множество источников (которые работают по очереди), чтобы разные детекторы получали последовательные сигналы (от каждого источника) с разной длиной пути и/или углами.

Обычно путь пропускаемого сигнала 5 относительно короток. В одном варианте для измерения образцов молока и молочных продуктов расстояние через камеру составляет приблизительно 0,5 мм. Однако это расстояние можно менять в соответствии с характеристиками среды и источников и детекторов, в частности, в вариантах, использующих трубки и контейнеры для жидкостей.

В то время как предпочтительной является неподвижная среда, в большинстве вариантов допускается ее движение. Предполагается, что допускается скорость движения среды до 0,5 мс$^{-1}$. В некоторых случаях допустимы и более высокие скорости. Основная проблема с движением среды заключается в том, что характеристики со временем могут меняться, если меняется природа среды. Например, воздушные карманы, градиенты концентрации, турбулентность и пр. могут оказывать влияние на показания прибора. Одним из возможных решений является применение импульсных или не непрерывных замеров так, чтобы каждый набор собранных данных содержал последовательность "мгновенно" полученных данных, что по существу "замораживает" движение среды. Такой вариант может применяться для потоков среды с относительно высокой скоростью. Такой способ, сходный с принципом стробоскопа, может также использоваться для контроля химических реакций, а также там, где в течение коротких промежутков времени происходят быстрые или существенные изменения.

Пример 1c

Фиг. 1c иллюстрирует возможный практический вариант настоящего изобретения. Здесь имеется магистральный трубопровод 8 для среды, от которого по байпасу 9 отбирается непрерывно текущий образец. В байпасе могут быть предусмотрены ограничители, снижающие скорость потока среды, по меньшей мере, на участке 10 анализа образца, в котором установлены наборы источников и детекторов. Выход детекторов 4 подается на аналого-цифровой преобразователь, выход которого принимается процессором 6.

Пример 1d

Как показано на фиг.2-4, свет 15, 16 от последовательности источников 11, 12 с различными длинами волны (в инфракрасном диапазоне) и под различными углами воспринимается оптоэлектронным фотоэлементом 13 после того, как он пройдет сквозь образец 14 или отразится от образца. Свет измеряется на противоположной стороне для определения в первую очередь поглощения, а также на той же стороне относительно фотоэлемента для измерения в первую очередь коэффициента отражения образца.

Сигнал от фотоэлемента 13 усиливается усилителем 20 и подается на аналого-цифровой преобразователь 21. Сигнал имеет импульсную природу, поскольку источники света включаются последовательно под управлением микропроцессора 22 так, что микропроцессор может определить, от которого источника поступает свет. Скорость измерений и переключения света налагает ограничения на скорость среды в измерительной камере. Основная масса среды может двигаться со скоростью до 50 см/с или даже быстрее, поскольку в камеру попадает лишь небольшая часть среды, которая движется с гораздо меньшей скоростью (расположение показано на фиг.1c).

Информация, которая теперь имеется в распоряжении микропроцессора 22, подается на управляющую ЭВМ 23 по двунаправленной шине. ЭВМ получает информацию и проводит необходимые вычисления и сравнения с локальной базой данных, и посылает результат обратно на микропроцессор 22. Микропроцессор выдает полученную информацию на дисплей, установленный на приборе.

ПРИМЕРЫ 2 - Манипуляция данными

Пример 2a

Данные можно обрабатывать различными способами. Некоторые типичные примеры

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

описаны в общем виде в предыдущих разделах настоящего описания. Ниже приводится один конкретный пример, который может быть реализован (см. таблицу).

Способ основан на измерении яркости рассеянного света под различными углами (θ) в инфракрасной области спектра с длинами волн 750-1200 нм. Далее использовалось уравнение множественной регрессии:

жир = $\sum\alpha^{\tau}I(\theta^{\tau})+\alpha_o$,

при коэффициентах регрессии α^{τ}, рассчитанных заранее, получим оценочное значение для FAT. Из фиг.5 видно, что предсказанные значения, полученные с использованием вышеприведенного уравнения, хорошо согласуются с независимо проведенными измерениями жира. В этих предварительных измерениях мы использовали только одну длину волны. Наши расчеты показывают, что в диапазоне жира [4, 8] наблюдалась ошибка 8%, а в диапазоне [4, 6, 5] наблюдалась ошибка 6%. Это можно объяснить небольшой зависимостью яркости рассеянного света от содержания жира в области [6, 5, 8] (см. Фиг.6). Использование наборов диодов с разными длинами волн повышает точность определения содержания жира. Наличие дополнительных данных для различных углов (особенно, близких к 90°, например 70° и 110°, хотя для многих вариантов приемлемым диапазоном может быть 90±60°) повышает точность оценки.

При использовании принимается во внимание, что многие варианты могут поставляться вместе с данными, характерными для измеряемых сред. Однако, прежде чем проводить точные измерения, могут потребоваться калибровочные измерения. Такие калибровочные измерения проводятся изначально и после этого периодически для проверки точности показаний и устранения дрейфа и изменения параметров. Такие калибровочные измерения не могут проводиться пользователем, а только обслуживающим персоналом при периодических инспекциях.

Ниже следует подробное описание конкретного варианта, испытанного изобретателем. Это описание приводится только в качестве примера и не ограничивает объема настоящего изобретения.

Пример 2b - Процедура калибровки

Принцип работы основан на математических расчетах методом множественного регрессионного анализа статистических данных. Таким образом, необходимо откалибровать камеру по одной или более известных контрольных сред или по известной эталонной/тестовой среде. Такой средой обычно является проверенный образец молока, отбираемый для анализа. Тестирование можно проводить впоследствии.

Точность можно рассчитывать программными средствами, хотя точность и воспроизводимость в значительной степени определяются стабильностью условий выбранной окружающей среды. Например, изменение температуры может влиять на показания, и постепенное загрязнение поверхности стекла также может оказывать влияние на точность измерений.

Калибровку рекомендуется производить еженедельно, и в качестве альтернативного способа в качестве ежедневной контрольной проверки можно использовать отчет молокозавода о жирности молока. Это позволяет в определенной степени калибровать отдельные машины в общей системе. Ежедневно после дойки жирность молока определяется программными средствами.

Пример 2c - Интерпретация данных

В первой партии образцов через измерительную камеру пропустили 50 образцов.

На графиках необработанных данных жир/белок показаны как семь групп данных, которые представляют выходы по рассеянному свету от семи светодиодов прототипа.

Из этих данных видно, что показания распределены по всему диапазону неравномерно и показания по сравнению с обычным молоком относительно высоки. Причина заключается в том, что образцы отбирались с ферм в Новой Зеландии, снабжающих молокозавод, поздней осенью, непосредственно перед прекращением доения стада перед отелом, а также благодаря джерсийской породе коров. Наблюдалась жирность молока 9% и даже более (не в данном наборе данных).

В каждой группе виден отчетливый тренд с наклоном вправо. Этот наклон означает, что коэффициент корреляции относительно высок и, следовательно, можно ожидать вероятность более точной оценки. В отличие от этого в некоторых группах точек данных имеется существенное отклонение от этого общего наклона. Это значит, что информация, которую мы получили от источников света в этих условиях, вносит меньший вклад в прогнозируемую точку, чем данные, которые соответствуют общему тренду. Эти точки в целом дают информацию о других твердых частицах в молоке, а не только о жире. Это - одна из причин, почему я использовал более чем один источник света для измерений.

После обработки всех точек данных методом множественной регрессии получаем коэффициент корреляции и отрезаемый отрезок или свободный коэффициент в итоге формулы для получения точек данных, которые мы хотим рассчитать.

Результирующую прогнозную величину можно получить умножением данных каждого отдельного замера (исходные данные) на его собственный коэффициент регрессии и сложением с отсекаемым отрезком. Этот результат тесно согласуется с измеренным содержанием жира в пределах, налагаемых относительной погрешностью других методов (химического анализа или калиброванного инфракрасного анализа).

Линейные графики и для жира и для белка (см., например, фиг.7) указывают на хорошее соотношение между прогнозируемой и измеренной величиной жира и белка. В данном тесте была достигнута общая относительная точность приблизительно в 5%. Однако условия, в которых проводились измерения, были далеки от идеальных. Зависимость от температуры (см. другие результаты) не учитывалась. Измерения проводились приблизительно при комнатной температуре (которая не измерялась).

Дальнейшая работа показала, что

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

увеличение температуры до приблизительно 35°С привело к значительно лучшей корреляции с относительной точностью лучше чем 2%.

Согласно нашим наблюдениям за температурой, наилучшие результаты достигались при температуре 30-40°С после нагрева образцов в течение приблизительно 20 минут в водяной бане с термостатическим регулированием. К счастью, обычно проводится анализ молока, поступившего прямо от коровы и имеющего температуру ее тела, и капли/частицы жира растворены в оптимальных условиях, что дает более точные измерения.

Мы проводили наши измерения партиями по 10 образцов с интервалами температуры приблизительно 5°С. Зависимость от температуры очевидна, но в идеале необходимы дополнительные исследования в этой области. Из результатов теста видно, что в районе 30° ошибка составляет лишь 1,29%. Все эти результаты были получены без многих из предлагаемых усовершенствований в физическом устройстве измерительной камеры. Нам ясно, что, если бы у нас было достаточно времени на обработку этого способа, были бы получены лучшие результаты.

Пример 3

На фиг.8 показан еще один вариант настоящего изобретения. Устройство содержит две половины корпуса 30a и 30b, которые охватывают камеру (в целом обозначенную позицией 31), расположенную между ними. Камера содержит переднее 32 и заднее 33 оптические окна с тефлоновой прокладкой 34, установленной между ними. Прокладка 34 разделяет окна 32 и 33 и определяет толщину измерительной камеры. Отверстия 35 в переднем окне 32 обеспечивают приток молока или других исследуемых сред через впускной 36 и выпускной 37 каналы внутри корпуса 30b.

В задней части половины корпуса 30a расположено множество отверстий 38, в которые можно направить лучи от источников света (не показаны). Светодиоды 38a могут быть установлены непосредственно в отверстиях 38. Кроме того, имеются дополнительные отверстия 39 на передней половине корпуса, которые при необходимости могут использоваться для установки дополнительных источников (например, 39a, также не показанных на фиг.8). В контексте фиг.1 эти источники в первую очередь предназначены для определения отражательной способности.

Детектор 40, содержащий фотодиод, расположен в передней половине корпуса 30b по существу как показано. Он соединен с аналого-цифровым преобразователем или другим обрабатывающим средством для оценки выходного сигнала.

На фиг.9 показан альтернативный вид варианта по фиг.8. Следует отметить, что варианты по фиг.8 и 9 легко могут быть модифицированы для приема контейнера для жидкостей вместо применения показанной измерительной камеры 31. Это обычно означает наличие центрального отверстия цилиндрической формы для приема контейнера. К некоторым модификациям, которые потребуются для участков корпуса (31a, 31b), обычно относится смещение детектора назад в половину 31b в еще большей степени. Может также потребоваться регулировка каналов 38 для оптических путей так, чтобы они сходились по существу на смещенном детекторе 40.

Как видно из фиг.9, множество источников света сфокусировано в общую фокальную точку, при этом каждый источник является источником измерительных сигналов, излучающих один или более измерительный световой сигнал, и набор детекторов содержит один или более детектор, чувствительный к выходным сигналам источников света, при этом детектор расположен в общей фокальной точке или направлен на нее.

Пример 4a

На фиг. 10-13 показан еще один предпочтительный вариант настоящего изобретения. Этот вариант пригоден для анализа непрерывного потока исследуемого материала, хотя в нем можно использовать и измерительную камеру или контейнер. Этот вариант также можно использовать для анализа различных сред, включая молоко, масла и смазки, для определения наличия частиц в газах, в крови и биологических средах и пр.

Устройство имеет корпус 50, в котором выполнено центральное отверстие, сквозь которое проходит трубка 51, выполненная из стекла или диокиси кремния. К каждому концу измерительной трубки 51 прикреплена линия отбора пробы (трубки 52a, 52b). В корпусе 50 размещены источники 54 и детекторы 55. Расположение источников 54 (светодиоды инфракрасного свечения) и детекторов 55 (фотодиоды) ясно показано на фиг.12 и 13.

Для повышения стабильности устройства корпус 50 выполнен из блока материала, имеющего низкую до средней теплопроводность и достаточную массу. Предпочтительным материалом являются пластмассы высокой плотности. Кроме того, между трубкой 51 и корпусом 50 имеется зазор, и, кроме того, по обе стороны корпуса расположены печатные платы и навесные компоненты, чтобы обеспечить теплоизоляцию относительно трубки 51.

Светодиоды размещены в виде трехмерной матрицы. Это лучше всего видно на фиг. 12 и 13. Фактически в устройстве имеются четыре набора светодиодов (каждый из которых связан со светодиодом-детектором для создания обратной связи, см. ниже), которые создают множество различных оптических путей сквозь среду образца для последующего обнаружения фотодиодным детектором 55. Два светодиода 54 каждого набора работают в импульсном режиме, и данные принимаются детектором 55 для конкретного набора источников. При необходимости в импульсном режиме может работать каждый отдельный светодиод, а не пара, чтобы получить больше данных для последующего анализа.

Следует также отметить, что можно применять и другие варианты расположения светодиодов. В варианте настоящего изобретения (не показан) установлено множество по существу планарных матриц светодиодов, распределенных по существу как показано на фиг.13. Каждый планарный набор светодиодов связан со своим детектором 55, выходные данные которого

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

либо усредняются для последующего анализа, либо выдаются раздельно для последующего анализа.

В следующем и других вариантах настоящего изобретения можно использовать волоконную оптику для передачи света от источника к одной или более точек. Это может сократить количество источников, связанных с ними цепей и устранить возможные проблемы, вызванные разной стабильностью.

Для дальнейшего повышения стабильности для каждого источника 54 установлен дополнительный светодиод 60. Эти дополнительные светодиоды 60 относятся к тому же типу, что и светодиоды источников 54, но сконфигурированы для работы детекторами, а не источниками. Эти дополнительные светодиоды 60 соединены с цепями для изменения напряжения и/или тока на светодиодах источников, чтобы их выход оставался постоянным и на него не оказывали влияние такие факторы, как время, температура и пр. Выше обсуждались другие способы использования оптической обратной связи, которые могут применяться во всех вариантах настоящего изобретения.

Далее, с корпусом 50 может быть связан нагреватель 61, способствующий поддержанию постоянной температуры. В этом случае было бы желательно, чтобы корпус 50 обладал некоторой теплопроводностью, однако не в такой степени, чтобы быстрые изменения в образце вызывали резкие флуктуации температуры в корпусе 50. Этого можно достичь, установив нагревательную спираль вокруг блока корпуса 50 или распределенные по корпусу нагревательные устройства. Типично, такие нагревательные устройства регулируются одним или более датчиками температуры 62. Для охлаждения можно использовать охлаждающие устройства (одним возможным вариантом являются устройства на эффекте Пельтье).

Типично, вся эта аппаратура затем помещается во внешний корпус 63, который защищает внутренние компоненты. Для герметизации могут использоваться шайбы и манжеты.

Выход детектора 55 затем подается на внешний процессор. Он может быть преобразован в цифровую форму аналого-цифровым преобразователем, который может быть включен в устройство, показанное на фиг.12-14. Затем этот выход может анализироваться, как указано выше в предыдущих примерах и в описании.

Пример 4b

Вариант устройства, показанный на фиг.10-13, обычно устанавливается в такое положение, в котором оно способно контролировать среды. Прежде чем начинать анализ, необходимо получить набор калибровочных данных для сравнения и последующей оценки. Типично это выполняется путем получения комплекта эталонных образцов, которые анализируются устройством. Величины, полученные детектором, регистрируются, и после этого проводятся различные математические преобразования, позволяющие преобразовывать величины, полученные детектором для неизвестных образцов, в показатели содержания частиц в образце.

Для наивысшей степени точности некоторые преимущества дает анализ эталонных образцов в условиях, подобных тем, в которых будет анализироваться нормальный образец среды. Это часто будет означать аналогичные физические характеристики, такие как такая же температура, тот же тип измерительной камеры и, по возможности, такая же скорость потока. Однако создать такой поток для эталонного образца может оказаться затруднительным, во многих вариантах импульсный характер излучателей вызывает по существу "моментальный снимок" образца, который в большинстве случаев применения настоящего изобретения должен сравниваться с данными об эталонном образце.

На практике при выпуске с предприятия-изготовителя каждый датчик может быть откалиброван и для него может быть подготовлен конкретный набор данных для последующей оценки аналитическим средством, когда датчик будет работать. Кроме того, калибровка может периодически проводиться для компенсации любого дрейфа от заводских установок или изменений условий, в которых проводится измерение образца (если они отличаются от условий, в которых были получены исходные заводские данные).

Для такого образца, как молоко, как было обнаружено, можно измерять различные составляющие. Например, можно определять жирность, количество соматических клеток, содержание лактозы. В целом для калибровки отбирают 50 образцов, для которых известно содержание каждого из перечисленных компонентов (или любых других компонентов, которые нужно проанализировать). Эталонные образцы могут готовиться специально, хотя можно использовать и ранее использовавшиеся эталонные образцы. Затем собирают данные по этим 50 эталонным образцам и проводят корреляцию между выходными данными детектора и известным содержанием каждого компонента. В большинстве случаев можно добиться хорошей корреляции в зависимости от выбора правильного метода анализа, например линейной регрессии, преобразований Фурье (где применимо) и пр.

Затем, для использования с этим эталонным образцом в будущем, регистрируют математические преобразования, необходимые для пересчета величины, снимаемой с детектора, в показатель содержания конкретного вида частиц.

Подобный способ применяется и для сред других типов. Для таких сред, как смазочные материалы, обычно нельзя будет провести различие между частицами различных металлов, присутствующих в смазке, но отличить содержание металла от чего-либо, подобного содержанию углерода, обычно будет можно. Часто можно определить наличие и других примесей, полностью растворенных в основной фазе смазочного материала (например, воды).

Точно так же, для многих биологических сред имеется набор различных веществ, взвешенных или иным образом присутствующих в нерастворенной форме в такой среде. Очень часто различные частицы имеют разные характеристики поглощения и

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

отражения и могут быть обнаружены с помощью настоящего изобретения.

Пример 4c

На фиг. 14 и 15 показан альтернативный вариант настоящего изобретения, предназначенный для использования с контейнерами. Одним из применений является анализ крови.

Вариант содержит корпус 50, имеющий центральное отверстие, в которое можно вставлять контейнер 70. Установлен планарный набор источников 71, хотя могут быть использованы и другие варианты их расположения (см., например, предыдущие примеры).

Световые сигналы обнаруживаются детектором 72, который соединен с выбранным средством оценки/обработки. Для удобства устройство может быть смонтировано на плате 53, на которой смонтированы и другие сопутствующие компоненты.

Пример 4d

Выше описанные варианты в первую очередь направлены на получение величины, представляющей содержание частиц. Однако во многих прогнозируемых случаях настоящее изобретение может применяться в качестве оборудования для мониторинга, указывающего только факт превышения содержанием конкретных составляющих заранее установленной величины. В этом случае обрабатывающее и оценивающее оборудование может быть упрощено. Обычно датчик будет калиброваться путем соединения с обычным обрабатывающим средством и записью конкретных характеристик датчика на соответствующий носитель (например, на микросхему СППЗУ, поставляемую вместе с датчиком). Датчик также будет содержать определенное обрабатывающее средство, позволяющее определить, превысил ли выходной сигнал датчика заранее определенную величину, эквивалентную некоторому пределу. Например, устройство может быть настроено на индикацию, когда содержание воды в смазке превысит 0,5%. Устройство должно быть настроено так, чтобы участок мониторинга переключался, когда выход детектора превысит уровень, соответствующий 0,5% содержанию воды. В это время цепь мониторинга может включиться или переключиться в иное состояние, позволяющее выдать соответствующий предупредительный сигнал или инициировать некоторую реакцию на событие.

Следует отметить, что несмотря на то, что цифровая оценка является, вероятно, наиболее эффективным способом, позволяющим применять различные методы оценки, для простого мониторинга, где проводится простое сравнение выхода детектора с заранее определенной величиной, чтобы проверить, произошло ли превышение или нет, могут применяться простые аналоговые схемы. Это способствует сокращению себестоимости, хотя можно предположить, что в большинстве случаев устройство потребует калибровки или регулировки или подключения к другому оборудованию, которое может проводить полную обработку, например к такому, которое описано выше в других примерах, или к специализированному оборудованию, предназначенному исключительно для калибровки датчиков для мониторинга.

Пример 4e - Скорости потока

Большинство вариантов настоящего изобретения без изменения или с минимальными изменениями аппаратных средств можно использовать для определения скорости потока. В вариантах, где источники работают в импульсном режиме, получают быструю последовательность "моментальных снимков" образца. Если интервалы между "снимками" достаточно малы, то в зависимости от однородности образца можно заметить изменения между характеристиками каждого "снимка" движущегося образца. Эти изменения обусловлены изменениями концентрации, наличием пузырьков, частиц и посторонних материалов, и пр. Если второй (или третий и т. д.) "снимок" делается вниз по потоку, то можно проводить сравнение "снимков" на обрабатывающем участке или с помощью программных средств и определять время, которое затрачено на движение между двумя точками детектирования. Поскольку расстояние между двумя точками детектирования известно, то можно рассчитать скорость потока среды.

Определив скорость потока вышеописанным или известным способом определения скорости потока, можно проводить дальнейший анализ образца. Определение скорости потока и, следовательно, создание временной области может быть полезным для некоторых аналитических методов, таких как преобразования Фурье.

Пример 5 - Различные другие изменения и усовершенствования

В различные варианты настоящего изобретения могут быть внесены изменения. В инфракрасном диапазоне определенные вещества по разному поглощают волны определенной длины. Кроме того, существует вероятность, что их отражательная способность будет меняться. Чувствительность устройства к определенным веществам, некоторые из которых могут быть растворены, можно повысить за счет применения источников, излучающих на определенной частоте, с которой взаимодействует конкретное вещество. Соответственно, часть светодиодов или других применяемых источников может выдавать свет, имеющий длину волны, лежащую в этом диапазоне взаимодействия. Если необходимо получить конкретный, особо чувствительный датчик, то все источники света могут быть отнесены к такому типу, чтобы повысить чувствительность и избираемость устройства. Однако для большинства вариантов достаточно будет включить несколько источников, излучающих свет с разной длиной волны. Это позволит определить, что происходит благодаря взаимодействию на конкретной длине волны, благодаря присутствию искомого компонента, а не учитывать влияние всех компонентов среды. Это позволяет проводить анализ различных компонентов в одном образце.

Различные аспекты настоящего изобретения были описаны со ссылками на примеры, и в изобретение могут быть внесены различные изменения и модификации, не

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

выходящие за пределы прилагаемой формулы изобретения.

Формула изобретения:

1. Устройство для количественного определения частиц в средах, содержащее набор источников, содержащий один или более источников света, по очереди излучающих один или более измерительных световых сигналов, измерительную камеру, набор детекторов, содержащий один или более детекторов, чувствительных к выходу источников света, который при анализе образца принимает измерительные световые сигналы со множества путей между наборами источников и детекторов, при этом пути светового сигнала отличаются друг от друга длинами путей через анализируемый образец среды и/или относительным углом пути через анализируемый образец, а также процессор, на который подается выходной сигнал набора детекторов, для получения величины, характеризующей содержание частиц в среде, отличающееся тем, что источники установлены радиально вокруг криволинейной измерительной камеры и устройство дополнительно содержит средство оптической обратной связи, содержащее детектор обратной связи, выход которого обеспечивает регулировку напряжения и/или тока по меньшей мере на одном из источников света для поддержания светового выхода на заранее определенном уровне и/или регулировку чувствительности по меньшей мере одного детектора для согласования со световым выходом по меньшей мере одного источника света.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что детектор обратной связи содержит источник света того же типа и с теми же характеристиками, что и источник света, выход которого контролируется.

3. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что спектр одного или более измерительных сигналов лежит в инфракрасной области.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что один или более измерительных сигналов имеют длину волны в диапазоне 750-1200 или 300-10000 нм.

5. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что источником света является светоизлучающий диод.

6. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что детектором света является фотодиод, светоизлучающий диод или фототранзистор.

7. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что выходной сигнал по меньшей мере одного источника света во время анализа является импульсным.

8. Устройство по п. 7, отличающееся тем, что набор детекторов или один детектор определяет выходной сигнал одного источника света или их комбинации во время анализа, при этом импульсы источников света синхронизированы для обеспечения обнаружения выходных сигналов отдельных источников света или их групп.

9. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что выходной сигнал по меньшей мере одного источника света изменяется по яркости во время анализа.

10. Устройство по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что содержит средство преобразования выходного сигнала набора детекторов в цифровой формат.

11. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что измерительная камера выполнена проточной.

12. Способ количественного определения частиц в жидкой среде, в котором используют устройство по любому из пп. 1-11.

13. Способ количественного определения различных частиц в жидкой среде, в котором передают один или более световых измерительных сигналов от одного или более источников света в исследуемую среду, при этом по меньшей мере один набор источников света включает источники, установленные радиально вокруг криволинейной измерительной камеры, принимают измерительные световые сигналы из множества дискретных путей измерительных световых сигналов, проходящих через исследуемую среду, при этом упомянутые дискретные пути отличаются друг от друга по меньшей мере одной из следующих характеристик: длиной пути через исследуемую среду, относительным углом пути, проходящим через исследуемую среду, выходной яркостью источника света, вырабатывающего упомянутый сигнал, соотношением пропущенного и отраженного или рассеянного света, длиной волны, и направляют полученный выходной сигнал каждого дискретного пути в процессор и в течении измерений компенсируют какое-либо смещение выходного сигнала источника от заранее определенного стандарта.

14. Способ по п. 12 или 13, отличающийся тем, что полученный выходной сигнал сравнивают методами линейной регрессии или преобразований Фурье с хранимыми калибровочными эталонными значениями для определения количественного содержания одного или множества различных типов частиц в исследуемой жидкой среде.

15. Способ по п. 12 или 13, отличающийся тем, что используемые световые сигналы являются импульсными.

16. Способ по п. 12 или 13, отличающийся тем, что спектр по меньшей мере одного светового сигнала находится в инфракрасной области спектра.

17. Способ по пп. 12-16, отличающийся тем, что количественное содержание частиц определяют, по меньшей мере, в одной из следующих сред: молоко и другие молочные продукты, вещества, содержащие частицы, капли и суспензии жира, кровь, плазма, сперма, моча и другие биологические жидкие среды, масла и смазки, и чернила, краски и жидкие пигменты.

18. Способ по п. 17, отличающийся тем, что при исследовании молока и других молочных продуктов определяют содержание, по меньшей мере, одной из следующих составляющих: жир, белок, лактоза и соматические клетки.

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

№	Протеин	Жир	60	40	20	0	20	40	60	Жир	Протеин
1	4,04	5,28	372	443	215	390	352	305	77	5,28	4,04
2	4,45	6,27	361	433	208	375	338	290	72	6,27	4,45
3	4,17	5,59	376	449	217	392	355	306	76	5,59	4,17
4	3,92	5,42	376	450	217	394	356	307	77	5,42	3,92
5	4,32	5,98	383	457	220	398	362	314	79	5,98	4,32
6	4,54	6,34	366	438	211	381	343	294	74	6,34	4,54
7	4,38	6,39	363	435	210	377	340	290	72	6,39	4,38
8	3,74	5,44	383	456	222	401	364	316	79	5,44	3,74
9	4,64	5,67	366	437	212	379	342	293	74	5,67	4,64
10	3,93	5,35	372	444	214	386	350	301	76	5,35	3,93
11	4,18	5,85	367	436	210	380	344	295	74	5,85	4,18
12	4	5,49	382	452	219	400	364	316	80	5,49	4
13	4,56	6,71	352	422	204	365	328	280	72	6,71	4,56
14	3,89	5,31	381	451	219	398	361	313	79	5,31	3,89
15	4,39	6,25	355	424	204	366	329	281	71	6,25	4,39
16	5,14	7,75	342	410	197	352	315	266	68	7,75	5,14
17	5,34	8	341	410	197	350	313	265	67	8	5,34
18	4,49	5,17	386	456	221	402	365	317	81	5,17	4,49
19	4,76	7,27	369	439	213	386	349	299	76	7,27	4,76
20	3,93	5,44	378	446	216	392	355	306	77	5,44	3,93
21	4,62	6,54	376	433	208	377	341	292	74	6,54	4,62
											регрессия
22	3,96	5,73	361	427	206	371	335	287	71	5,73	3,96
23	4,41	5,94	367	431	208	376	340	290	73	5,94	4,41
24	3,76	5,04	382	447	216	393	357	309	78	5,04	3,76
25	3,85	5,3	389	455	221	403	366	318	80	5,3	3,85
26	3,93	5,45	389	452	218	400	364	314	79	5,45	3,93
27	4,37	5,59	381	446	216	392	355	306	78	5,59	4,37
28	4,06	5,62	371	435	210	379	343	294	75	5,62	4,06
29	5,02	7,8	343	408	196	350	313	265	67	7,8	5,02
30	4,86	7,39	346	410	196	351	313	264	67	7,39	4,86
31	5,11	7,19	359	422	203	368	330	280	71	7,19	5,11
32	4,2	5,89	363	423	203	369	334	287	72	5,89	4,2
33	4,47	6,14	352	414	199	356	319	272	69	6,14	4,47
34	4,22	6	358	421	202	363	326	278	71	6	4,22
35	5,2	7,03	359	422	203	365	328	279	71	7,03	5,2
36	5,2	7,59	350	417	200	360	322	274	67	7,59	5,2
37	5,16	7,91	342	406	195	348	311	263	65	7,91	5,16
38	4,33	6,28	346	409	196	351	314	266	66	6,28	4,33
39	6,44	9,01	333	396	189	335	298	251	62	9,01	6,44
40	3,92	5,27	378	440	211	386	349	299	74	5,27	3,92
41	4,34	5,68	373	435	210	381	344	294	76	5,68	4,34
42	4,24	5,62	362	422	200	386	364	291	72	5,62	4,24
43	4,22	5,62	364	425	205	370	333	284	74	5,62	4,22
44	4,28	5,45	369	431	207	376	339	289	75	5,45	4,28
45	4,37	5,82	363	424	203	370	332	283	74	5,82	4,37
46	4,35	6,01	361	421	202	365	329	280	74	6,01	4,35
47	4,33	5,47	369	429	206	376	337	288	75	5,47	4,33
48	3,84	5,13	389	449	217	396	359	329	83	5,13	3,84
49	4,31	5,73	377	439	212	386	349	299	79	5,73	4,31
50	5,27	7,42	346	407	195	350	313	266	70	7,42	5,27

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

Статистика регрессии		протеины					
		Анализ дисперсии					
Множественная регрессия	0,791571			Квадраты	Квадрат	F	F
Квадратная регрессия	0,626585	Регрессия	7	8,32371	1,189101	10.06791	2.56E-07
Откорректированная регрессия	0,564349	Остаток	42	4,96054	0,118108		
Стандартная погрешность	0,343669	Общее	49	13,28425			
Набл.	50						
	Коэффициенты	Стандартная погрешность	t - статистика	P - уровень	Менее 95%	Более 95%	
Преломление	13,45706	3.581796	3,757071	0.000458	6,228704	20.68542	
x1	-0,03174	0.020854	-1,52188	0.134467	-0,07382	0,010348	
x2	0,004916	0.051169	0,09607	0.923857	-0,09835	0,108179	
x3	-0,01804	0,087539	-0,20611	0,837558	-0,1947	0,158618	
x4	0,046398	0,075203	0,61696	0,540117	-0,10537	0,198164	
x5	-0,0368	0,047914	-0,76796	0,446197	-0,13349	0,059898	
x6	-0,00454	0.019881	-0,22848	0.820225	-0,04466	0,035579	
x7	0,007708	0,04608	0,167282	0.867837	-0,8528	0,100701	

Статистика	жир	Анализ дисперсии		Квадраты	Квадрат	F	F
Множественная регрессия	0,863849					17,644	1,15E-10
Квадратная регрессия	0,746236	Регрессия	7	31,21069	4,45867		
Откорректированная регрессия	0,703942	Остаток	42	10,61347	0,252702		
Стандартная погрешность	0,502695	Общее	49	41,82416			
Набл.	50						
	Коэффициенты	Стандартная погрешность	t - статистика	P - уровень	Менее 95%	Более 95%	
Пренебрежение	26,63764	5,239202	5,084293	5,79E-06	16,0645	37,21078	
x1	-0,07971	0,030504	-2,61313	0,011881	-0,14127	-0,01815	
x2	-0,01325	0,074846	-0,17707	0,860185	-0,1643	0,137793	
x3	0,002873	0,01126045	0,022436	0,982191	-0,25553	0,261279	
x4	0,097621	0,110002	0,889263	0,378207	-0,12417	0,319815	
x5	-0,07874	0,070085	-1,12355	0,26668	-0,22018	0,062694	
x6	0,025556	0,02908	0,878811	0,383793	-0,03313	0,084242	
x7	-0,05041	0,067402	-0,74785	0,458122	-0,18643	0,085616	

42	3,69%	0,850718
35	4,37%	0,956384
30	1,29%	0,996797
25	3,88%	0,894907
22	2,90%	0,958661
Общ.	7,16%	0,863849

RU 2205382 C2

Статистика регрессии		Анализ дисперсии			42		
				Квадраты	Квадрат	F	F
Множественная регрессия	0,850718	Регрессия	7	1,225702	0,1751	0,74844	0,677522
Квадратная регрессия	0,723722	Остаток	2	0,467908	0,233954		
Откорректированная регрессия	-0,24325	Общее	9	1,69361			
Стандартная погрешность	0,483688						
Набл.	10						
		Коэффициенты	Стандартная погрешность	t - статистика	P - уровень	Менее 95%	Более 95%
Преломление		-12,4148	34,10755	-0,36399	0,724269	-159,168	134,3382
x1		0,178219	0,816792	0,218194	0,832145	-3,33616	3,692596
x2		0,149033	0,427439	0,348665	0,735358	-1,69009	1,988155
x3		-0,06005	0,45407	-0,13224	0,897701	-2,01375	1,893658
x4		0,148766	0,382993	0,388429	0,706727	-1,49912	1,796655
x5		-0,57092	0,677014	-0,8433	0,420909	-3,48388	2,342033
x6		0,225008	0,310678	0,724249	0,487312	-1,11173	1,561748
x7		-0,35622	0,525343	-0,67807	0,514782	-2,61659	1,904152

Статистика регрессии		Анализ дисперсии			35		
				Квадраты	Квадрат ГЕ	F	F
Множественная регрессия	0,956384	Регрессия	7	9,104119	1,300588	3,062656	0,268142
Квадратная регрессия	0,914671	Остаток	2	0,849321	0,42466		
Откорректированная регрессия	0,616018	Общее	9	9,95344			
Стандартная погрешность	0,65166						
Набл.	10						
		Коэффициенты	Стандартная погрешность	t - статистика	P - уровень	Менее 95%	Более 95%
	Преломление	-12,0689	70,83227	-0,17039	0,868475	-316,836	292,698
	x1	-0,3767	0,492808	-0,7644	0,464199	-2,49708	1,743681
	x2	0,234021	0,803534	0,29124	0,777469	-3,22331	3,691353
	x3	-0,19314	1,358684	-0,14215	0,890092	-6,03909	5,652811
	x4	0,546261	1,505394	0,362869	0,725079	-5,93093	7,023455
	x5	0,014886	1,278153	0,011647	0,990962	-5,48457	5,51434
	x6	-0,38582	0,479663	-0,80435	0,441924	-2,44964	1,678009
	x7	-0,05336	0,525545	-0,10153	0,921356	-2,3146	2,20788

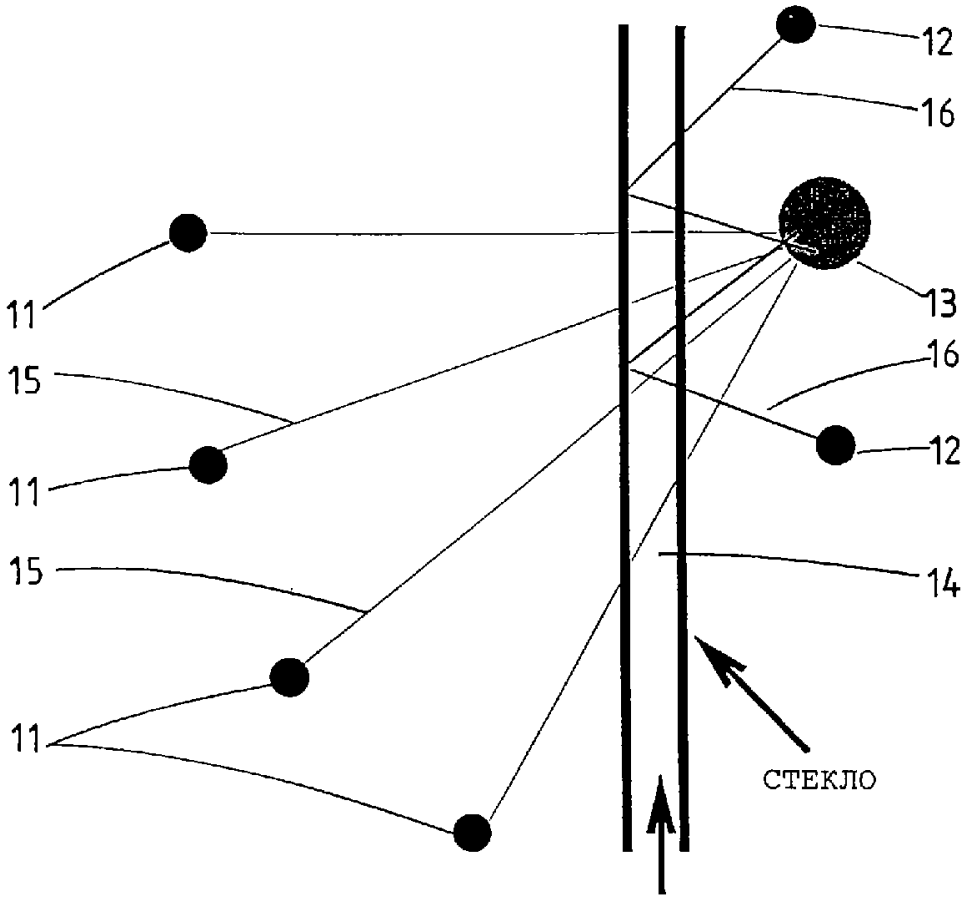
Статистика регрессии		Анализ дисперсии			30		
				Квадраты	Квадрат	F	F
Множественная регрессия	0,996797	Регрессия	7	7,502514	1,071788	44,39321	0,022204
Квадратная регрессия	0,993605	Остаток	2	0,048286	0,024143		
Откорректированная регрессия	0,971223	Общее	9	7,5508			
Стандартная погрешность	0,15538						
Набл.	10						
		Коэффициенты	Стандартная погрешность	t - статистика	P - уровень	Менее 95%	Более 95%
Преломление		70,35572	17,56148	4,006253	0,003081	-5,20528	145,9167
x1		-0,27178	0,079898	-3,40153	0,007854	-0,61555	0,071999
x2		-0,25385	0,132902	-1,91007	0,088451	-0,82569	0,31798
x3		-0,52072	0,121766	-4,27638	0,002061	-1,04464	0,003199
x4		0,807338	0,129986	6,21095	0,000157	0,248052	1,366624
x5		-0,16915	0,121916	-1,38746	0,198692	-0,69372	0,35541
x6		-0,13001	0,10778	-1,20623	0,258478	-0,59375	0,333734
x7		0,613654	0,126007	4,870019	0,000883	0,071491	1,155817

Статистика регрессии		Анализ дисперсии			25		
			df	Квадраты	Квадрат	F	F
Множественная регрессия	0,894907	Регрессия	7	9,17039	1,310056	1,14902	0,54033
Квадратная регрессия	0,800859	Остаток	2	2,2803	1,14015		
Откорректированная регрессия	0,103866	Общее	9	11,45069			
Стандартная погрешность	1,067778						
Набл.	10						
		Коэффициенты	Стандартная погрешность	t - статистика	P - уровень	Менее 95%	Более 95%
Преломл.		30,2866	41,21162	0,734904	0,481107	-147,033	207,606
x1		-0,35509	0,498777	-0,71192	0,494554	-2,50115	1,790976
x2		0,389841	0,894871	0,435639	0,67336	-3,46048	4,240162
x3		-0,61763	1,519435	-0,40649	0,693881	-7,15524	5,919974
x4		-0,25678	1,232546	-0,20833	0,839609	-5,56	5,046445
x5		0,906962	1,689096	0,536951	0,60432	-6,36064	8,17456
x6		-0,55137	0,726325	-0,75912	0,467197	-3,67649	2,573759
x7		0,207375	0,662645	0,312951	0,761448	-2,64376	3,058506

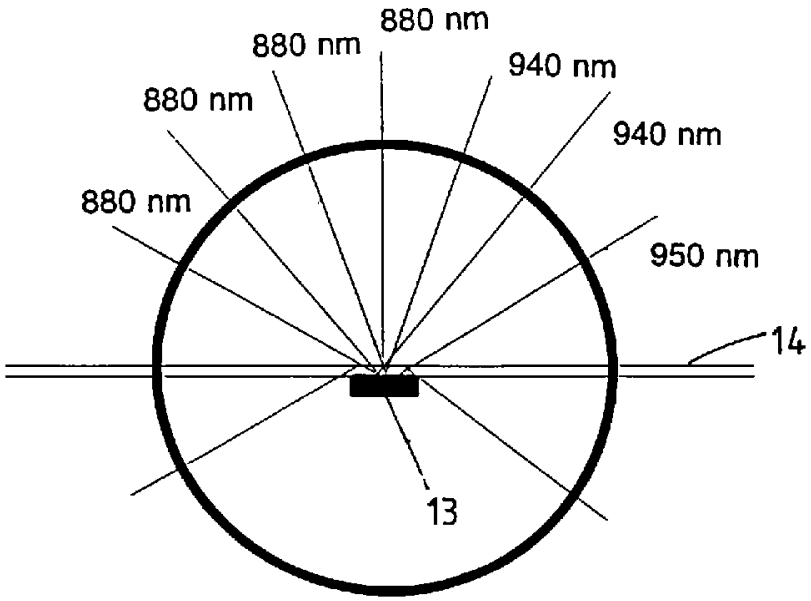
RU ?205382 C2

Статистика регрессии		Анализ дисперсии			25		
			df	Квадраты	Квадрат	F	F
Множественная регрессия	0.958661	Регрессия	7	3,155078	0,450725	3,242951	0.25586
Квадратная регрессия	0.919031	Остаток	2	0,277972	0,138986		
Откорректированная регрессия	0.635637	Общее	9	3,43305			
Стандартная погрешность	0.372808						
Набл.	10						
		Коэффициенты	Стандартная погрешность	t - статистика	P - уровень	Менее 95%	Более 95%
	Преломление	32,17584	18,52941	1,736474	0,116495	-47,5498	111,9015
	x1	-0,31515	0,211498	-1,49006	0,170395	-1,22515	0.594859
	x2	0,052115	0,351606	0,14822	0,895437	-1,46073	1.564956
	x3	0,127434	0,311164	0,409541	0,691718	-1,2114	1.466264
	x4	0,068553	0,26027	0,26339	0,798181	-1,0513	1.188407
	x5	-0,03034	0,141157	-0,21494	0,834605	-0,63769	0.57701
	x6	0,022677	0,041903	0,541182	0,601519	-0,15762	0.202971
	x7	0,250415	0,216929	1,154362	0,278082	-0,68296	1.183787

RU ?205382 C2



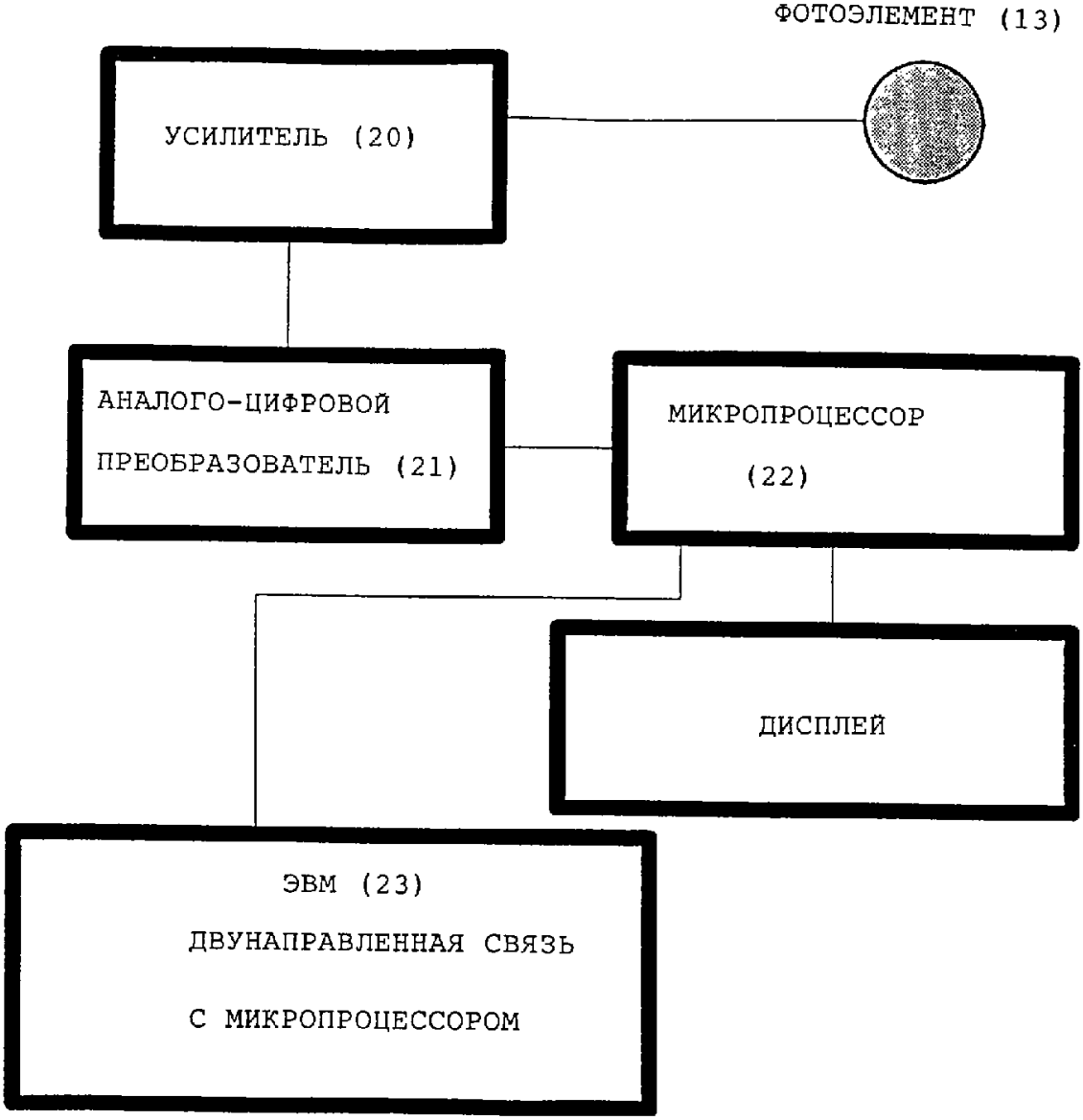
Фиг.2



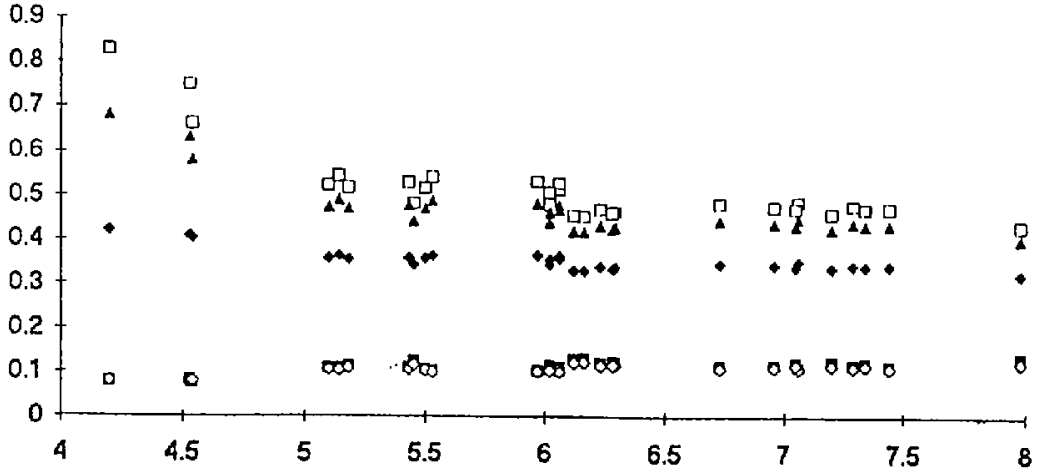
Фиг.3

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

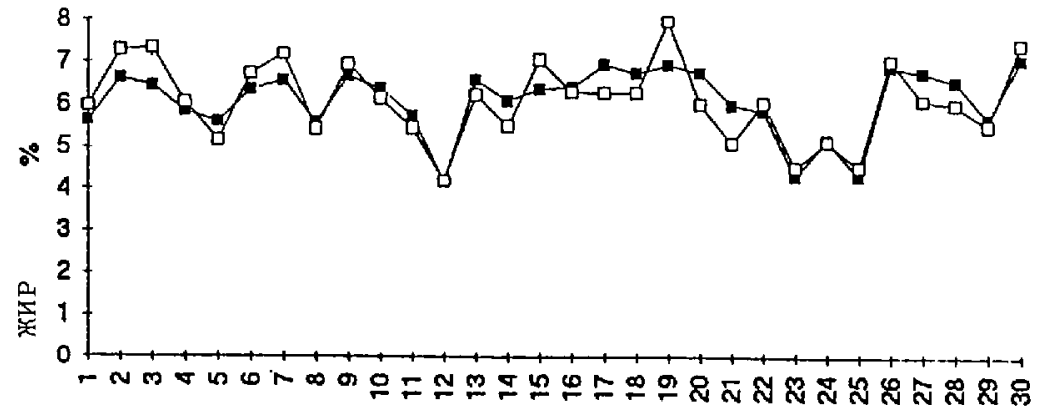


Фиг.4

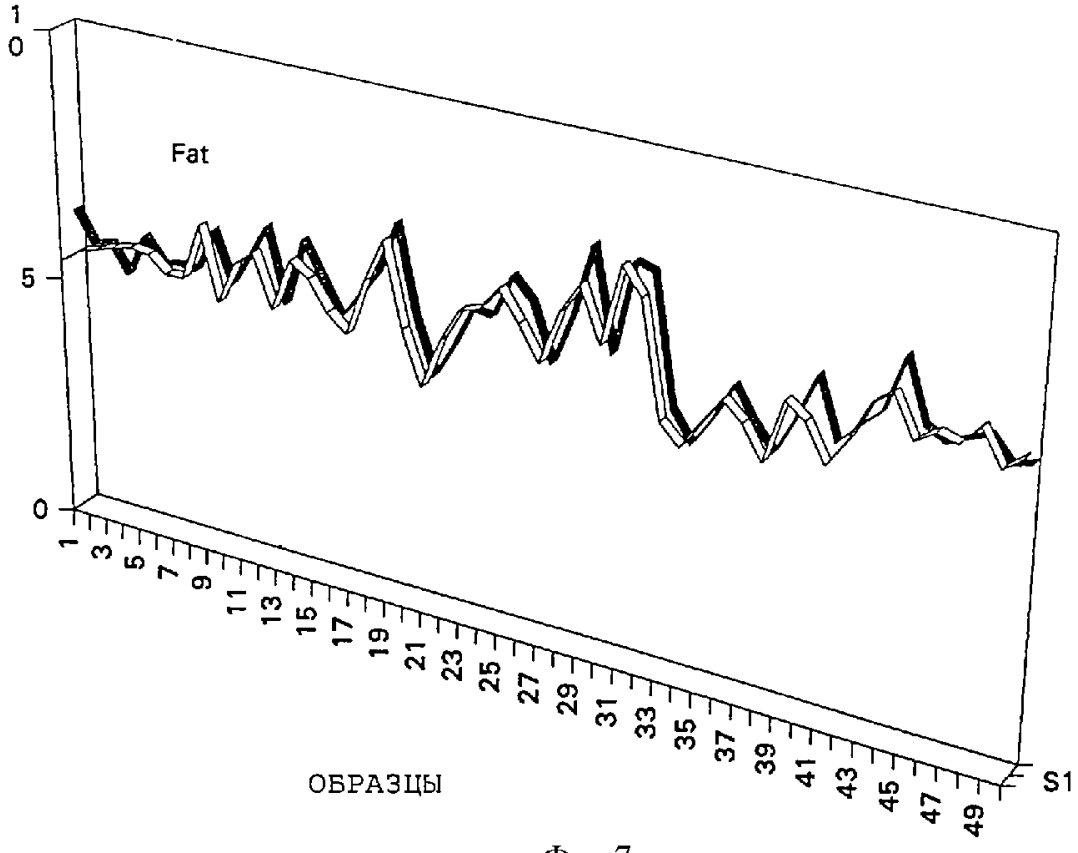


Фиг.5

RU 2205382 C2



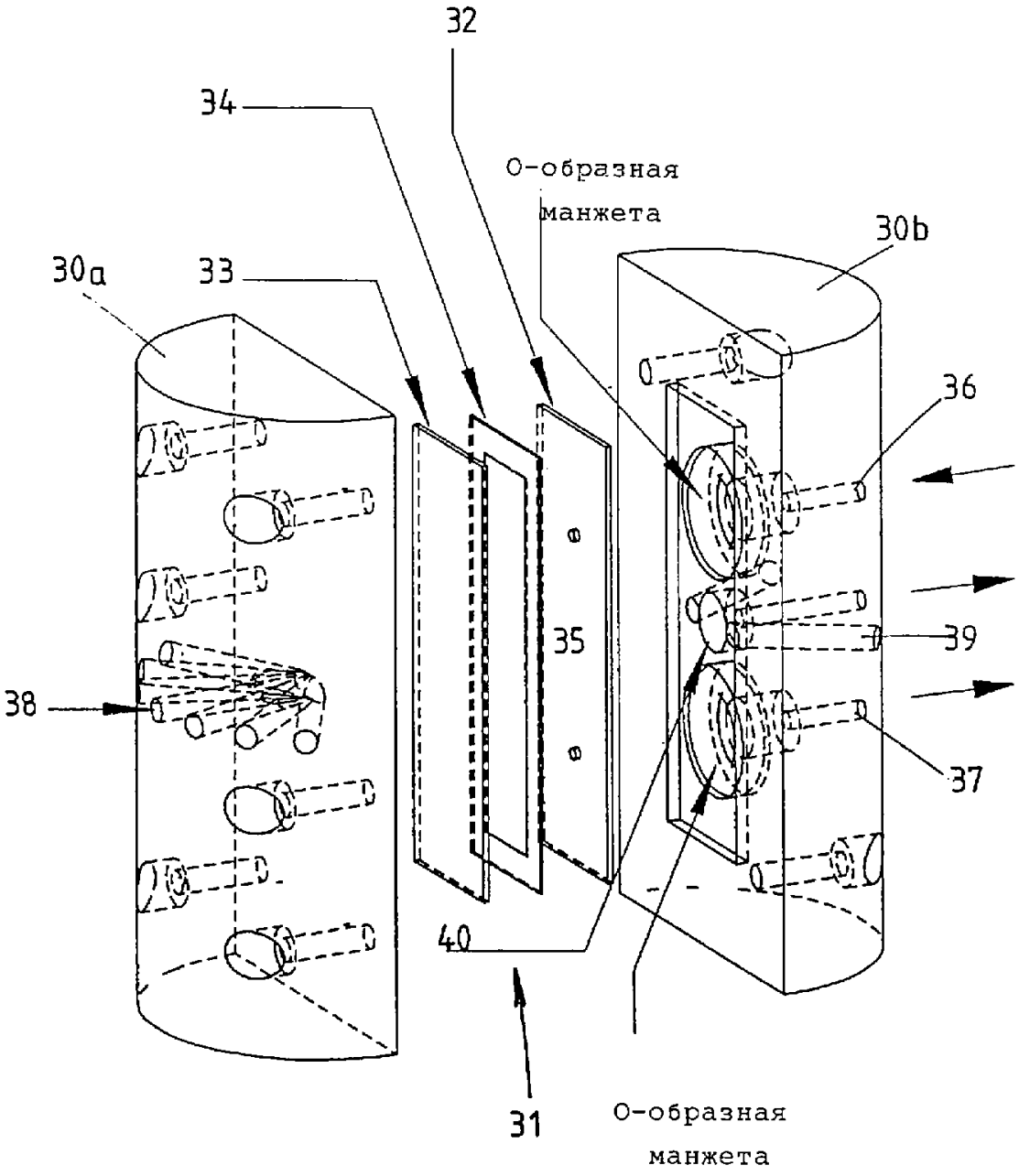
Фиг.6



Фиг.7

RU 2205382 C2

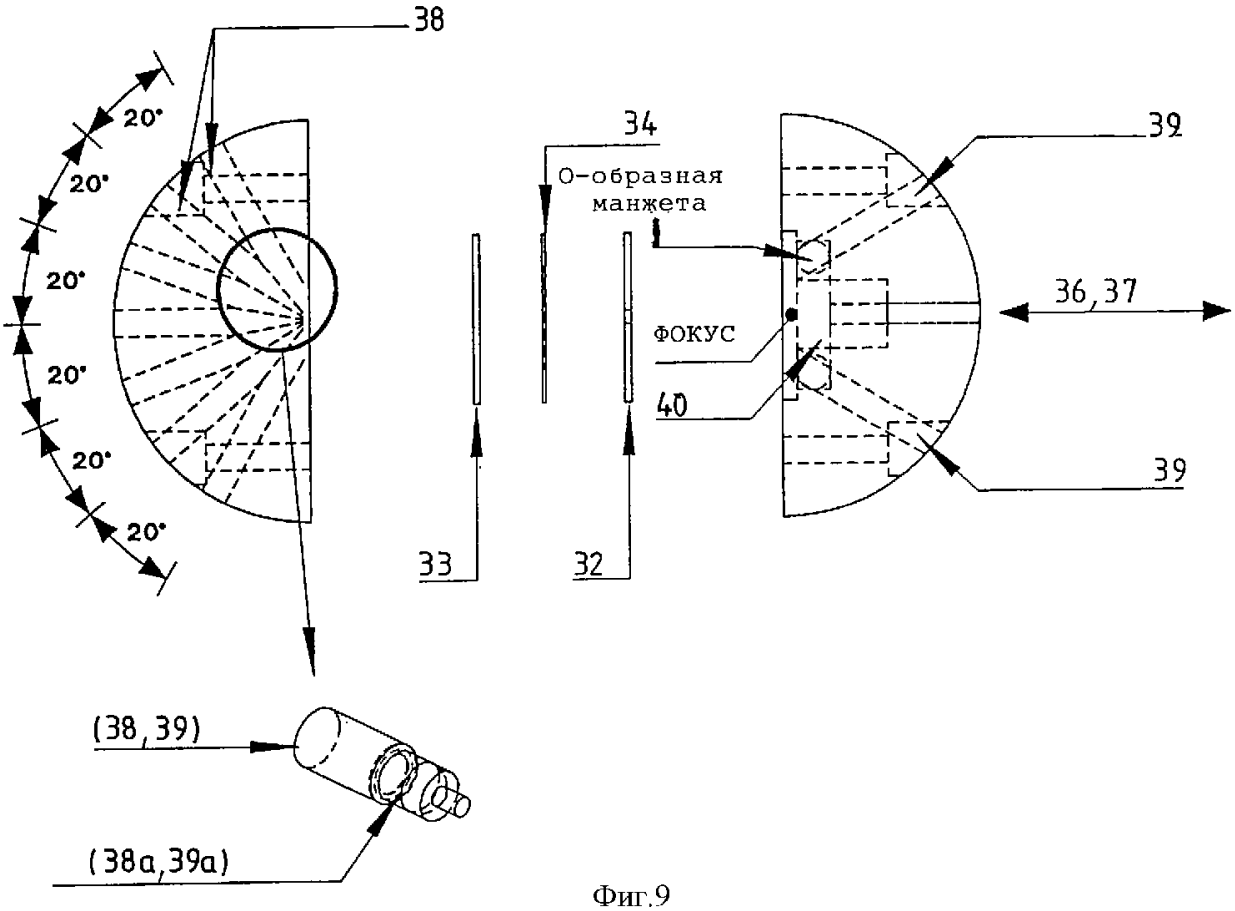
RU 2205382 C2



Фиг.8

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2

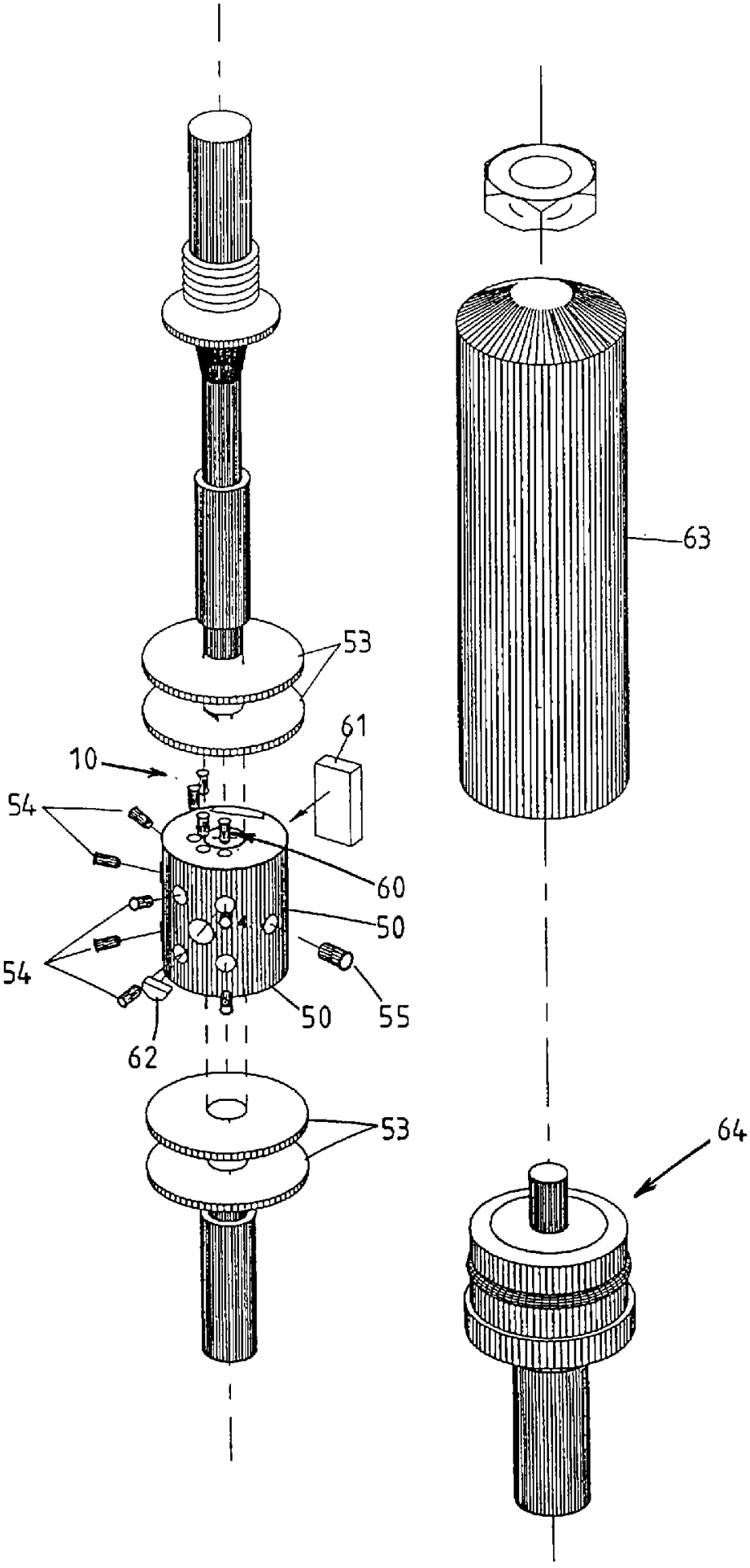


Фиг.9

RU 2205382 C2

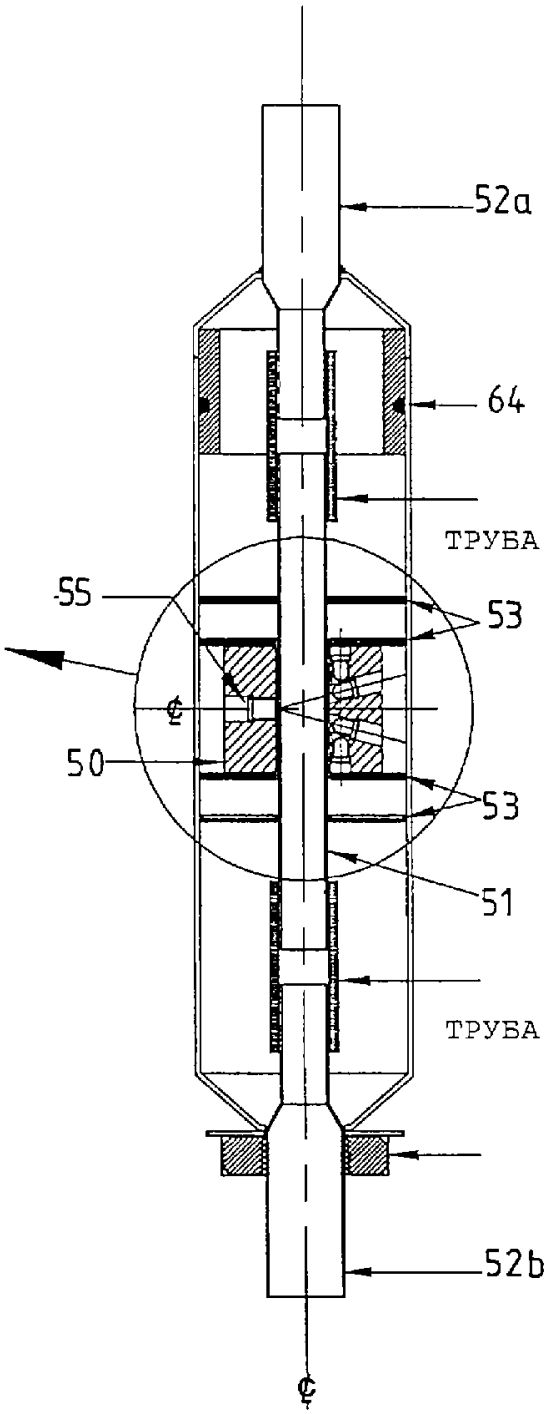
RU 2205382 C2

RU 2205382 C2



Фиг.10

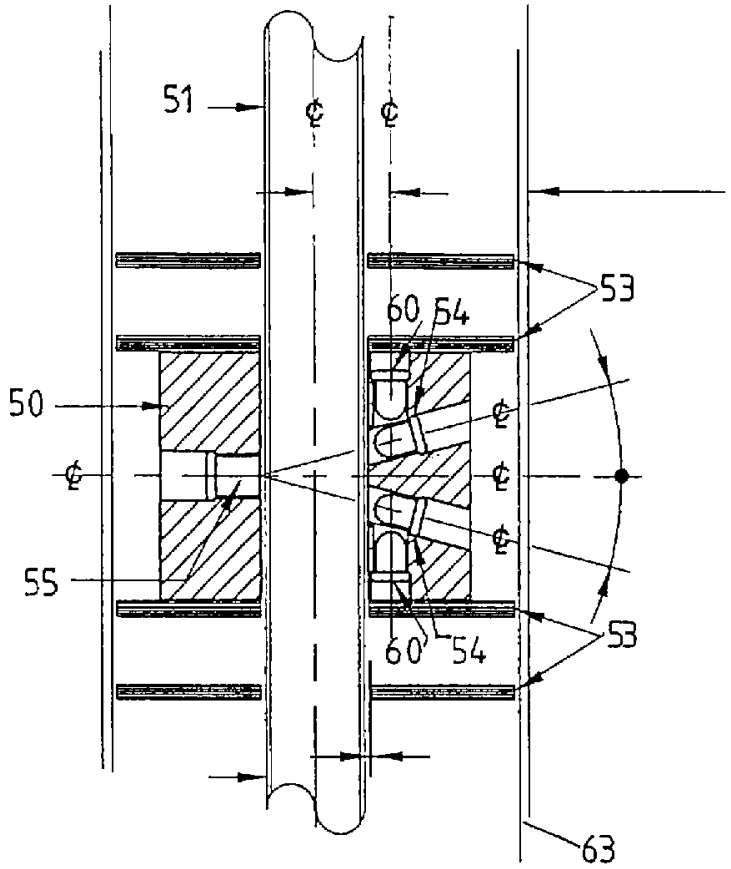
RU 2205382 C2



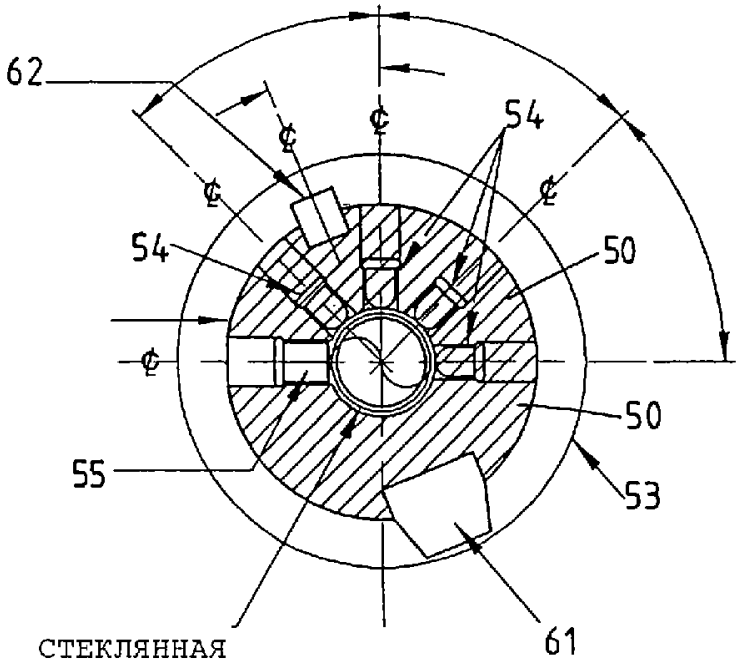
Фиг.11

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2



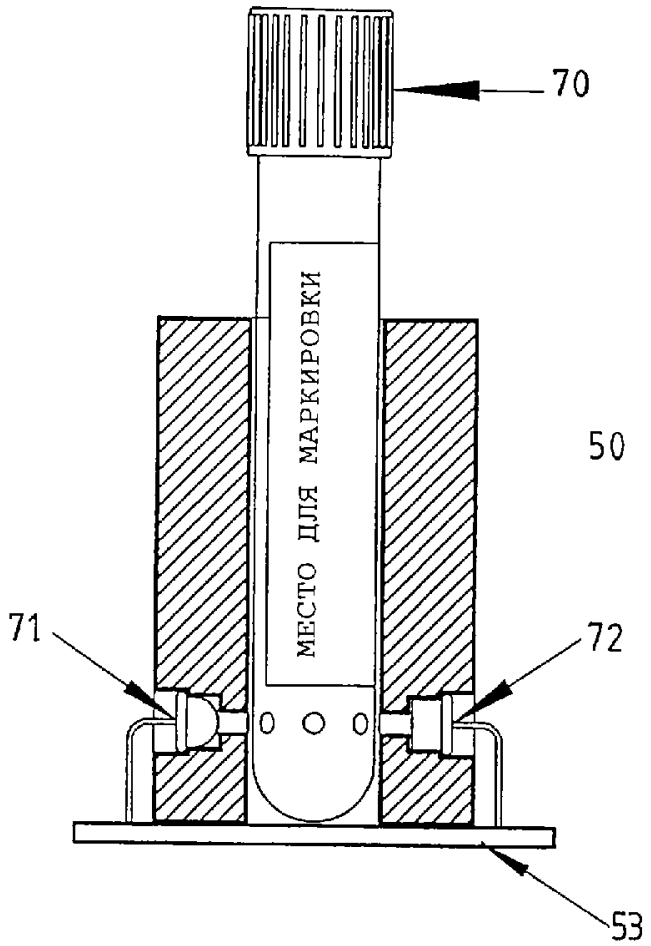
Фиг.12



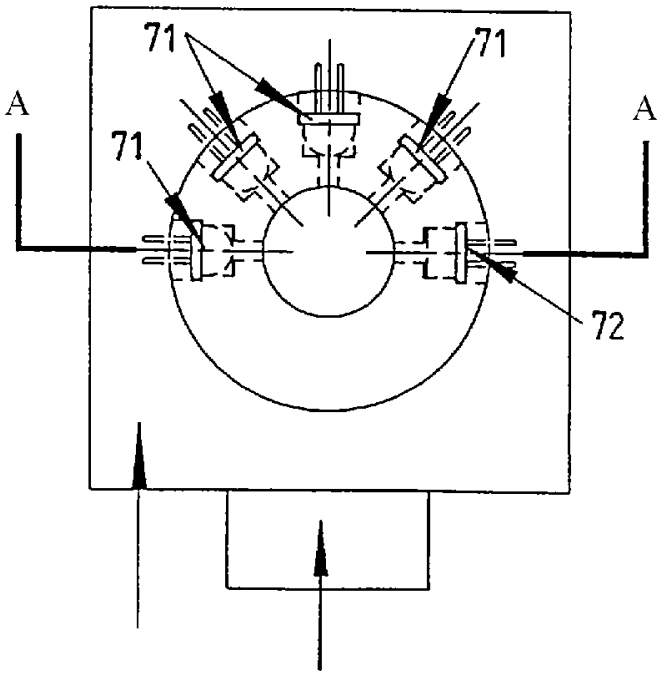
Фиг.13

RU 2205382 C2

СЕЧЕНИЕ А-А



Фиг.14



Фиг.15

RU 2205382 C2

RU 2205382 C2