



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 34/20 (2018.08); A61N 5/1001 (2018.08); A61N 5/1007 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2016138041, 10.02.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.02.2015

Дата регистрации:
24.05.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
27.02.2014 EP 14156931.9;
24.10.2014 EP 14190322.9

(43) Дата публикации заявки: 29.03.2018 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 24.05.2019 Бюл. № 15

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 27.09.2016

(86) Заявка РСТ:
EP 2015/052680 (10.02.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/128179 (03.09.2015)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ХАУТВАСТ Гийом Леопольд Теодорус
Фредерик (NL),
БИННЕКАМП Дирк (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2014005465 A1, 02.01.2014. US
2007269008 A1, 22.11.2007. RU 2012132310 A,
10.02.2014.

(54) МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВЫСОКОДОЗНОЙ БРАХИТЕРАПИИ

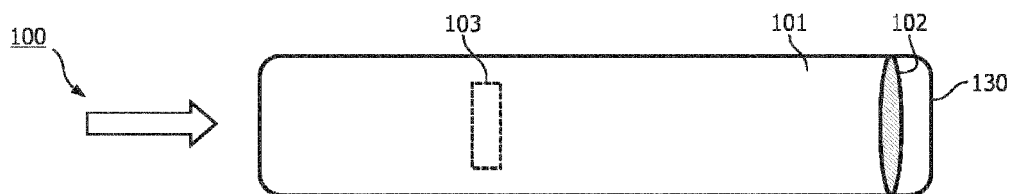
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицинской технике, а именно к средствам для интервенционной брахитерапии. Аппликаторное устройство выполнено с возможностью введения в или около исследуемую (-ой) область(и) внутри живого организма и с возможностью определения просвета для принятия источника излучения, причем аппликаторное устройство содержит один или несколько чувствительных элементов, каждый из которых расположен в предварительно заданном положении и выполнен с возможностью

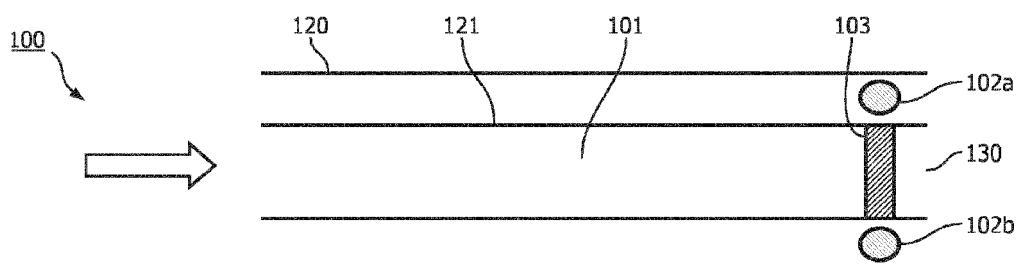
формирования выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник излучения в предварительно заданном положении в просвете, при этом один или несколько чувствительных элементов является/ются одним или несколькими оптическими датчиками; причем каждый чувствительный элемент содержит источник оптического излучения в просвет и приемник оптического излучения для приема испускаемого оптического сигнала из просвета, причем источник оптического излучения и

приемник оптического излучения расположены друг относительно друга таким образом, что испускаемый оптический сигнал либо перекрывается от достижения приемника оптического излучения, либо перенаправляется к приемнику оптического излучения, когда источник излучения находится в предварительно заданном положении, причем оптический сигнал, полученный приемником оптического излучения, когда источник излучения находится в предварительно заданном положении, является отличным от того, когда источник излучения не

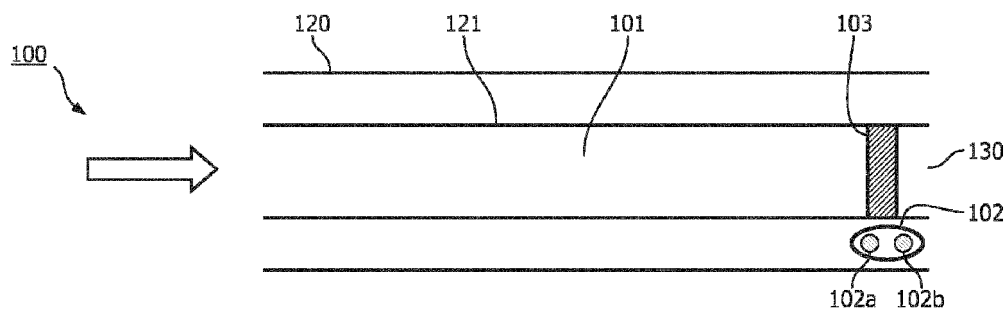
находится в предварительно заданном положении. Система для интервенционной брахитерапии, размещенная с возможностью взаимодействия с аппликаторным устройством, дополнительно содержит детекторный блок обнаружения выходного сигнала, формируемого каждым из одного или более чувствительных элементов. Носитель данных входит в состав системы для интервенционной брахитерапии. Использование изобретений позволяет снизить облучение здоровой ткани. 3 н. и 8 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ.1а



ФИГ.1b



ФИГ.1с



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61B 34/20 (2018.08); **A61N 5/1001** (2018.08); **A61N 5/1007** (2018.08)(21)(22) Application: **2016138041, 10.02.2015**(24) Effective date for property rights:
10.02.2015Registration date:
24.05.2019

Priority:

(30) Convention priority:
27.02.2014 EP 14156931.9;
24.10.2014 EP 14190322.9(43) Application published: **29.03.2018 Bull. № 10**(45) Date of publication: **24.05.2019 Bull. № 15**(85) Commencement of national phase: **27.09.2016**(86) PCT application:
EP 2015/052680 (10.02.2015)(87) PCT publication:
WO 2015/128179 (03.09.2015)Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

HAUTVAST, Guillaume Leopold Theodorus
Frederik (NL),
BINNEKAMP, Dirk (NL)

(73) Proprietor(s):

Koninklijke Philips N.V. (NL)(54) **MEDICAL INSTRUMENT FOR HIGH-DOSE BRACHYTHERAPY**

(57) Abstract:

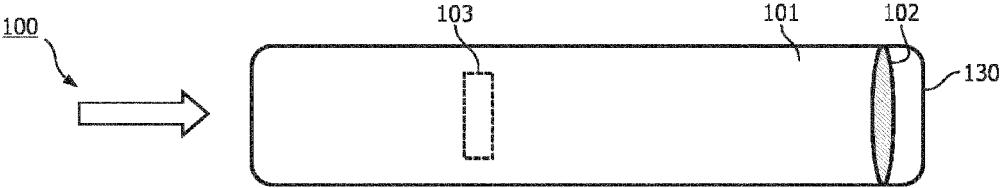
FIELD: medicine.

SUBSTANCE: group of inventions relates to medical equipment, specifically to means for interventional brachytherapy. Applicator device is configured to insert into or near the analyzed region(s) within the living body and with the possibility of determining a lumen for receiving a radiation source, wherein the applicator device comprises one or more sensitive elements, each of which is located in a predetermined position and configured to generate an output signal indicating whether or not the radiation source is in a predetermined position in the lumen, wherein one or more sensing elements are one or more

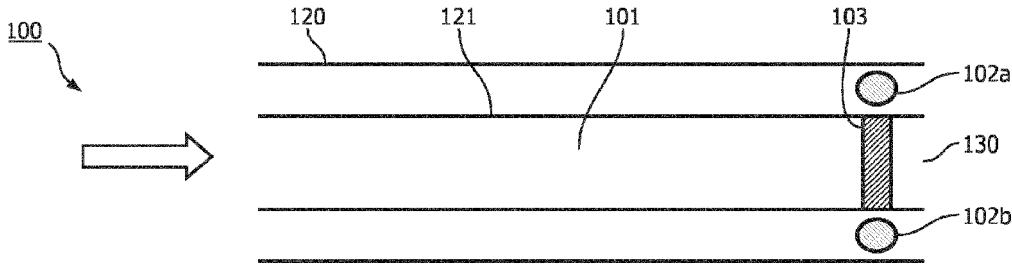
optical sensors; wherein each sensitive element comprises an optical radiation source in the lumen and an optical radiation receiver for receiving the emitted optical signal from the lumen, wherein the optical radiation source and the optical radiation receiver are positioned relative to each other such that the emitted optical signal either overlaps the optical radiation receiver or is redirected to the optical radiation receiver when the radiation source is in a predetermined position, wherein the optical signal received by the optical radiation receiver when the radiation source is in a predetermined position is different from when the radiation source is not in a predetermined position.

Interventional brachytherapy system arranged to interact with the applicator device further comprises a detector unit for detecting an output signal generated by each of the one or more sensing elements. Data carrier is a part

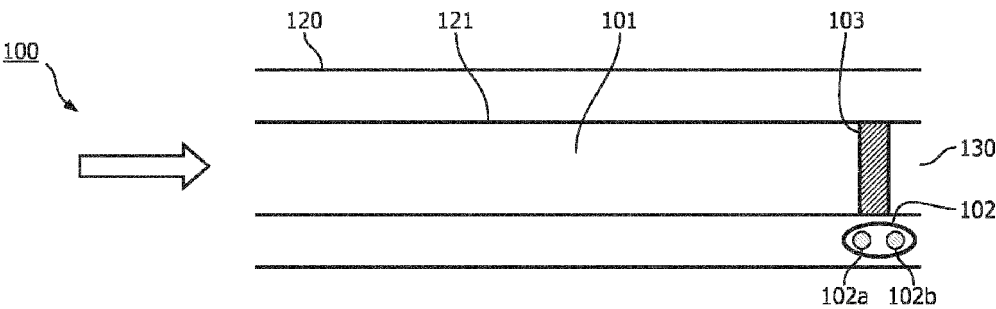
of the interventional brachytherapy system.
EFFECT: use of inventions enables reducing radiation of healthy tissue.
11 cl, 5 dwg



ФИГ.1а



ФИГ.1b



ФИГ.1с

RU 2689179 C2

RU 2689179 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к области интервенционной брахитерапии. Более конкретно изобретение относится к аппликаторному устройству для использования в интервенционной брахитерапии, при этом аппликаторное устройство выполнено с возможностью введения в или около исследуемую (ой) область(и) внутри живого организма, и аппликаторное устройство выполнено с возможностью обозначения границы просвета для вмещения источника излучения.

Изобретение дополнительно относится к системе для интервенционной брахитерапии, содержащей аппликаторное устройство для использования в интервенционной брахитерапии, при этом аппликаторное устройство выполнено с возможностью введения в или около исследуемую (исследуемой) область(и) внутри живого организма, и аппликаторное устройство выполнено с возможностью обозначения границы просвета для вмещения источника излучения.

Изобретение дополнительно относится к способу использования системы для интервенционной брахитерапии, содержащей аппликаторное устройство для использования в интервенционной брахитерапии.

Изобретение дополнительно относится к средству компьютерного программного кода для побуждения системы для интервенционной брахитерапии выполнения способа использования системы для интервенционной брахитерапии, содержащей аппликаторное устройство для использования в интервенционной брахитерапии.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Технология расположения источника излучения при брахитерапии обычно основана на системе, использующей ультразвуковую визуализацию, или на системе, использующей рентгеновскую или компьютерную томографию. При встраивании в аппликатор или катетер, данная система для правильного расположения или локализации предназначена для обеспечения правильной дозы облучения в опухолевую ткань и для предотвращения чрезмерного облучения здоровой ткани.

В лечении, например, рака предстательной железы, раке шейки (какого-либо органа), опухолях рта и глотки, раке легких или раке печени, обычно применяются две концепции лучевой терапии: брахитерапия с использованием изотопов и электронная брахитерапия. Основные отличия состоят в энергии излучения, которая существенно ниже при электронной брахитерапии, обеспечивающей энергию излучения, например, максимум, 50 кэВ, (источник излучения можно также выключать), а также в возможностях лечения, а именно, при электронной брахитерапии можно использовать рентгеновскую аппаратуру, а также стандартные операционные (короткий диапазон и низкая средняя энергия излучения), что невозможно при брахитерапии с использованием изотопов, особенно, при так называемой высокодозной (HDR) брахитерапии. Как правило, при брахитерапии с использованием изотопов, источники излучения обычно являются зернами радиоактивных изотопов с миллиметровыми размерами, подобными, например, изотопу иридия Ir-192, обеспечивающими энергию излучения в диапазоне 350 кВ.

В обычной практике лечебную процедуру лучевой терапии распределяют во времени (или фракционируют). Брахитерапию обычно вводят многократными фракциями, чтобы предоставлять нормальным клеткам время для восстановления. Опухолевые клетки как правило менее способны к восстановлению между фракциями. Число фракций и вводимая доза в течение каждой фракции будет зависеть от плана лечения, а также состояния отдельного пациента.

Обычно, множество аппликаторных устройств (или катетеров) можно располагать под руководством изображений в реальном времени на основе, например,

ультразвуковой (УЗ) или рентгеновской визуализации, или их можно визуализировать после расположения (на основе, например, методик компьютерной томографии (КТ)) или располагать на основе ранее зарегистрированных изображений, при этом зерно (или любой источник излучения) протягивается (в подходящем случае, роботом) через
 5 аппликатор или через интерстициально имплантированные катетеры. Множество аппликаторных устройств располагают так, чтобы их соответствующие наконечники находились в контакте с опухолью. Данная схема делает возможным более совершенное управление областью для облучения. Проблемы возникают, когда требуется сместить аппликатор, хотя бы в связи с необходимостью одного или нескольких дополнительных
 10 КТ сканирований зоны лечения, или когда аппликатор перемещается между фракциями лечений, так что лучевая нагрузка здоровой ткани пациента может быть неблагоприятно высокой, или, в качестве альтернативы, лучевая нагрузка опухолевой клетки может быть неблагоприятно низкой. Например, при брахитерапии с использованием изотопов, визуализацию выполняют перед каждым сеансом облучения, при этом в течение курса
 15 терапии, например, может потребоваться около десяти КТ сканирований для проверки, не переместился ли аппликатор после последней фракции.

Аппликаторное устройство известно из US 2014/0005465. Данная заявка раскрывает систему наведения для брахитерапии, содержащую, по меньшей мере, один тканевый датчик, и/или может быть обеспечен датчик внешних условий для определения
 20 локальных характеристик ткани, например, на основании спектроскопических измерений. Посредством интегрирования функций распознавания ткани в систему брахитерапии можно уменьшить или даже смягчить проблемы, связанные с низким контрастом мягких тканей или потери информации о характере облучаемой ткани.

Недостаток известных устройств интервенционной брахитерапии состоит в том, что
 25 количество излучения, получаемое тканью, подлежащей облучению, (опухолью), при облучении источником излучения, сложно оценить и контролировать. Следовательно, эффективность интервенционной терапии имеет тенденцию к ошибкам.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью изобретения является создание аппликаторного устройства по типу,
 30 описанного во вступительном абзаце, которое делает возможным улучшенный контроль плана брахитерапевтического лечения, а также более точную оценку излучения, подводимого к ткани, подлежащей облучению.

В соответствии с первым аспектом изобретения, по меньшей мере, одна из вышеупомянутых целей достигается с помощью аппликаторного устройства,
 35 определенного во вступительных абзацах, отличающегося одним или более чувствительными элементами, каждый из которых выполнен с возможностью формирования выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник излучения в предварительно заданном положении в просвете аппликаторного устройства.

Изобретение делает возможным определение положения источника излучения или зерна, или любого другого объекта внутри просвета аппликаторного устройства. В предварительно заданном положении, например, на наконечнике аппликаторного устройства (предпочтительно, наконечнике вблизи ткани, подлежащей облучению) чувствительный элемент размещен с возможностью формирования выходного сигнала,
 40 указывающего, находится или нет источник излучения в данном предварительно заданном положении. Источник излучения в таком предварительно заданном положении побуждает чувствительный элемент формировать выходной сигнал. Разумеется, что отсутствие сигнала также является выходным сигналом. Другими словами, любое

положение в просвете аппликаторного устройства, при котором источник излучения побуждает чувствительный(е) элемент (ы) формировать выходной сигнал, является предварительно заданным положением; следовательно, аппликаторное устройство может содержать более одного предварительно заданных положения, как дополнительно

5 поясняется ниже.

Изобретение дает преимущество в том, что в интервенционной брахитерапии позиционирование источника излучения или зерна имеет жизненно важное значение, так как упомянутое позиционирование источника излучения непосредственно связано с радиоактивным излучением, которое будет получать облучаемая ткань

10 (терапевтическая доза во многом зависит от точного позиционирования источника по отношению к получающему(ей) лечению объему/ткани). Перемещение пациента между введением аппликаторного устройства и подведением источника излучения для лечения, а также между фракциями лечения может вызывать перемещение и/или изгиб подводящих дозу катетеров (или аппликаторного устройства), что приводит к неопределенности

15 дозы, которая впоследствии подводится к облучаемой ткани. Аппликаторное устройство в соответствии с настоящим изобретением частично ослабляет вышеупомянутый недостаток путем предоставления возможности позиционирования *in vivo* и/или проверки положения источника излучения. Другими словами, аппликаторное устройство в соответствии с настоящим изобретением размещено с возможностью указания, достиг

20 ли источник излучения предварительно заданного положения, или, в качестве альтернативы, предоставляет возможность отслеживания данного источника излучения в аппликаторном устройстве (в варианте осуществления, в котором аппликаторное устройство содержит множество чувствительных элементов). Другими словами, настоящее изобретение обеспечивает независимую верификацию положения задержки

25 (т.е. для брахитерапии, положения, в котором источник должен приостанавливать выделение своего радиоактивного излучения) посредством интегрирования распознающей системы в подводящие дозу катетеры таким образом, чтобы можно было подтвердить присутствие источника излучения в точном положении.

Изобретение дает дополнительное преимущество в том, что оно предоставляет

30 возможность использования аппликаторных устройств без важной модификации системы введения источника излучения. Следовательно, изобретение делает возможным удобное определение источника излучения посредством обычно используемой системы введения источника излучения, что обеспечивает точное, но, при этом, экономически выгодное решение. Поскольку, в соответствии с надлежащей клинической практикой,

35 аппликаторное устройство должно быть стерильным, настоящее решение может предусматривать либо стерильное аппликаторное устройство на одно лечение, либо аппликаторное устройство, которое можно стерилизовать известным коммерческим средством.

В соответствии со вторым аспектом изобретения, цель достигается с помощью

40 способа оценки, находится ли источник излучения в предварительно заданном положении в просвете аппликаторного устройства, при этом упомянутый способ содержит этапы обеспечения аппликаторного устройства; обеспечения источника излучения в просвет аппликаторного устройства; формирования выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник излучения в предварительно заданном

45 положении в просвете; обнаружения упомянутого выходного сигнала и оценки, по выходному сигналу, находится ли источник излучения в предварительно заданном положении.

В варианте осуществления настоящего изобретения один или более чувствительных

элементов являются одним из - а) одного или более оптических датчиков или - б) одного или более ультразвуковых датчиков, или - с) одного или более электромагнитных датчиков. Специалист вспомнит многочисленные типы чувствительных элементов, которые будут относиться к данным вышеупомянутым категориям по мере дальнейшего описания. Тип чувствительного(ых) элемента(ов), подлежащего(их) использованию в соответствии с разными вариантами осуществления настоящего изобретения будут ограничиваться его (их) размером, методом медицинской визуализации, под контролем которого предполагается выполнять терапию. От чувствительного(ых) элемента(ов), подлежащего(их) использованию, потребуется совместимость с аппликаторным устройством, таким как катетер, пригодным для введения в человека или животного. В дополнение, предполагаемое использование аппликаторного устройства может предписывать воздержаться от использования определенного(ых) чувствительного(ых) элемента(ов) при определенных условиях, когда, например, электромагнитный датчик может быть непригоден для использования при наведении с помощью МРТ (магнитно-резонансной томографии), но может обеспечивать альтернативный чувствительный элемент, когда аппликаторное устройство используется с ультразвуковой визуализацией.

В варианте осуществления предлагаемый оптический чувствительный элемент (или элементы) может содержать, например, инфракрасный (ИК) датчик или светодиодный (LED) датчик, или фотоэлектрический датчик, или оптическое волокно. Специалист обнаружит в данных оптических чувствительных элементах общее свойство размещения для испускания оптического сигнала (или светового сигнала) и распознавания присутствия оптического сигнала (или светового сигнала), который может быть таким же, как исходный сигнал или отраженным или преломленным оптическим сигналом. Кроме того, такой оптический датчик может быть выполнен с возможностью формирования выходного сигнала при отсутствии оптического сигнала. Специалисту будет очевидно, что выходной сигнал, означающий присутствие оптического сигнала или отсутствие оптического сигнала, зависит от выбранной конфигурации чувствительного элемента, а также отражательного свойства источника излучения.

В качестве альтернативы, чувствительный(ые) элемент(ы) может (могут) содержать ультразвуковой датчик. Такие чувствительные элементы размещены для испускания ультразвукового сигнала и распознавания присутствия ультразвукового сигнала, который может быть исходным пропускаемым ультразвуковым сигналом или отраженным или преломленным сигналом. Такой ультразвуковой датчик может быть выполнен с возможностью формирования выходного сигнала при отсутствии упомянутого ультразвукового сигнала. Специалисту будет очевидно, что выходной сигнал, означающий присутствие ультразвукового сигнала или отсутствие ультразвукового сигнала, зависит от выбранной конфигурации чувствительного элемента.

В качестве альтернативы, чувствительный элемент может содержать электромагнитный датчик, который может быть, например, либо конденсатором, в качестве альтернативы резистором, в качестве альтернативы - катушкой индуктивности. Другими словами, в случае магнитного датчика, посредством (проведения) источника излучения можно формировать магнитное поле, при этом упомянутое магнитное поле может обнаруживаться чувствительным элементом. Например, электромагнитный датчик может быть размещен так, что, при нахождении в предварительно заданном положении, источник излучения замыкает электрическую схему. Данная электрическая схема, замкнутая источником излучения, формирует выходной сигнал. Такой электромагнитный датчик может также быть основанным на изменении емкости, когда

упомянутый источник излучения присутствует в предварительно заданном положении.

В варианте осуществления один или более чувствительных элементов содержат один или более оптических датчиков для испускания оптического сигнала в просвет и один или более приемников оптического излучения для приема оптического сигнала из просвета. Оптический сигнал может быть любым электромагнитным сигналом в спектре длин волн от крайней ультрафиолетовой области до дальней инфракрасной области. Данный вариант осуществления обладает преимуществом обеспечения экономичного технологичного аппликаторного устройства, размещенного для соответствующего формирования сигнала датчика, указывающего, находится ли или нет источник излучения в предварительно заданном положении. Специалисту будет понятно, что световой сигнал определяется либо присутствием света, либо отсутствием света. В случае, если источник излучения, при нахождении в предварительно заданном положении, перекрывает свет, испускаемый источником оптического излучения, приемник оптического излучения прекратит прием светового сигнала из просвета, перекрытого источником излучения, что будет указывать присутствие источника излучения в предварительно заданном положении. В качестве альтернативы, источник излучения может содержать отражающий(ие) элемент(ы), который(ые), как только упомянутый источник излучения размещают в предварительно заданное положение, будет (будут) отражать свет, испускаемый в просвет источником оптического излучения, к приемнику оптического излучения, который в таком случае будет принимать оптический сигнал из просвета.

В еще одном варианте осуществления аппликаторное устройство дополнительно содержит одно или более оптических волокон, связанных с, по меньшей мере, одним из одного или более источников оптического излучения или, по меньшей мере, одним из одного или более приемников оптического излучения. Данный вариант осуществления дает преимущество в том, что аппликаторное устройство является простым, надежным и технологичным. Кроме того, присутствие одного или более оптических волокон предоставляет возможность способности к удобному соединению аппликаторного устройства, подлежащего соединению с системой для брахитерапии, как дополнительно поясняется в дальнейшем описании. Дополнительно оптические волокна являются удобным средством для направления оптического сигнала в просвет и из просвета аппликаторного устройства. Следует понимать, что в данном варианте осуществления источник оптического излучения и приемник оптического излучения могут быть наконечником оптического волокна; при этом упомянутое оптическое волокно размещено с возможностью направления оптического сигнала в и из одного или более оптических волокон.

В другом варианте осуществления, по меньшей мере, одно из одного или более оптических волокон содержит волоконные брэгговские решетки. Так как волоконную брэгговскую решетку (FBG) можно определить как тип распределенного брэгговского отражателя, созданного в коротком сегменте оптического волокна, размещенного с возможностью отражения конкретных длин волн света и пропускания всех остальных длин волн. Такая схема делает возможным более точное определение присутствия источника излучения по относительной деформации аппликатора, а также оценку того, находится ли или нет источник излучения в предварительно заданном положении. Данная конструкция обладает дополнительным преимуществом обеспечения высокочувствительного чувствительного элемента, который менее подвержен повреждению вследствие загрязнения, например, тканью или текучей средой.

В другом варианте осуществления множество брэгговских отражателей распределено

по длине оптического волокна (по меньшей мере, частично длины аппликаторного устройства) таким образом, что оптический сигнал, по меньшей мере, частично, отражается волоконной брэгговской решеткой. Данная схема обладает преимуществом предоставления системе возможности определять, по обнаруженному оптическому сигналу, изменение формы и/или температуры вдоль аппликаторного устройства. Как дополнительно поясняется в дальнейшем описании, данная схема возможна благодаря отражению одной или более конкретных длин волн, в дополнение с возможностью определения, находится или нет источник излучения в предварительно заданном положении, возможность показывать температуру и/или относительную деформацию аппликаторного устройства. В частности, данная схема делает возможным определение источника излучения в предварительно заданном положении одновременно с распознаванием формы и/или распознаванием температуры, что допускает лучшую оценку влияния источника излучения с аппликаторным устройством. После того, как источник излучения i) введен в аппликаторное устройство или ii) находится в стабильном состоянии в аппликаторном устройстве (предварительно заданном положении), или iii) извлечен из аппликаторного устройства, можно определить изменение формы и/или температуры упомянутого аппликаторного устройства, что дает возможность лучшего контроля терапии.

В еще одном варианте осуществления один или более чувствительных элементов содержат один или более источников ультразвука для испускания ультразвукового сигнала в просвет и один или более приемников ультразвука для приема ультразвукового сигнала из просвета, при этом один или более источников ультразвука и один или более приемников ультразвука расположены друг относительно друга таким образом, что испускаемый ультразвуковой сигнал либо перекрывается от достижения одного или более приемников ультразвука, либо перенаправляется к одному или более приемникам ультразвука, когда такой источник излучения находится в предварительно заданном положении. Данный вариант осуществления обладает преимуществом обеспечения альтернативных чувствительных элементов, которые могут соответственно предоставлять возможность определения источника излучения в предварительно заданном положении в просвете аппликаторного устройства. В данном варианте осуществления ультразвуковой(ые) датчик(и) следует изготавливать так, чтобы они были достаточно малыми для формирования ультразвуковой волны в просвете.

В другом варианте осуществления упомянутый один или более чувствительных элементов выполнены с возможностью (i) обнаружения изменения электропроводности или (ii) обнаружения изменения емкости, или (iii) формирования индукции электрического тока, или (iv) обнаружения изменения сопротивления, указывающих, находится или нет источник излучения в предварительно заданном положении. Данный вариант осуществления обеспечивает чувствительные элементы, альтернативные вышеупомянутому чувствительному элементу, которые могут быть полезны, когда брахитерапевтическое лечение проводят при наведении с помощью определенных методов медицинской визуализации.

В другом варианте осуществления аппликаторное устройство содержит, по меньшей мере, два из одного или более чувствительных элементов, при этом упомянутые, по меньшей мере, два из одного или более чувствительных элементов размещены так, что они формируют выходной сигнал, предоставляющий возможность отслеживания источника излучения в просвете. Данная схема обладает преимуществом в том, что, в случае, если упомянутые чувствительные элементы размещены по отличающейся продольной оси, измеренной от аппликаторного устройства, то можно контролировать

смещение источника излучения, что делает возможным надлежащий контроль терапии.

В соответствии с изобретением, по меньшей мере, одна из вышеупомянутых целей достигается с помощью системы для интервенционной брахитерапии, содержащей детекторный блок, выполненный с возможностью обнаружения выходного сигнала, формируемого каждым из одного или более чувствительных элементов. Данный вариант осуществления имеет преимущество в том, что он дает возможность обнаружения источника излучения в просвете аппликаторного устройства. Детектор выполнен с возможностью обнаружения выходного сигнала, формируемого одним или более чувствительными элементами, при этом такой выходной сигнал указывает, находится ли источник излучения внутри просвета аппликаторного устройства в предварительно заданном положении или достиг или нет данного положения. Примером предварительно заданного положения может быть наконечник аппликаторного устройства вблизи тканей, подлежащих облучению.

В другом варианте осуществления система дополнительно содержит блок слежения, выполненный с возможностью отслеживания перемещения источника излучения в просвете. Упомянутый блок слежения размещен с возможностью приема обнаруженных выходных сигналов, делающих возможным отслеживание источника излучения в просвете (при использовании с вариантом осуществления, содержащим, по меньшей мере, два из одного или более чувствительных элементов). Отслеживание (или прослеживание, или сопровождение) источника излучения в просвете достигается посредством обнаружения альтернативных выходных сигналов. Такие альтернативные выходные сигналы формируются альтернативной стимуляцией чувствительных элементов посредством источника излучения; при этом чувствительные элементы размещены с возможностью формирования выходного сигнала, указывающего, находится ли источник излучения в предварительно заданном положении в просвете аппликаторного устройства. Отслеживание источника излучения в аппликаторном устройстве дает преимущество предоставления возможности локализации перегиба (сгиба или скручивания в аппликаторном устройстве), при его наличии. Дополнительно, данная схема обладает преимуществом обеспечения контроля качества по времени, которое источник проводит в каждом положении задержки (т.е. для брахитерапии, в положении, в котором источник должен прекращать выделение своего излучения).

В другом варианте осуществления система дополнительно содержит генератор сигнала, размещенный с возможностью формирования сигнала генерации, подлежащего передаче в просвет. Данная схема обладает преимуществом в том, что сигнал, подлежащий передаче в просвет, исходит из системы, а не из аппликаторного устройства. Данная схема делает возможным улучшенное управление сигналом, преимущественно предоставляя возможность повышенную точность упомянутого сигнала (например, по числу длин волн). Данная схема дополнительно полезна тем, что она допускает использование меньших и более надежных аппликаторных устройств для брахитерапевтического лечения. Генератор сигнала может быть непосредственно связан с направляющим средством аппликаторного устройства (т.е. элементами, которые будут направлять, проводить формируемый сигнал из генератора сигналов к источнику сигнала), или может быть непрямо связан с таким направляющим средством (например, оптически связан).

В варианте осуществления генератор сигнала размещен с возможностью формирования одного или более оптических сигналов генерации с предварительно заданной длиной волны или в предварительно заданном диапазоне длин волн. В качестве альтернативы, генератор сигнала выполнен с возможностью формирования упомянутых

одного или более оптических сигналов генерации одновременно или последовательно. Данная схема обладает преимуществом повышения точности распознавания формы и распознавания температуры, при одновременном предоставлении возможности отслеживания источника излучения.

5 В другом варианте осуществления система дополнительно содержит процессорный блок, размещенный с возможностью обработки обнаруженного(ых) выходного(ых) сигнала(ов). Этот(эти) обработанный(ые) обнаруженный(ые) выходной(ые) сигнал(ы) для определения а) температуры и/или формы аппликаторного устройства или б) изменения температуры и/или формы аппликаторного устройства, происходящие в
10 результате того, что источник излучения (i) доставляют в просвет и/или (ii) находится в предварительно заданном положении, и/или (iii) извлекается из просвета. В данном варианте осуществления процессорный блок выполнен с возможностью обработки одного или более выходных сигналов, сформированных волоконной брэгговской решеткой, в качестве альтернативы, процессорный блок выполнен с возможностью
15 применения релеевского рассеяния для обнаружения формы и/или температуры. Данная схема полезна тем, что можно получать как следствие информацию относительно количества излучения, испускаемого к ткани. Другое преимущество данной схемы состоит в том, что обработанный обнаруженный сигнал может делать возможным остановку системы в качестве меры безопасности, если упомянутый сигнал выходит
20 за некоторый предварительно заданный порог.

В другом варианте осуществления система дополнительно содержит блок пользовательского интерфейса, выполненный с возможностью представления (или изображения, или указания) положения (или места) источника излучения в просвете. В качестве дополнения или альтернативы, блок пользовательского интерфейса может
25 быть размещен для представления перемещения источника излучения в просвете. Данная схема обладает преимуществом предоставления возможности быстрой и правильной обработки информации человеком, в результате предоставления возможности быстрой реакции, отклика или любых других активных или пассивных действий оператора и/или пользователя. Данный вариант осуществления дополнительно имеет преимущество
30 предоставлением оператору возможности быстро видеть перемещение источника излучения в просвете (когда система содержит блок слежения) посредством визуального представления.

В варианте осуществления система дополнительно содержит блок генератора тревоги, выполненный с возможностью формирования сигнала тревоги, когда определяется,
35 что положение и/или перемещение источника излучения в просвете нарушает предварительно заданный предел, на основании обнаруженного выходного сигнала. Так как источник излучения радиоактивен и может потенциально вызывать поражения здоровых тканей, то данная схема полезна потому, что сигнал тревоги может быстро инициировать действие пользователя. Такой сигнал тревоги может быть, например,
40 визуальным сигналом, звуковым сигналом или любым другим средством, способным привлекать внимание оператора (или пользователя) таким образом, чтобы обеспечивался быстрый сигнал, который может инициировать выполнение действия(ий) оператором.

Способ в соответствии с изобретением отличается тем, что в вышеописанном аппликаторном устройстве можно определять положение и/или перемещение источника
45 излучения в просвете. А именно, вышеупомянутое достигается посредством этапов обеспечения аппликаторного устройства, обеспечения источника излучения в просвете аппликаторного устройства, формирования выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник излучения в предварительно заданном положении в

просвете; обнаружения упомянутого выходного сигнала, оценки, по выходному сигналу, находится ли источник излучения в предварительно заданном положении.

Вышеописанный способ обеспечивает такие же преимущества, как система для брахитерапии в соответствии с первым аспектом изобретения. Данный способ, при использовании в системе, содержащей разные вышеописанные варианты осуществления, обладает таким же преимуществами, как соответствующие варианты осуществления системы. Предложенный способ полезен тем, что он дает возможность системе для интервенционной брахитерапии определять положение или, в качестве альтернативы, допускает отслеживание источника излучения в просвете аппликаторного устройства, чтобы оператор системы мог легко получать доступ к информации об источнике излучения *in vivo*.

В соответствии с изобретением, по меньшей мере, одна из вышеупомянутых целей достигается с помощью компьютерной программы, содержащей средство программного кода для побуждения, при выполнении, системы для интервенционной брахитерапии выполнять этапы вышеописанного способа. Данная схема полезна потому, что она допускает полную автоматизацию вышеописанного способа в системе для интерференционной брахитерапии. Например, компьютерная программа допускает, чтобы робот или любое другое ЭВМ выполняли этапы вышеописанного способа. Автоматизация полезна тем, что она дает возможность защиты оператора от любого излучения, испускаемого или генерируемого источником излучения, при использовании в системе для интервенционной брахитерапии.

Приведенные и другие аспекты изобретения станут очевидными из дальнейшего пояснения со ссылкой на нижеописанные варианты осуществления.

Специалистам в данной области техники будет понятно, что два или более из вышеупомянутых опций, осуществлений и/или аспектов изобретения можно объединять любым способом, который считается полезным.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Эти и другие аспекты аппликаторного устройства, системы и способа в соответствии с изобретением дополнительно поясняются ниже со ссылкой на чертежи, на которых:

Фиг. 1 - схематически изображает вариант осуществления аппликаторного устройства в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг. 2 - схематически изображает вид поперечного сечения варианта осуществления аппликаторного устройства в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг. 3 - схематически изображает вид поперечного сечения варианта осуществления аппликаторного устройства в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг. 4 - схематически изображает вариант осуществления системы в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг. 5 - схематически изображает вариант осуществления способа в соответствии с настоящим изобретением.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Определенные варианты осуществления подробно описаны ниже со ссылкой на прилагаемые чертежи. В последующем описании одинаковые цифровые позиции на чертежах служат для одинаковых элементов, даже на разных чертежах. В описании рассматриваются вопросы, например, детальная конструкция и элементы, чтобы способствовать полному пониманию примерных вариантов осуществления. Также общеизвестные функции или конструкции подробно не описаны, поскольку они создавали бы помехи рассмотрению вариантов осуществления ненужными деталями. Кроме того, такие выражения, как «по меньшей мере, один из», при нахождении перед

списком элементов, видоизменяют весь список элементов и не видоизменяют отдельные элементы списка.

Аппликаторное устройство 100 в соответствии с настоящим изобретением может быть катетером для брахитерапии, иглой или любым пустотелым устройством, при использовании которого пользователь или оператор будет заинтересован в точном знании, установлен ли в нем источник 103 излучения (или зерно) в представляющем интерес предварительно заданном положении, или нет, или в качестве альтернативы, если такой пользователь или такой оператор заинтересован в отслеживании перемещения данного источника 103 излучения в аппликаторном устройстве 100. Источник 103 излучения может быть твердым телом или, в качестве альтернативы, радиоактивным твердым телом или даже жидкостью, если жидкость имеет вязкость, допускающую обнаружение. При дополнительном подробном рассмотрении, источник 103 излучения имеет размер порядка несколько миллиметров и содержит ^{195}I или, в качестве альтернативы, ^{125}I .

Фиг. 1а содержит аппликаторное устройство 100 или катетер в соответствии с настоящим изобретением. В данном варианте осуществления аппликаторное устройство 100 образует круглую пустотелую форму, определяющую просвет 101. В предпочтительном варианте упомянутое аппликаторное устройство 100 изготовлено из пластика или, в другом варианте, силиконов, или, в альтернативном варианте, поливинилхлорида (ПХВ), или, в альтернативном варианте, латексного каучука, или, в альтернативном варианте, металла. Специалисту в данной области техники будет понятно, что любой биосовместимый гибкий материал можно использовать для внешней оболочки (внешней стенке 120) аппликаторного устройства 100 в соответствии с настоящим изобретением. Аппликаторное устройство 100 содержит внешнюю стенку (в контакте с окружающей средой) 120 и внутреннюю стенку (определяющую границы просвета) 121. Аппликаторное устройство 100 для использования в интервенционной брахитерапии будет иметь, по меньшей мере, одну или обе из стенок 120, 121, изготовленных из нержавеющей стали или, в альтернативном варианте, полиоксиметилена, чтобы ограничивать или ослаблять, или, предпочтительно, перекрывать радиоактивное излучение, испускаемое источником 103 излучения, введенным в аппликаторное устройство 100, от попадания в окружающую через внешние стенки 120.

Источник 103 излучения выполнен с возможностью перемещения в просвете 101 между двумя концевыми частями аппликаторного устройства. Одна из упомянутых концевых частей выполнена с возможностью приема источника 103 излучения из устройства введения источника излучения (не показанной). Вторая концевая часть аппликаторного устройства выполнена с возможностью введения в тело человека или животного таким образом, чтобы она находилась вблизи ткани, подлежащей облучению (следовательно, там, где требуется провести лечение интервенционной брахитерапией). Следует понимать, что, при использовании, одну из упомянутых двух концевых частей введут в тело человека или животного, а другая концевая часть будет находиться снаружи тела, чтобы в нее можно было ввести источник излучения с помощью устройства введения источника излучения (например, вводный конец).

Аппликаторное устройство в соответствии с фиг. 1а дополнительно содержит один чувствительный элемент 102, который расположен около наконечника или на наконечнике 130 аппликаторного устройства 100, размещенного с возможностью введения внутрь человека животного. Такое положение чувствительного элемента 102 соответствует предпочтительному местоположению, относящемуся к аппликаторному

устройству 100. В качестве альтернативы, число чувствительных элементов 102 может быть больше, чем один, например, 2 или 3, или 5, или 10, или даже больше. Наличие множества чувствительных элементов 102 может быть полезно, как дополнительно поясняется далее (например, для отслеживания). Один или более чувствительных элементов 102 могут быть расположены в любом местоположении, относящемся к аппликаторному устройству 100, таким образом, чтобы каждый из одного или более чувствительных элементов 102 был размещен с возможностью формирования выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник 103 излучения в предварительно заданном положении.

Местоположение одного или более чувствительных элементов 102 соответствует представляющему интерес положению источника 103 излучения в просвете аппликаторного устройства 100. Если аппликаторное устройство 103 содержит более одного датчика, в упомянутом аппликаторном устройстве 100 будет обнаружено несколько представляющих интерес положений. Как упоминалось выше,

представляющее интерес положение может быть наконечником аппликаторного устройства, но может находиться также в среднем положении аппликаторного устройства 100, чтобы выходной сигнал, формируемый чувствительным элементом 102 в таком положении, указывал, что источник 103 излучения достиг половины расстояния между вставным концом аппликаторного устройства 100 и наконечником 130

упомянутого аппликаторного устройства (в непосредственной близости от ткани, подлежащей облучению). Предварительно заданное положение обычно определяется точкой или диапазоном расстояний в несколько миллиметров внутри просвета 101, так что выходной сигнал, формируемый одним или более чувствительными элементами 102 указывает, что источник 103 излучения находится в границах упомянутого диапазона, то есть, находится в представляющем интерес положении.

В варианте осуществления чувствительный элемент 102 является оптическим датчиком. Упомянутый чувствительный элемент 102 может располагаться между внутренней стенкой 120 и внешней стенкой 121 аппликаторного устройства 100, в качестве альтернативы, данный чувствительный элемент может быть связан с внутренней стенкой 102 и расположен, по меньшей мере, частично внутри просвета 101. В качестве альтернативы, упомянутый чувствительный элемент 102 может быть расположен полностью внутри просвета 101. В качестве альтернативы, упомянутый чувствительный элемент может быть связан с аппликаторным устройством 101 таким образом, что выходной сигнал может формироваться данными чувствительными элементами 102, когда источник излучения находится в предварительно заданном положении. Следует отметить, что настоящее изобретение относится также к одному или более чувствительным элементам 102, являющимся ультразвуковыми датчиками и, в другом варианте, электромагнитными датчиками.

Один или более чувствительных элементов 102 в качестве оптических датчиков или ультразвуковых датчиков дополнительно поясняются в дальнейшем описании с помощью фиг. 1b. В варианте осуществления чувствительные элементы 102 состоят из электромагнитного датчика, размещенного с возможностью (i) обнаружения изменения электропроводности или (ii) обнаружения изменения емкости, или (iii) формирования индукции электрического тока, или (iv) обнаружения изменения сопротивления.

Специалист предложит несколько средств с чувствительными элементами, допускающих формирование упомянутых типов электромагнитных датчиков, когда источник 103 излучения изготовлен из электропроводного материала. Например, когда чувствительный элемент 102 является магнитным датчиком, магнитное поле может

формироваться посредством (прохождения) источника 103 излучения в местоположении магнитного датчика. Магнитное поле дает возможность упомянутому чувствительному элементу 102 формировать выходной сигнал. В альтернативном варианте осуществления выходной сигнал может следовать из замыкания электрической схемы источником 103 излучения, когда упомянутый источник излучения находится в предварительно заданном положении (которое является местоположением или находится в пределах нескольких миллиметров от местоположения чувствительного элемента 102). В качестве альтернативы, электромагнитный датчик может также характеризоваться изменением емкости, когда источник излучения находится в предварительно заданном положении.

Выходной сигнал формируется, когда излучение указывает присутствие источника 103 излучения в предварительно заданном положении, или выходной сигнал формируется чувствительными элементами 102, когда источник 103 излучения вызывает изменение режима чувствительного элемента 102, при нахождении в представляющем интерес положении, как дополнительно поясняется в дальнейшем описании с помощью фиг.

1b. Для ясности, подавление исходного сигнала, когда источник 103 излучения находится в предварительно заданном положении, (в сравнении с формированием исходного сигнала, когда источник излучения не находится в предварительно заданном положении) следует рассматривать как выходной сигнал. Как будет очевидно из нижеизложенного, можно предложить несколько средств, делающих возможным формирование или подавление сигнала, когда объект (т.е. источник излучения) взаимодействует с чувствительным элементом 102. Взаимодействие с чувствительным элементом 102 следует интерпретировать в широком смысле как связь с упомянутым чувствительным элементом 102 или, в качестве альтернативы, нахождение в непосредственной близости к упомянутому чувствительному элементу 102 или около упомянутого чувствительного элемента 102, чтобы включать упомянутый чувствительный элемент 102 в режим формирования выходного сигнала, указывающего на нахождение источника излучения в предварительно заданном положении.

Фиг. 1b представляет вид поперечного сечения варианта осуществления аппликаторного устройства в соответствии с настоящим изобретением. Каждый из одного или более чувствительных элементов 102 дополнительно определяется источником 102a сигнала и приемником 102b сигнала. Источник 102a сигнала выполнен с возможностью испускания исходного сигнала в просвет 101, приемник 102b сигнала выполнен с возможностью приема испускаемого сигнала из просвета 101. В предпочтительном варианте осуществления источник 102a сигнала и приемник 102b сигнала расположены противоположно друг другу на оси, перпендикулярной аппликаторному устройству 100. В данной конфигурации чувствительный элемент 102 размещен так, что испускаемый сигнал, принимаемый из просвета приемником 102b сигнала является исходным сигналом, испускаемым источником 102a сигнала, при отсутствии источника излучения в предварительно заданном положении.

В качестве альтернативы, положение источника 102a оптического излучения и приемника 102b оптического излучения (103b) друг относительно друга может отличаться от вышеописанного положения с таким расчетом, чтобы достигать ожидаемой цели. Поэтому свет, испускаемый в просвет, может легко приниматься приемником оптического излучения или, в альтернативном варианте, отражаться до тех пор, пока источник не перекроет (или не отразит дополнительно с отличающейся интенсивностью) оптический сигнал. Источник 102a сигнала и приемник 102b сигнала могут быть расположены друг относительно друга таким образом, что между ними образуется угол между 45 и 180 градусов, измеряемый в плоскости, перпендикулярной продольной

оси аппликаторного устройства 100. В данной конфигурации исходный сигнал может отражаться или преломляться, или поглощаться источником 103 излучения, когда упомянутый источник 103 излучения находится в предварительно заданном положении, таким образом, что формируется выходной сигнал.

5 В примерном варианте осуществления настоящего изобретения чувствительный элемент 102 является оптическим датчиком. В данном варианте осуществления чувствительный элемент выполнен с возможностью i) испускания света в просвет 101 и ii) приема света из просвета. Вышеописанные действия могут выполняться, по меньшей мере, одним источником 102a оптического излучения для испускания оптического
10 сигнала в просвет 101 и одним или более приемниками 102b оптического излучения для приема испускаемого оптического сигнала из просвета 101. В качестве источника(ов) 102a оптического излучения можно предложить несколько средств, например, источник света (например, LED, OLED (органический светодиод), лазер) или, в качестве альтернативы, наконечник оптического волокна, расположенный так, что световой
15 сигнал, направляемый упомянутым оптическим волокном, может входить в просвет 101. Настоящее изобретение не ограничено конкретной длиной оптической волны или диапазоном длин оптических волн; для вышеупомянутой конструкции (схематически показанной на фиг. 1b) могут быть оптимальными несколько длин оптических волн, при этом оптический сигнал, испускаемый источником 102a оптического излучения не
20 обязательно должен быть в видимой области спектра; и поэтому приемник 103b оптического излучения будут выбирать соответственно.

Приемник 102b оптического излучения выполнен с возможностью приема испускаемого оптического сигнала из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. В качестве альтернативы, приемник
25 102b оптического излучения будет прекращать прием испускаемого оптического сигнала из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. В качестве альтернативы, приемник 102b оптического излучения будет принимать испускаемый оптический сигнал с отличающейся длиной волны из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. В
30 качестве альтернативы, приемник 102b оптического излучения будет принимать испускаемый оптический сигнал отличающейся интенсивности из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении.

Приемник 102b оптического излучения может быть наконечником оптического волокна, выполненного с возможностью приема испускаемого сигнала из просвета. В
35 качестве альтернативы, упомянутый источник 102a оптического излучения может содержать отражающее средство, такое как одно или более зеркал, или одно или более селективных зеркал могут быть установлены в направляющее средство (например, оптическое волокно) таким образом, что световой сигнал испускается в просвет 101.

При использовании, после введения объекта (например, источника 103 излучения)
40 в аппликаторное устройство 100, сразу после прихода в предварительно заданное положение источник 103 излучения пересекает оптический сигнал, испускаемый в просвет 101 источником 102a излучения. Вследствие нахождения источника 103 излучения в предварительно заданном положении, испускаемый оптический сигнал, который должен приниматься приемником 102b оптического излучения, является иным, чем в
45 случае, когда источник 103 излучения не находится в предварительно заданном положении, так что чувствительным элементом формируется выходной сигнал, показывающий, находится ли или нет источник 103 излучения в предварительно заданном положении в просвете 101.

Как упоминалось выше, вариант осуществления, представленный на фиг. 1b, показывает источник 102a оптического излучения и приемник 102b оптического излучения, расположенные один относительно другого с образованием угла 180 градусов по оси, перпендикулярной продольной оси аппликаторного устройства. С помощью
 5 вышеописанной схемы, множество чувствительных элементов 102 и, следовательно, множество комбинаций источников 102a оптического излучения и приемников 102b оптического излучения можно встраивать в аппликаторное устройство 100 таким образом, чтобы определить несколько представляющих интерес положений. Каждая без исключения из комбинаций источника 102a оптического излучения и приемника
 10 102b оптического излучения размещена с возможностью формирования выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник 103 излучения в предварительно заданном положении в просвете 101.

В альтернативном варианте осуществления чувствительный элемент 102 может быть ультразвуковым датчиком. В данном варианте осуществления чувствительный элемент
 15 102 выполнен с возможностью i) испускания ультразвукового сигнала в просвет 101 и ii) приема испускаемого ультразвукового сигнала из просвета 101. Вышеописанные действия могут выполняться, по меньшей мере, одним источником 102a ультразвука для испускания ультразвукового сигнала в просвет 101 и одним или более приемниками 102b ультразвука для приема испускаемого ультразвукового сигнала из просвета 101.
 20 В качестве источника(ов) 102a ультразвука можно предложить несколько средств. Настоящее изобретение не ограничено конкретной длиной ультразвуковой волны или диапазоном длин ультразвуковых волн; для вышеупомянутой конструкции могут быть оптимальными несколько длин ультразвуковых волн.

Приемник 102b ультразвука выполнен с возможностью приема испускаемого
 25 ультразвукового сигнала из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. В качестве альтернативы, приемник 102b ультразвука будет прекращать прием испускаемого ультразвукового сигнала из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. В качестве альтернативы, приемник 102b ультразвука будет принимать испускаемый
 30 ультразвуковой сигнал с иной длиной волны из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. В качестве альтернативы, приемник 102b ультразвука будет принимать испускаемый ультразвуковой сигнал с иной интенсивностью из просвета 101 в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении.

В представленном варианте осуществления источник 102a ультразвука и приемник 103b ультразвука расположены один относительно другого с образованием угла 180 градусов по оси, перпендикулярной продольной оси аппликаторного устройства. С помощью вышеописанной схемы, множество чувствительных элементов 102 и, следовательно, множество комбинаций источников 102a ультразвука и приемников
 40 103b ультразвука можно встраивать в аппликаторное устройство 100 таким образом, чтобы задать несколько представляющих интерес положений. Каждая без исключения из комбинаций источника 102a ультразвука и приемника 102b ультразвука размещена с возможностью формирования выходного сигнала, указывающего, находится ли или нет источник 103 излучения в предварительно заданном положении в просвете 101.

Можно предположить возможность комбинации всех чувствительных элементов 102. Например, аппликаторное устройство 100 может содержать более одного чувствительного элемента 102, которые могут содержать, по меньшей мере, один чувствительный элемент 102, содержащий комбинацию из источника 102a оптического

излучения и приемника 102b оптического излучения, и, по меньшей мере, один чувствительный элемент 102, содержащий комбинацию из источника 102a ультразвука и приемника 102b ультразвука.

Вариант осуществления, схематически представленный на фиг. 1с, является альтернативным вариантом осуществления, в соответствии с которым источник 102a оптического излучения и приемник 102b оптического излучения расположены, например, на одной оси, параллельной продольной оси аппликаторного устройства. В качестве альтернативы, источник 102a оптического излучения и приемник 102b оптического излучения могут состоять из одного и того же наконечника оптического волокна, как подробнее поясняется в дальнейшем описании. Например, благодаря вышеописанной схеме приемник 102b оптического излучения размещен так, что оптический сигнал, принимаемый из просвета, указывает, находится или нет упомянутый источник 103 излучения в предварительно заданном положении. Последнее может достигаться в результате отражающих (или преломляющих) свойств источника 103 излучения. В данной схеме источник излучения в предварительно заданном положении будет отражать оптический сигнал, испускаемый в просвет, к приемнику 103b оптического излучения. В качестве альтернативы, отражающие средства размещены с возможностью отражения оптического сигнала, испускаемого источником 102a сигнала, таким образом, что приемник 102b оптического излучения принимает отраженный сигнал из просвета 101 при отсутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. Например, это можно достичь отражательным покрытием стороны внутренней стенки 121 просвета аппликаторного устройства 100. В качестве альтернативы, вышеупомянутое можно достичь посредством одного или более зеркал, расположенных с возможностью отражения испускаемого оптического сигнала из просвета, при отсутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. В данных схемах оптический сигнал, испускаемый источником 102a оптического излучения, отражается источником 103 излучения или, в качестве альтернативы, полностью перекрывается источником 103 излучения, при его нахождении в предварительно заданном положении. Это приводит к тому, что испускаемый оптический сигнал, подлежащий приему из просвета приемником 103b оптического излучения, должен иметь отличающуюся интенсивность. В качестве альтернативы, испускаемый оптический сигнал, подлежащий приему из просвета приемником 103b оптического излучения, имеет иную длину волны, чем оптический сигнал, испускаемый источником 102a сигнала. В качестве альтернативы, испускаемый оптический сигнал не принимается из просвета приемником 103b оптического излучения в присутствии источника 103 излучения в предварительно заданном положении. Во всех вышеописанных альтернативных вариантах присутствие источника 103 излучения в предварительно заданном положении побуждает чувствительный элемент 102 формировать выходной сигнал, указывающий, находится или нет источник 103 в предварительно заданном положении в просвете 101. В данной конфигурации оптический сигнал, испускаемый источником 102a сигнала, может отражаться или преломляться, или поглощаться источником 103 излучения, когда упомянутый источник 103 излучения находится в предварительно заданном положении.

В качестве альтернативы, вышеописанный результат можно получить с помощью оптического волокна (смотри фиг. 2), размещенного с возможностью испускания оптического сигнала в просвет (источником 102a оптического излучения) и приема испускаемого оптического сигнала из просвета (приемником 102b оптического излучения). В данной схеме, когда упомянутый сигнал отражается одним или более

зеркалами таким образом, что источник излучения, присутствующий в предварительно заданном положении, перекрывает испускаемый сигнал, то оптическим волокном (т.е. приемником оптического излучения) не принимается никакого оптического сигнала из просвета.

5 Фиг. 2 схематически представляет альтернативный вариант осуществления настоящего изобретения. В данном варианте осуществления аппликаторное устройство 200 содержит одно или более оптических волокон 204. Оптическое волокно 204 является гибким прозрачным волокном, обычно изготовленным из кварца или пластика, хотя, возможен другой альтернативный вариант, так что волокно может служить волноводом
10 (другими словами «световодом») для передачи оптического сигнала между двумя концами волокна. Аппликаторное устройство 200 в соответствии с настоящим вариантом осуществления может содержать одно или, в другом варианте, два, или, в другом варианте, три, или, или, в другом варианте, четыре, или более оптических волокон, которые связаны (или оптически связаны) с одним или более чувствительными
15 элементами 202. Подробнее, оптическое волокно 204 может быть связано с одним или более источниками 202a оптического излучения и/или одним или более приемниками 203b оптического излучения.

Одно или более оптических волокон 204 могут быть размещены с возможностью продольного сопровождения аппликаторного устройства 200, предпочтительно, между
20 двумя концами (или наконечниками, или отверстиями) упомянутого аппликаторного устройства 200. Данная схема предоставляет возможность направления оптического сигнала (или светового сигнала) по длине аппликаторного устройства 200. Например, при использовании двух оптических волокон 204, первое оптическое волокно 204a выполнено с возможностью направления оптического сигнала, подлежащего
25 испусканию, в просвет 201 аппликаторного устройства 200. Второе оптическое волокно 204b размещено с возможностью приема испущенного оптического сигнала из просвета и с дополнительной возможностью проведения выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник излучения 203 в предварительно заданном положении. Следует понимать, что в вышеописанной схеме выходной сигнал может быть
30 испускаемым оптическим сигналом, принимаемым из просвета 201. В предпочтительном варианте осуществления выходной сигнал направляется вторым оптическим волокном 204 к детекторному блоку (не показанному на фиг. 2).

В вышеописанной схеме с двумя оптическими волокнами 204 источник 202a оптического излучения может быть наконечником (или концом) первого оптического
35 волокна 204a (чтобы оптический сигнал, направляемый оптическим волокном 204, испускался в просвет 101). В качестве альтернативы, источник 202a оптического излучения может быть зеркалом, размещенным с возможностью отражения (части) оптического сигнала, направляемого первым оптическим волокном 204a, в просвет 201. В качестве альтернативы, источник 202a оптического излучения может быть
40 селективным отражателем, размещенным с возможностью отражения предварительно заданной длины волны (или диапазона длин волн) таким образом, чтобы оптический сигнал направлялся первым оптическим волокном 204a в просвет 201. Приемник 202b оптического излучения может быть наконечником второго оптического волокна 204b, чтобы испускаемый оптический сигнал принимался из просвета 201 вторым оптическим
45 волокном 204b. Упомянутое второе оптическое волокно дополнительно размещено с возможностью формирования выходного сигнала, подлежащего направлению вторым оптическим волокном 204b к детектору 411 (не показанному на фиг. 2). Упомянутый выходной сигнал указывает, находится или нет источник 203 излучения в предварительно

заданном положении в просвете 201. Например, при использовании, когда источник 203 излучения перекрывает испускаемый сигнал из просвета, то сигнал, принятый приемником 204b оптического излучения указывает на нахождение источника 203 излучения в предварительно заданном положении. В предпочтительном варианте осуществления соответствующие наконечники первого и второго оптических волокон 204a, 204b размещены так, что предварительно заданное положение находится на наконечнике (конце) 230 аппликаторного устройства 200.

В качестве альтернативы, первое оптическое волокно 204a и второе оптическое волокно 204b могут быть оптически связанными таким образом, что только одно оптическое волокно имеет отверстие для приема и/или испускания сигнала снаружи аппликаторного устройства 200.

В качестве альтернативы можно предусмотреть схему с одним оптическим волокном 204. В данном варианте осуществления упомянутое оптическое волокно содержит, по меньшей мере, один отражатель для отражения (части) светового сигнала, направляемого оптическим волокном в просвет 201. Один или более чувствительных элементов 202 в данном варианте осуществления содержат отражающее средство (не показанное) для отражения испускаемого оптического сигнала из просвета 101 обратно в оптическое волокно 204 таким образом, что формируется выходной сигнал, указывающий, находится или нет источник 203 излучения в предварительно заданном положении в просвете 201. Чтобы сделать возможным последний упомянутый результат, возможны несколько схем источника 204a оптического излучения. Источник 204 оптического излучения может быть, без ограничения, наконечником оптического волокна 204 или, в альтернативном варианте, одним или более селективными отражателями внутри оптического волокна 204, или, в альтернативном варианте, одним или более двусторонними отражателями внутри оптического волокна. Источник 103 излучения в предварительно заданном положении побуждает перекрытие или отражение светового сигнала, испускаемого в просвет 201, так что приемник 202b оптического излучения также не принимает оптического сигнала из просвета 201. В качестве альтернативы, приемник 202b оптического излучения принимает оптический сигнал отличающейся интенсивности из просвета 201. В качестве альтернативы, приемник 202b оптического излучения принимает оптический сигнал с другой длиной волны (или длинами волн), в сравнении с первоначально испускаемым оптическим сигналом.

Одно или более оптических волокон 204 могут содержать несколько комбинаций источников 202a оптического излучения и приемников 202a оптического излучения по длине одного или более оптических волокон 204. Как изложено выше, данная схема может отличаться множеством отражателей. В данной схеме каждая комбинация источников 202a оптического излучения и приемников 202a оптического излучения будет формировать выходной сигнал, указывающий, находится или нет источник 203 излучения в предварительно заданном положении в просвете 201. Множество выходных сигналов делает возможным несколько результатов при детектировании и обработке как дополнительно поясняется в дальнейшем описании. В предпочтительном варианте осуществления каждый из одного или более источников 202a оптического излучения будет размещен с возможностью испускания в просвет 201 оптического сигнала, состоящего из предварительно заданной длины волны или, в качестве альтернативы, из длин волн предварительно заданного диапазона. Это возможно, когда упомянутые один или более источников 202a оптического излучения содержат селективный отражатель (не показанный), выполненный с возможностью испускания одной длины волны или, в качестве альтернативы, небольшого диапазона длин волн в просвет 201.

Каждая из упомянутых испускаемых длины волны или диапазона длин волн может приниматься соответствующим приемником 202b оптического излучения, который будет формировать выходной сигнал, зависящий от принятой длины волны испускаемого оптического сигнала. Это вполне понятно, так как каждый без исключения приемник 5 202b оптического излучения будет формировать одновременно выходной сигнал, указывающий, находится или нет источник 203 излучения в предварительно заданном положении в просвете 201, в соответствии с чем каждый без исключения выходной сигнал будет содержать отличающуюся длину волны (или диапазон длин волн), зависящую от длины волны, испускаемой в просвет 201 источником 202a оптического 10 излучения и принимаемой из просвета 201 приемником 202b оптического излучения.

Фиг. 3а схематически представляет другой вариант осуществления аппликаторного устройства 300 в соответствии с настоящим изобретением. Аппликаторное устройство 300 содержит одно или более оптических волокон 304, волоконную брэгговскую решетку 305, при этом каждая волоконная брэгговская решетка содержит множество брэгговских 15 отражателей 306. Каждый брэгговский отражатель 306, который состоит из конкретных диэлектрических зеркал, отражает конкретную длину волны или, в качестве альтернативы, конкретный диапазон длин волн. Использование множества брэгговских отражателей формирует периодическое изменение показателя преломления оптического волокна 304 в целом. Поэтому брэгговские отражатели 306 можно использовать в 20 качестве совмещенного оптического фильтра для перекрывания некоторых длин волн или в качестве отражателя, фильтр конкретных длин волн. Волоконная брэгговская решетка 305 может использоваться в качестве чувствительных элементов для непосредственного распознавания относительной деформации и температуры, как поясняется в дальнейшем описании. Волоконная брэгговская решетка 305 может также 25 использоваться в качестве преобразовательного элемента, преобразующего выходной сигнал другого датчика (например, выходной сигнал, сформированный приемником 302b оптического излучения), чтобы определять изменение относительной деформации или температуры аппликаторного устройства 300.

В альтернативном варианте, аппликаторное устройство 300 размещено так, что 30 присутствие источника 303 излучения на наконечнике аппликаторного устройства 300 вызывает относительную деформацию. Данная относительная деформация возникает в результате нахождения источника 303 излучения в предварительно заданном положении. В результате данной относительной деформации будет индуцироваться сдвиг обработанного максимума от отраженной длины волны для волоконной 35 брэгговской решетки 305. В данном варианте осуществления диаметр просвета 301 является непостоянным по длине аппликаторного устройства 300. Другими словами, предлагается уменьшенный диаметр просвета 301 в предварительно заданном положении, что вызывает относительную деформацию аппликаторного устройства 300, когда источник 303 излучения находится в предварительно заданном положении. 40 В данной схеме, когда волоконная брэгговская решетка 305 содержит один или более отражателей в предпочтительном местоположении, относительная деформация будет вызывать сдвиг длин волн, отраженных волоконной брэгговской решеткой 305. Данный сдвиг указывает на присутствие источника 303 излучения в предварительно заданном положении. Специалисту в данной области техники будет очевидно преимущество 45 данного варианта осуществления, когда предварительно заданное положение является наконечником аппликаторного устройства 300. Однако, поскольку волоконная брэгговская решетка 305 чувствительна к изменению относительной деформации, то вышеупомянутый вариант осуществления можно использовать, в качестве альтернативы

или дополнительно, для отслеживания источника 303 излучения в просвете 301. В последнем варианте осуществления аппликаторное устройство 300 содержит несколько местоположений, в которых диаметр просвета 301 сужается таким образом, что, как только источник 303 излучения установился в данном суженном местоположении, созданная в результате относительная деформация вынудит волоконную брэгговскую решетку 305 сформировать выходной сигнал, указывающий на нахождение источника 303 излучения в предварительно заданном положении.

При подробном рассмотрении, аппликаторное устройство 300 может содержать множество чувствительных элементов 302, чтобы делать возможным формирование одновременного выходного сигнала, предоставляющего возможность отслеживания источника 303 излучения в просвете 300. Аппликаторное устройство 300 может содержать 2, 5, 7, 8, 10 или более чувствительных элементов 302, формирующих каждый выходной сигнал, указывающий, находится или нет источник 301 излучения в предварительно заданном положении. В качестве альтернативы подгруппу множества чувствительных элементов 302 можно использовать, чтобы определять изменение относительной деформации или температуры аппликаторного устройства 300, а другую подгруппу данного множества чувствительных элементов 302 можно использовать для отслеживания источника 303 излучения. В качестве альтернативы, по меньшей мере, два оптических чувствительных элемента 302 могут быть размещены с возможностью формирования выходных сигналов, указывающих на перемещение источника 303 излучения в просвете 301 аппликаторного устройства 300, и один или более ультразвуковых чувствительных элементов 302 могут быть размещены с возможностью формирования выходного сигнала, указывающего на нахождение источника 303 излучения на кончике аппликаторного устройства 300. Специалисту может быть очевидной другая альтернативная комбинация чувствительных элементов 302 на основе настоящего изобретения.

Фиг. 3b схематически представляет другой вариант осуществления настоящего изобретения. В данном варианте осуществления аппликаторное устройство 300 содержит три оптических волокна 304, содержащих, каждое, по меньшей мере, одну волоконную брэгговскую решетку 305 (содержащую множество брэгговских отражателей 306). Три оптических волокна 304 расположены параллельно оси, образованной аппликаторным устройством 300, таким образом, что между каждым из трех оптических волокон 304 образуется угол, по меньшей мере, 120 градусов, при измерении от линии, проходящей от начала (центра) просвета. Благодаря данной схеме, при использовании вместе с брэгговскими отражателями 306, для конкретной одной длины волны, вышеупомянутая схема с тремя оптическими волокнами 304 допускает компьютерную реконструкцию аппликаторного устройства 303. В данной схеме, максимум отраженной длины волны для каждого из брэгговских отражателей 306 сдвигается вследствие изменений относительной деформации аппликаторного устройства 300. Такие максимумы можно обнаруживать при обработке анализатором спектра (не показанным). В дополнение, данные максимумы можно дополнительно обрабатывать для вычисления и, следовательно, определения формы аппликаторного устройства 303 и температуры вдоль аппликаторного устройства 303.

При подробном рассмотрении, данная схема может содержать несколько селективных брэгговских отражателей 306, чтобы формировать один или более выходных сигналов, указывающих на нахождение источника 303 излучения в предварительно заданном положении в просвете 301. В качестве альтернативы, данная схема делает возможным отслеживание перемещения источника 303 излучения в просвете 301, как изложено

выше. В качестве альтернативы, данная схема предоставляет возможность обнаружения изменения относительной деформации или температуры аппликаторного устройства 300. Для обнаружения изменения относительной деформации или температуры аппликаторного устройства 300, предпочтительный вариант осуществления содержит несколько селективных брэгговских отражателей 306 (например, 8, 10, 12, 15), которые являются, каждый, селективными к конкретной длине волны (или избранному диапазону длин волн). Показано, что для экономии затрат достаточно иметь 10 брэгговских отражателей 306 на расстоянии 20 см аппликаторного устройства 300.

Фиг. 4 схематично представляет систему 410 для брахитерапии в соответствии с настоящим изобретением. Специалисту в данной области техники будет понятно, что упомянутая система может содержать любой из вариантов осуществления аппликаторного устройства 400, описанных в настоящей заявке и любые их эквиваленты.

В варианте осуществления система 410 содержит детекторный блок 411, выполненный с возможностью обнаружения выходного(ых) сигнала(ов), сформированного(ых) каждым из одного или более чувствительных элементов 402 аппликаторного устройства 400. Детекторный блок 411 размещен с возможностью предоставления пользователю или оператору возможности оценивать по обнаруженному таким образом сигналу, находится ли источник 403 излучения в предварительно заданном положении в просвете 401. В качестве альтернативы, упомянутый детекторный блок 411 может быть размещен с возможностью преобразования обнаруженного оптического сигнала и/или, в качестве альтернативы, обнаруженного ультразвукового сигнала в электрический сигнал или другие сигналы, поддающиеся обработке процессорным блоком 414 или, в качестве альтернативы, любыми другими блоками. Специалист сможет предположить несколько типов детекторного блока 411, которые способны достигнуть вышеописанное.

В варианте осуществления детекторный блок 411 выполнен с возможностью обнаружения и идентификации каждой длины волны выходного сигнала. В данном варианте осуществления сформированный обнаруженный сигнал указывает на длину волны выходного сигнала.

В варианте осуществления, когда аппликаторное устройство 400 содержит волоконную брэгговскую решетку 405, как подробно описано выше, детекторный блок 411 размещен с возможностью обнаружения амплитуды максимума отраженной длины волны.

В качестве альтернативы или дополнительно, система 410 дополнительно содержит блок 412 слежения. Упомянутый блок слежения выполнен с возможностью отслеживания (сопровождения перемещения, смещения) источника 403 излучения в просвете 401. В варианте осуществления, в котором аппликаторное устройство 400 содержит множество чувствительных элементов 402, блок 412 слежения выполнен с возможностью приема обнаруженных выходных сигналов из детектора. Последовательность во времени обнаруженного выходного сигнала будет преобразовываться блоком 412 слежения в отслеживание источника 403 излучения в просвете. При дополнительном подробном рассмотрении, в отношении данной схемы специалисту будет очевидно, что разные выходные сигналы из множества чувствительных элементов 402 могут иметь разные длины волн (или диапазоны длин волн). Упомянутые разные длины волн или диапазоны длин волн допускают их обнаружение детекторным блоком 411 и преобразование в отслеживание аппликаторного устройства 403 посредством блока 412 слежения. В качестве альтернативы, выходной сигнал может формироваться в разное время, которое будет определяться детекторным блоком 411 и преобразовываться в отслеживание источника 403 излучения. При дополнительном подробном рассмотрении, перемещение

источника 403 излучения в аппликаторном устройстве 400 формирует множество выходных сигналов посредством чувствительных элементов 402, при этом каждый из выходных сигналов указывают на разные положения источника 403 излучения в просвете (указывают на нахождение источника 403 излучения в предварительно заданном

5 положении).

В качестве альтернативы или дополнительно, блок 411 слежения может предоставлять возможность отслеживания источника 403 излучения по выходному сигналу, сформированному соответственно непрерывному селективному отражению брэгговскими отражателями 405 и обнаруженному детекторным блоком 411.

10 В качестве альтернативы или дополнительно, блок слежения и детекторный блок могут быть одним блоком.

В другом варианте осуществления система 410 содержит генератор 413 сигнала, связанный с аппликаторным устройством. Генератор сигнала размещен с возможностью формирования сформированного сигнала, который будет полностью или, в качестве

15 альтернативы, частично испускаться в просвет. В предпочтительном варианте осуществления генератор 413 сигнала связан или, в качестве альтернативы, оптически связан с одним или более оптическими волокнами 404. Упомянутое одно или более оптических волокон 404 размещены с возможностью направления упомянутого сформированного оптического сигнала в источник 402а оптического излучения

20 чувствительного элемента 402. Источник 402а сигнала выполнен с возможностью испускания оптического сигнала, из сформированного оптического сигнала, в просвет. В варианте осуществления, содержащем множество источников 402а сигнала, упомянутый сформированный сигнал может частично отражаться в просвет 401 источником 402а сигнала, тогда как неотраженная часть будет продолжать

25 распространяться в оптическом волокне 404 до следующего источника 402а сигнала. Специалисту в данной области техники будет очевидно, что, когда каждый из источников 404а сигнала является селективным отражателем, то только часть сформированного сигнала будет отражаться, а остающаяся часть упомянутого сформированного сигнала будет продолжать распространяться в оптическом волокне 404.

30 При дополнительном подробном рассмотрении, упомянутый генератор 413 сигнала может быть размещен с возможностью формирования светового сигнала, который может иметь одну (один) или более предварительно заданных (или предварительно выбранных) длин волн или диапазонов длин волн, при этом упомянутые один или более оптических сигналов формируются одновременно или последовательно. Диапазон длин

35 волн, испускаемых генератором 413 сигнала, является важным параметром, определяющим точность и разрешающую способность при измерении формы, измерении температуры и отслеживании источника 403 излучения. В качестве альтернативы, генератор 413 сигнала выполнен с возможностью формирования динамической вариации длин волн света, испускаемого в просвет источником 402а оптического излучения по

40 одному или более оптическим волокнам 404.

В другом варианте осуществления система 410 содержит процессорный блок 414, размещенный с возможностью обработки обнаруженных выходных сигналов для определения а) температуры и/или формы аппликаторного устройства 400 или б) изменения температуры и/или формы аппликаторного устройства 400, происходящие

45 в результате того, что источник 403 излучения (i) доставляется в просвет 401 и/или (ii) находится в предварительно заданном положении, и/или (iii) извлекается из просвета. Данный процесс может успешно выполняться с использованием выходных сигналов волоконной брэгговской решетки 405. В качестве альтернативы волоконной брэгговской

решетке 405, вышеописанный результат можно получить с помощью релеевского рассеяния.

В варианте осуществления процессорный блок 414 содержит анализатор спектра или любое альтернативное измерительное средство для измерения зависимости величины светового сигнала от частоты в пределах полного диапазона частот аппликаторного устройства 400. Анализатор спектра 20 Гц предоставляет возможность анализа детектированного выходного сигнала, указывающего изменение температуры и/или формы аппликаторного устройства 400. Анализатор спектра около 300 Гц предоставляет возможность анализа отслеживания источника 403 излучения в просвете 401.

При подробном рассмотрении, анализатор спектра выполнен с возможностью приема обнаруженного сигнала из детекторного блока 411 таким образом, что будет определяться присутствие или отсутствие источника 403 излучения в предварительно заданных положениях. В качестве альтернативы, анализатор спектра выполнен с возможностью приема множества сигналов в секунду, в результате чего можно получить изменение максимума длина волны. Специалист сможет предусмотреть несколько средств, которые будут способны функционировать как анализатор спектра, но следует понимать, что разрешающая способность анализаторов спектра также будет основным параметром, определяющим точность и разрешающую способность для формы, температуры и отслеживания высокодозного (HDR) источника излучения.

Например, процессорный блок 414 может быть размещен с возможностью обработки принятой и обнаруженной амплитуды (на конкретных длинах волн) одного или более обнаруженных сигналов. В качестве альтернативы, процессорный блок 414 может быть размещен с возможностью одновременной обработки сдвигов длин волн отраженных максимумов в обнаруженных выходных сигналах для определения, находится ли источник 403 излучения в предварительно заданном положении, но может так использоваться, совместно с блоком 411 слежения, для отслеживания перемещения источника излучения в просвете 401. В расширенном варианте, можно воспользоваться подходящими способами динамической обработки, в частности, в комбинации с варьируемыми источниками света.

Если вариант осуществления аппликаторного устройства 400 содержит волоконную брэгговскую решетку 405 и брэгговские отражатели 406, то процессорный блок 414 может быть размещен с возможностью обработки разных обнаруженных сигналов из детектора 411 таким образом, что обнаруженные сигналы или часть обнаруженных сигналов используются для определения формы и температуры, а другая часть обнаруженного сигнала или другой обнаруженный сигнал может быть сигналом, сформированным волоконной брэгговской решеткой 405 или, в качестве альтернативы, брэгговским отражателем 406, расположенным на наконечнике 430 аппликаторного устройства вблизи ткани, подлежащей облучению, таким образом, что выходной сигнал используется для определения, присутствует ли источник 403 излучения в предварительно заданном положении.

Например, процессорный блок 414 может быть размещен с возможностью обработки сигналов, отраженных разными брэгговскими отражателями 406 (выходных сигналов), после обнаружения детектором 411, при этом упомянутые разные обнаруженные выходные сигналы обрабатываются с возможностью указания на изменение температуры, как изложено выше, и/или изменение формы, как изложено выше, и/или то, что источник 403 излучения присутствует или отсутствует в предварительно заданном положении.

Относительная деформация (относительная деформация является нормированной

величиной деформации, представляющей смещение между частицами в теле по отношению к длине образцовой меры) и температура могут определяться процессором, как описано ниже. Выходной сигнал, обнаруженный детекторным блоком 411, понимается процессором как измерение, которое вызывает сдвиг брэгговской длины волны, $\Delta\lambda_B$. Относительный сдвиг брэгговской длины волны, $\Delta\lambda_B/\lambda_B$, обусловленный внесенной относительной деформацией (ε) и изменением температуры (ΔT), приблизительно дается нижеприведенной формулой, где C_S представляет коэффициент относительной деформации, который связан с коэффициентом оптической деформации p_e . Кроме того, C_T представляет температурный коэффициент, который образуется коэффициентом теплового расширения оптического волокна, α_Λ , и термооптическим коэффициентом, α_n .

$$\left[\frac{\Delta\lambda_B}{\lambda_B} \right] = C_S \varepsilon + C_T \Delta T ,$$

$$\left[\frac{\Delta\lambda_B}{\lambda_B} \right] = (1 - p_e) \varepsilon + (\alpha_\Lambda + \alpha_n) \Delta T .$$

В другом варианте осуществления система 410 дополнительно содержит генератор 415 тревоги, выполненный с возможностью формирования сигнала тревоги, когда обнаруженный выходной сигнал указывает на нахождение источника 403 излучения в предварительно заданном положении или, в качестве альтернативы, отсутствие в предварительно заданном положении. Например, упомянутый сигнал тревоги может формироваться, когда время между введением источника 403 излучения в аппликаторное устройство 400 и приходом упомянутого источника 403 излучения в предварительно заданное положение не является таким, которое предполагается (которое является стандартным при известной длине аппликаторного устройства и протоколе системы 410). В вышеприведенном примере генератор 415 тревоги будет запускаться, когда детекторный блок 411 будет принимать выходной сигнал или не будет принимать выходной сигнал, указывающий на отсутствие источника 403 излучения в предварительно заданном положении.

Следует понимать, что, если аппликаторное устройство 400 выполнено с возможностью содержания нескольких предварительно заданных положений, генератор 415 тревоги может запускаться только одним из упомянутых предварительно заданных положений, всеми упомянутыми предварительно заданными положениями или любым известным числом предварительно заданных положений. В дополнение, число предварительно заданных положений, которые могут запускать сигнал тревоги, можно выполнять различным образом для каждого выполнения протокола, например, когда систему 410 используют для брахитерапевтической лечебной процедуры с разными пациентами или для разных фракций лечения с одним и тем же пациентом. Упомянутый сигнал тревоги может быть аудиосигналом, световым сигналом, комбинацией обоих сигналов или любым другим сигналом, который будет побуждать пользователя или оператора к действию. Следует понимать, что сигнал тревоги будет делать возможным действие пользователя, при известном значении сигнала тревоги, например, в случае, если генератор 415 тревоги размещен с возможностью формирования сигнала тревоги, когда источник 403 излучения не достиг предварительно заданного положения, источник 403 излучения будет извлекаться из просвета 401 аппликаторного устройства 400.

В другом варианте осуществления система 410 содержит дисплей или

пользовательский интерфейс 450, который дает пользователю или оператору возможность получать информацию в визуальной форме. В качестве неограничивающих примеров, такой пользовательский интерфейс 450 может быть встроенным экраном или автономный экран, соединенный проводами или беспроводным методом с другим компонентом системы 410 таким образом, что упомянутый пользовательский интерфейс 450 размещен с возможностью приема информации, подлежащей визуальному представлению для облегчения использования системы 410 пользователем. Например, пользовательский интерфейс 450 может давать пользователю возможность визуально наблюдать выходной результат генератора 415 тревоги. В качестве альтернативы или одновременно, пользовательский интерфейс 450 делает возможным визуальное представление выходного результата блока 411 слежения или процессорного блока 412, в результате чего обнаруженное и измеренное изменение относительной деформации и/или температуры можно представлять в буквенно-цифровой или графической форме.

В качестве альтернативы, упомянутый пользовательский интерфейс 450 можно использовать для ввода комментариев в систему 410. Такие комментарии могут быть, например, протоколом, планом лечения или любой конкретной инструкцией, которые дают возможность системе 410 действовать в соответствии с ожиданием пользователя или оператора.

В еще одном дополнительном варианте осуществления система 410 дополнительно содержит подающее устройство (не показанное), выполненное с возможностью выполнения, по меньшей мере, одного из действий, выбранных из группы, состоящей из (i) доставки, по меньшей мере, одного источника 403 излучения в просвет 401 аппликаторного устройства 400 для облучения исследуемой области и (ii) извлечения, по меньшей мере, одного источника излучения из исследуемой области через просвет 401 аппликаторного устройства 400, при этом подающее устройство (не показанное) включает в себя одно или более устройств подачи источников излучения, причем одно или более устройств подачи источников излучения включает в себя кабель, имеющий источник 403 излучения, связанный с участком наконечника кабеля.

Фиг. 5 представляет блок-схему последовательности операций способа 1000 для оценки, находится или нет источник излучения в предварительно заданном положении в просвете аппликаторного устройства в соответствии с настоящим изобретением. Упомянутый способ, подлежащий выполнению в системе, делает возможным полную автоматизацию данной системы, в которой пользователь будет принимать всю соответствующую информацию на пользовательском интерфейсе 450.

Блок-схема на фиг. 5 содержит первый этап S1, который состоит в обеспечении аппликаторного устройства в соответствии с настоящим изобретением. В предпочтительном варианте осуществления аппликаторное устройство будут обеспечивать с таким расчетом, чтобы его наконечник достигал исследуемой области. Например, такая исследуемая область может быть опухолевой тканью, подлежащей облучению или любым другим объектом, который следует облучать.

Упомянутый способ содержит второй этап S2, при этом упомянутый этап отличается обеспечением источника излучения в просвет аппликаторного устройства в соответствии с настоящим изобретением. Например, на этапе S2 источник излучения внутри устройства введения источника излучения направляют в просвет аппликаторного устройства. Например, источник излучения можно направлять в просвет аппликаторного устройства с помощью механического средства, дающего упомянутому источнику излучения возможность достигать наконечника упомянутого аппликаторного устройства (например, по проводу). В качестве альтернативы, этап S2 может быть таким, что

источник обеспечивают и извлекают посредством разности давлений внутри просвета.

Упомянутый способ содержит третий этап S3, при этом упомянутый этап отличается оценкой, на основании выходного сигнала, находится или нет источник излучения в предварительно заданном положении. Данный этап можно выполнять, без ограничения, с помощью любого средства, подробно описанного в настоящем документе, посредством обнаружения выходного сигнала, принятого из аппликаторного устройства.

Упомянутый способ может дополнительно содержать четвертый этап S4, при этом упомянутый этап отличается отслеживанием перемещения или смещения источника излучения внутри просвета аппликаторного устройства. Как изложено ранее, упомянутое отслеживание источника излучения может выполняться, например, посредством обнаружения и/или обработки одновременных выходных сигналов, при этом упомянутые выходные сигналы указывают на нахождение источника излучения в предварительно заданном положении в просвете аппликаторного устройства.

Дополнительно или в качестве альтернативы, упомянутый способ может содержать пятый этап S5, при этом упомянутый этап отличается сигнализацией или тревожной сигнализацией, когда источник излучения находится или не находится в предварительно заданном положении. Например, на этапе S5 можно обеспечивать сигнал тревоги для предупреждения пользователя о достижении источником излучения, в заданное время, наконечника аппликаторного устройства.

Дополнительно или в качестве альтернативы, упомянутый способ может содержать шестой этап S6, при этом упомянутый этап заключается в обработке выходного сигнала таким образом, что определяют изменение формы или, дополнительно или в качестве альтернативы, изменение температуры. Как подробно изложено выше, специалистом может быть предусмотрено несколько средств для обнаружения изменения формы или изменения температуры, при этом этап S6 не ограничен средствами, раскрытыми в настоящей заявке.

Из вышеупомянутого описания очевидно, что этапы S4, S5 и S6 можно выполнять в другом порядке таким образом, что, например, этап S6 предшествует этапу S4. В качестве альтернативы, порядок может быть таким, что этап S5 является последним этапом, выполняемым в соответствии со способом, при этом этапы S6 и S4 предшествуют этапу S5 в любом порядке. В качестве альтернативы, этап S4 является последним этапом, выполняемым в соответствии со способом, при этом этапы S5 и S6 предшествуют этапу S4 в любом порядке.

Способ, представленный на фиг. 5, или его вышеописанный альтернативный вариант описанный может выполняться компьютерной программой, содержащей средство программного кода для побуждения, при выполнении, системы для интервенционной брахитерапии действовать в соответствии с вышеописанным способом.

Хотя изобретение подробно представлено на чертежах и охарактеризовано в вышеприведенном описании, упомянутые чертежи и описание следует считать наглядными или примерными, а не ограничивающими; изобретение не ограничено раскрытыми вариантами осуществления. На основании изучения чертежей, описания и прилагаемой формулы изобретения, специалистами в данной области техники в процессе практического применения заявленного изобретения могут быть разработаны и исполнены другие модификации раскрытых вариантов осуществления. В формуле изобретения термин «содержащий» не исключает другие элементы или этапы, и признак единственного числа в виде неопределенного артикля не исключает множественного числа. Очевидное обстоятельство, что некоторые средства упомянуты во взаимно различающихся зависимых пунктах формулы изобретения, не означает невозможность

применения комбинации упомянутых признаков в подходящем случае. Компьютерная программа может храниться/распространяться на подходящем носителе, например, оптическом носителе данных или полупроводниковом носителе, поставляемом совместно с другим аппаратным обеспечением или в его составе, но может также распространяться в других формах, например, по сети Интернет или в других проводных или беспроводных телекоммуникационных системах. Никакие позиции в формуле изобретения нельзя считать ограничивающими объем изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Аппликаторное устройство (100, 200, 300) для использования в интервенционной брахитерапии, при этом

аппликаторное устройство (100, 200, 300) выполнено с возможностью введения в или около исследуемую(-ой) область(и) внутри живого организма, и

аппликаторное устройство выполнено с возможностью определения просвета (101, 201, 301) для принятия источника (103, 203, 303) излучения,

причем аппликаторное устройство (100, 200, 300) содержит один или несколько чувствительных элементов (102, 202, 302), каждый из которых расположен в предварительно заданном положении и выполнен с возможностью формирования выходного сигнала, указывающего, находится или нет источник (103, 203, 303) излучения в предварительно заданном положении в просвете (101, 201, 301),

отличающееся тем, что один или несколько чувствительных элементов (102) является/ются одним или несколькими оптическими датчиками, причем каждый чувствительный элемент содержит источник (102a, 202a, 302a) оптического излучения для испускания оптического сигнала в просвет (101, 201, 301, 401) и приемник (103b, 203b, 303b)

оптического излучения для приема испускаемого оптического сигнала из просвета (101, 201, 301, 401), причем источник (102a, 202a, 302a) оптического излучения и приемник (103b, 203b, 303b) оптического излучения расположены друг относительно друга таким образом, что испускаемый оптический сигнал либо перекрывается от достижения приемника (103b, 203b, 303b) оптического излучения, либо перенаправляется к приемнику (103b, 203b, 303b) оптического излучения, когда источник (103, 203, 303) излучения находится в предварительно заданном положении, причем оптический сигнал, полученный приемником (103b, 203b, 303b) оптического излучения, когда источник (103, 203, 303) излучения находится в предварительно заданном положении, является отличным от того, когда источник (103, 203, 303) излучения не находится в предварительно заданном положении.

2. Аппликаторное устройство (100, 200, 300) по п. 1, дополнительно содержащее одно или несколько оптических волокон (304) для побуждения направления светового сигнала по длине аппликаторного устройства (100, 200, 300), при этом упомянутые одно или несколько оптических волокон (304) связаны с:

по меньшей мере одним источником (102a, 202a, 302a) оптического излучения; или по меньшей мере одним приемником (103b, 203b, 303b) оптического излучения.

3. Аппликаторное устройство (100, 200, 300) по п. 2, в котором множество волоконных брэгговских решеток распределено по длине оптического волокна таким образом, что оптический сигнал, отраженный волоконной брэгговской решеткой, обеспечивает получение температуры и/или относительной деформации аппликаторного устройства (100, 200, 300).

4. Аппликаторное устройство (100, 200, 300) по любому из предыдущих пунктов., содержащее по меньшей мере два из одного или нескольких чувствительных элементов,

причем упомянутые по меньшей мере два из одного или несколько чувствительных элементов размещены так, что при использовании выходные сигналы, сформированные ими, обеспечивают отслеживание перемещения источника (103, 203, 303) излучения в просвете (101, 201, 301).

5 Система для (410) для интервенционной брахитерапии, размещенная с возможностью взаимодействия с:

аппликаторным устройством (100, 200, 300, 400) в соответствии с любым из предыдущих пунктов,

10 отличающаяся тем, что упомянутая система (410) дополнительно содержит: детекторный блок (411), выполненный с возможностью обнаружения выходного сигнала, формируемого каждым из одного или нескольких чувствительных элементов (402).

6. Система (410) по п. 5, в которой система (410) содержит более одного чувствительного элемента, каждый для формирования выходных сигналов, и при этом 15 упомянутая система (410) дополнительно содержит:

блок (412) слежения, выполненный с возможностью отслеживания перемещения источника (403) излучения в просвете (401), причем упомянутый блок (412) слежения размещен с возможностью отслеживания источника (403) излучения в просвете (401) на основании обнаружения выходных сигналов.

20 7. Система (410) по п. 6, дополнительно содержащая:

генератор (413) сигнала, размещенный с возможностью формирования сигнала генерации, подлежащего передаче в просвет (401), при этом генератор (413) сигнала размещен с возможностью формирования одного или нескольких оптических сигналов генерации с предварительно заданной длиной волны или предварительно заданным 25 диапазоном длин волн, и причем генератор (413) сигнала выполнен с возможностью формирования упомянутых одного или нескольких оптических сигналов генерации одновременно или последовательно.

8. Система (410) по любому из пп. 5-7, дополнительно содержащая:

30 процессорный блок (414), размещенный с возможностью обработки обнаруженных выходных сигналов для определения а) температуры и/или формы аппликаторного устройства (400) или б) изменения температуры и/или формы аппликаторного устройства (400), происходящие в результате того, что источник (403) излучения (i) размещают в просвете (401), и/или (ii) располагают в предварительно заданном положении, и/или (iii) извлекают из просвета (401).

35 9. Система (410) по любому из пп. 5-8, дополнительно содержащая блок (450) пользовательского интерфейса для представления положения источника (403) излучения в просвете (401).

10. Система (410) по любому из пп. 5-9, дополнительно содержащая:

40 блок (415) генератора тревоги, выполненный с возможностью формирования сигнала тревоги, когда определяется, что положение и/или перемещение источника (403) излучения в просвете (401) нарушает предварительно заданный предел, на основании обнаруженного выходного сигнала.

11. Носитель данных, содержащий сохраненную на нем компьютерную программу для побуждения, при выполнении, системы для интервенционной брахитерапии по 45 любому из пп. 5-10 во взаимодействии с аппликаторным устройством по любому из пп. 1-4 выполнять этапы, на которых

обеспечивают аппликаторное устройство;

оценивают на основании выходного сигнала, находится или нет источник излучения

в предварительно заданном положении.

5

10

15

20

25

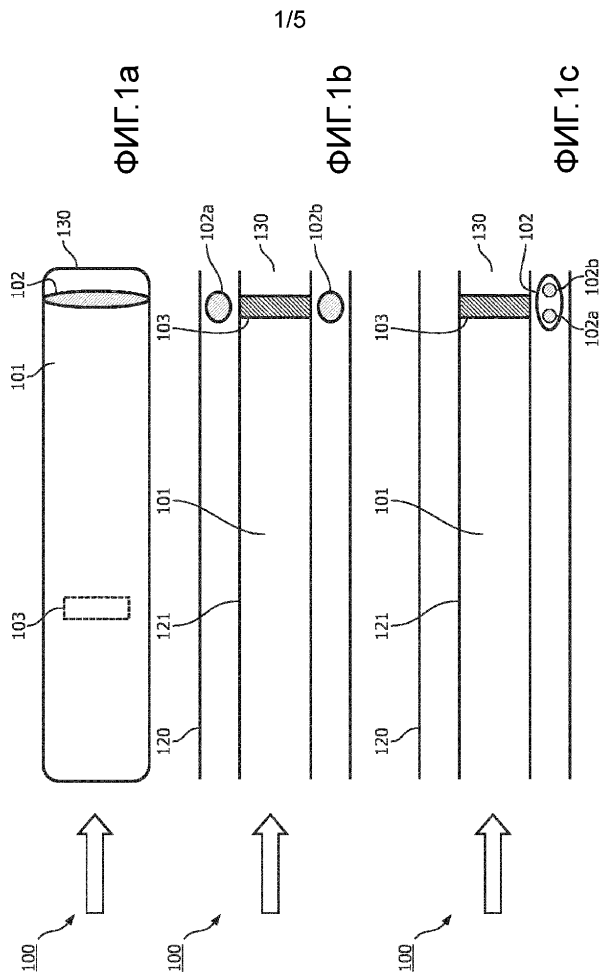
30

35

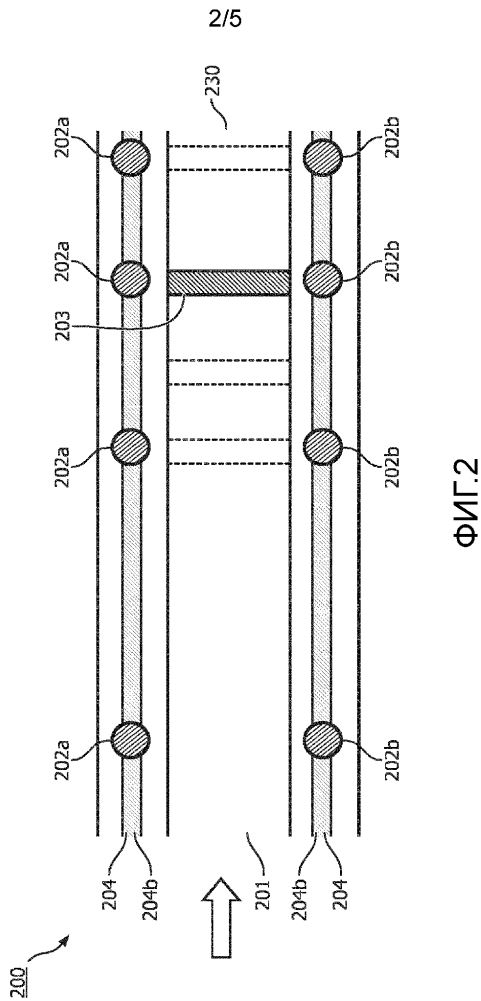
40

45

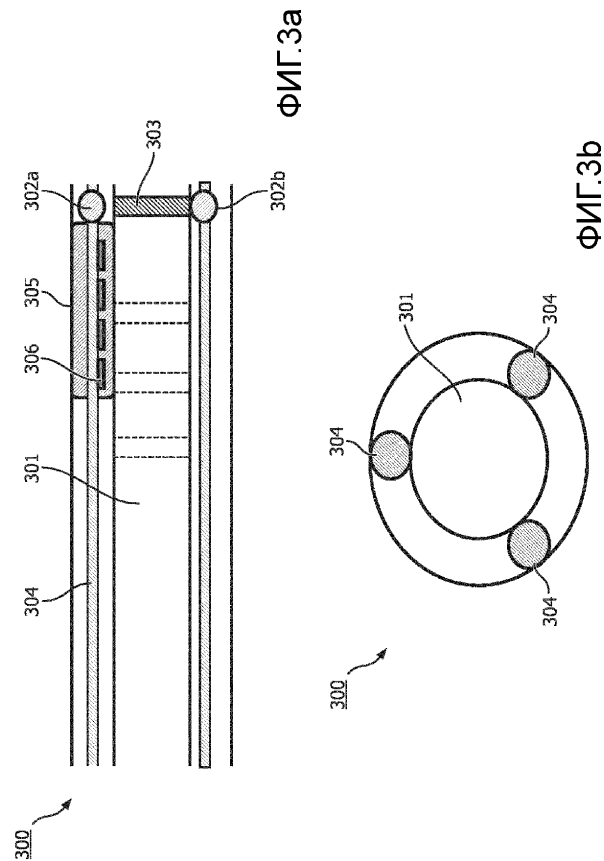
1



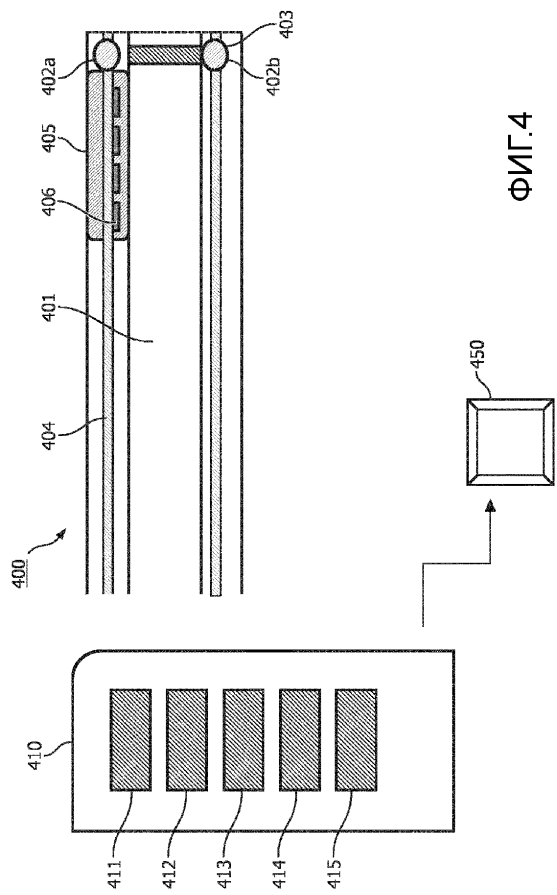
2



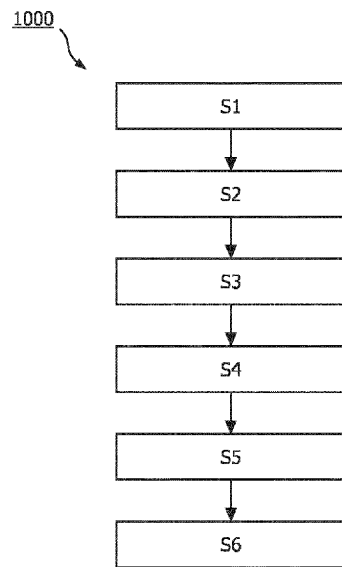
3/5



4/5



5/5



ФИГ.5