



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61B 17/22012 (2020.08); A61B 17/320068 (2020.08); A61B 90/39 (2020.08); B06B 3/00 (2020.08); A61B 2017/00526 (2020.08); A61B 2090/3966 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2018138057, 25.04.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.04.2017

Дата регистрации:
21.12.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
25.04.2016 US 62/326,890;
18.11.2016 US 62/424,014

(43) Дата публикации заявки: 26.05.2020 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 21.12.2020 Бюл. № 36

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 26.11.2018

(86) Заявка РСТ:
IB 2017/052387 (25.04.2017)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/187347 (02.11.2017)

Адрес для переписки:
123056, Москва, ул. Гашека, 7, БЦ Дукат Плейс
2, 4 этаж, оф. 410, Филиал Частной компании
с ограниченной ответственностью Рауз энд Ко
Интернешнл (Ю.Кей.) ЛИМИТЕД, М.М.
Соболеву

(72) Автор(ы):

РИЕЛ Луис-Филиппе (СА),
ЧАРЛЕБОИС-МЕНАРД Мануэль (СА),
ДИОН Стивен (СА),
БРОУИЛЛЕТТЕ Мартин (СА),
КОРНИШ Уэйн (US)

(73) Патентообладатель(и):

ЛЕС СОЛЮТИОНС МЕДИКАЛЕС
СОУНДБИТЕ ИНК. (СА)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 5971949 A1, 26.10.1999. RU
2355435 C1, 20.05.2009. US 20130253387 A1,
26.09.2013. US 20030100848 A1, 29.05.2003. US
5449369 A1, 12.09.1995.

(54) Механический волновод, снабженный меткой

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к медицине, а именно к устройствам для передачи механических волн. Узел для распространения широкополосных импульсных механических волн содержит механический волновод и рентгеноконтрастную метку. Механический волновод содержит первую удлиненную конструкцию, расположенную вдоль первой продольной оси между проксимальным

концом и дистальным концом. Проксимальный конец механического волновода выполнен с возможностью функционально связываться с генератором импульсов, формирующим широкополосные механические волны. Механический волновод снабжен двумя выступами, выступающими от его наружной поверхности, находящейся рядом с дистальным

концом. Два выступа разнесены друг от друга на заданное расстояние вдоль первой продольной оси. Рентгеноконтрастная метка содержит вторую удлиненную конструкцию, выполненную из рентгеноконтрастного материала и расположенную вдоль второй продольной оси. Вторая удлиненная конструкция является полой, чтобы она могла располагаться вокруг первой удлиненной конструкции между двумя выступами, и является деформируемой, чтобы ее внутренний размер мог уменьшаться для удерживания второй удлиненной конструкции между двумя выступами.

Внутренний размер рентгеноконтрастной метки после ее деформирования и установки между двумя выступами больше внешнего размера участка первой удлиненной конструкции, находящегося между двух выступов, для уменьшения утечки широкополосных импульсных механических волн. Достигается возможность визуализировать дистальный конец механического волновода при минимизации утечки механической энергии в окружающую среду. 3 н. и 20 з.п. ф-лы, 12 ил.

R U 2 7 3 9 1 3 2 C 2

R U 2 7 3 9 1 3 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

A61B 17/22012 (2020.08); *A61B 17/320068* (2020.08); *A61B 90/39* (2020.08); *B06B 3/00* (2020.08); *A61B 2017/00526* (2020.08); *A61B 2090/3966* (2020.08)

(21)(22) Application: **2018138057, 25.04.2017**

(24) Effective date for property rights:
25.04.2017

Registration date:
21.12.2020

Priority:

(30) Convention priority:
25.04.2016 US 62/326,890;
18.11.2016 US 62/424,014

(43) Application published: **26.05.2020 Bull. № 15**(45) Date of publication: **21.12.2020 Bull. № 36**(85) Commencement of national phase: **26.11.2018**

(86) PCT application:
IB 2017/052387 (25.04.2017)

(87) PCT publication:
WO 2017/187347 (02.11.2017)

Mail address:

123056, Moskva, ul. Gasheka, 7, BTS Dukat Plejs
2, 4 etazh, of. 410, Filial Chastnoj kompanii s
ogranichennoj otvetstvennostyu Rauz end Ko
Interneshnl (YU.Kej.) LIMITED, M.M. Sobolevu

(72) Inventor(s):

RIEL Luis-Filippe (CA),
CHARLEBOIS-MENARD Manuel (CA),
DION Stiven (CA),
BROUILLETTE Martin (CA),
KORNISH Uejn (US)

(73) Proprietor(s):

LES SOLYUTIONS MEDIKALES
SOUNDBITE INK. (CA)

(54) **MECHANICAL WAVEGUIDE EQUIPPED WITH A MARK**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: group of inventions relates to devices for transmitting mechanical waves. Unit for propagation of broadband pulsed mechanical waves comprises a mechanical waveguide and an X-ray contrast mark. Mechanical waveguide comprises a first elongated structure disposed along a first longitudinal axis between a proximal end and a distal end. Proximal end of the mechanical waveguide is configured to interact functionally with a pulse generator which

generates broadband mechanical waves. Mechanical waveguide is provided with two protrusions protruding from its outer surface located near the distal end. Two lugs are spaced from each other by a given distance along the first longitudinal axis. Radiopaque label comprises a second elongated structure made from X-ray contrast material and arranged along a second longitudinal axis. Second elongated structure is hollow so that it can be arranged around first elongated structure between two projections and is deformable,

so that its inner size can be reduced to hold the second elongated structure between two projections. Inner size of radiopaque mark after its deformation and installation between two projections is more than external dimension of section of first elongated structure located between two projections, to reduce leakage of

broadband pulse mechanical waves.

EFFECT: enabling visualization of the distal end of the mechanical waveguide while minimizing leaks of mechanical energy into the environment.

23 cl, 12 dwg

R U 2 7 3 9 1 3 2 C 2

R U 2 7 3 9 1 3 2 C 2

Область техники

Настоящее изобретение относится к области механических волноводов, в частности, к области механических волноводов для медицинских целей.

Уровень техники

5 Минимально инвазивным медицинским устройствам отдается предпочтение, поскольку для введения минимально-инвазивного медицинского устройства пациенту, проходящему лечение, нужно сделать лишь небольшой разрез. В некоторых минимально инвазивных устройствах используется источник механических волн, расположенный
10 вне тела пациента, и механические волны передаются в тело к патологическому изменению, подвергаемому лечению с помощью минимально инвазивного устройства. С этой целью минимально инвазивное устройство содержит механический волновод или передающий элемент для подведения механических волн к патологическому изменению.

15 Тем не менее, при лечении патологического изменения для пользователя минимально инвазивного устройства было бы полезно визуализировать механический волновод и, более конкретно, дистальный конец механического волновода.

Следовательно, существует потребность в улучшенном механическом волноводе, используемом в системе для лечения патологических изменений.

Раскрытие изобретения

20 В соответствии с первым широким аспектом реализовано устройство для передачи механических волн, содержащее: механический волновод удлиненной формы, расположенный между проксимальным концом и дистальным концом и предназначенный для распространения механических волн, введенных на проксимальном конце, до дистального конца; и рентгеноконтрастную метку,
25 прикрепленную к механическому волноводу рядом с его дистальным концом.

В одном варианте осуществления механический волновод содержит углубленный участок рядом с дистальным концом, а рентгеноконтрастная метка расположена по меньшей мере на части углубленного участка.

30 В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка содержит продольное отверстие для углубленного участка механического волновода, который по меньшей мере частично расположен внутри этого отверстия.

В одном варианте осуществления механический волновод содержит проксимальный участок и дистальный участок, каждый из которых находится рядом с углубленным участком, причем дистальный участок содержит дистальный конец механического
35 волновода.

В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка имеет первый конец и второй конец, причем первый конец примыкает к одному из дистального и проксимального участков.

40 В одном варианте осуществления второй конец примыкает к другому из дистального и проксимального участков.

В одном варианте осуществления механический волновод имеет цилиндрическую форму.

В одном варианте осуществления дистальный участок содержит первую дистальную часть, расположенную рядом с углубленным участком и имеющую увеличивающийся
45 диаметр, и вторую дистальную часть, имеющую постоянный диаметр и расположенную вплоть до дистального конца удлиненного элемента, причем второй конец рентгеноконтрастной метки примыкает к первой дистальной части дистального участка.

В одном варианте осуществления проксимальный участок содержит первую

проксимальную часть, расположенную рядом с углубленным участком и имеющую уменьшающийся диаметр, и вторую проксимальную часть, имеющую по существу постоянный диаметр, причем первый конец рентгеноконтрастной метки примыкает к первой проксимальной части проксимального участка.

5 В одном варианте осуществления проксимальный участок дополнительно содержит третью проксимальную часть, имеющую увеличивающийся диаметр, причем вторая проксимальная часть расположена между первой и третьей проксимальными частями.

В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка содержит катушку, намотанную вокруг углубленного участка.

10 В одном варианте осуществления внутренний диаметр катушки по существу равен диаметру углубленного участка механического волновода.

В одном варианте осуществления внутренний диаметр катушки больше диаметра углубленного участка механического волновода и меньше максимального диаметра проксимального и дистального участков.

15 В одном варианте осуществления катушка содержит множество витков, причем по меньшей мере один из дистального конца катушки и проксимального конца катушки прикреплен к ближайшему из множества витков.

В одном варианте осуществления катушка содержит множество витков и по меньшей мере два соседних из множества витков прикреплены друг к другу.

20 В одном варианте осуществления катушка представляет собой однослойную катушку.

В другом варианте осуществления катушка представляет собой многослойную катушку.

В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка выполнена из вольфрама, платины, золота, золотого сплава или легированного полимера или покрыта 25 таким материалом.

В одном варианте осуществления механический волновод выполнен из нержавеющей стали, алюминия, алюминиевого сплава, титана, титанового сплава, нитинола или плавленного кварца.

В одном варианте осуществления титановый сплав содержит Ti-6Al-4V или Ti-11,5Mo- 30 6Zr-4,5Sn (титан бета III).

В одном варианте осуществления по меньшей мере часть удлиненного элемента покрыта гидрофильным покрытием или гидрофобным покрытием.

В одном варианте осуществления по меньшей мере часть удлиненного элемента покрыта политетрафторэтиленом.

35 В соответствии со вторым широким аспектом реализован узел, содержащий: механический волновод, содержащий первую удлиненную конструкцию, расположенную вдоль первой продольной оси между проксимальным концом и дистальным концом и снабженную по меньшей мере двумя выступами, выступающими от ее наружной поверхности, находящейся рядом с дистальным концом, причем два выступа разнесены 40 друг от друга на заданное расстояние вдоль первой продольной оси; и

рентгеноконтрастную метку, содержащую вторую удлиненную конструкцию, выполненную из непроницаемого для излучения материала и расположенную вдоль второй продольной оси, причем вторая удлиненная конструкция является поллой, чтобы она могла располагаться вокруг первой удлиненной конструкции между двумя 45 выступами, и является деформируемой, чтобы ее внутренний размер мог уменьшаться для удерживания второй удлиненной конструкции между двумя выступами, в котором внутренний размер рентгеноконтрастной метки больше внешнего размера участка первой удлиненной конструкции, расположенного между двух выступов, после

деформирования и установки метки между двумя выступами.

В одном варианте осуществления первая и вторая удлиненные конструкции имеют, по существу, одинаковую форму поперечного сечения.

В одном варианте осуществления первая и вторая удлиненные конструкции имеют
5 разные формы поперечного сечения.

В одном варианте осуществления первая удлиненная конструкция имеет цилиндрическую форму, а вторая удлиненная конструкция имеет трубчатую конструкцию, причем внутренний диаметр второй удлиненной конструкции меньше поперечного размера по меньшей мере одного из двух выступов.

10 В одном варианте осуществления два выступа расположены вдоль части окружности первой удлиненной конструкции.

В одном варианте осуществления по меньшей мере один из двух выступов расположен вдоль всей окружности первой удлиненной конструкции.

В одном варианте осуществления два выступа выровнены вдоль продольной оси.

15 В одном варианте осуществления каждый из двух выступов имеет трапецевидную, полусферическую, кубическую или пирамидальную форму.

В одном варианте осуществления вторая удлиненная конструкция выполнена из золота или платины.

20 В одном варианте осуществления вторая удлиненная конструкция содержит прорезь, расположенную продольно от ее проксимального конца до ее дистального конца.

В одном варианте осуществления узел дополнительно содержит трубку, выполненную с возможностью ее размещения вокруг рентгеноконтрастной метки.

В одном варианте осуществления трубка выполнена из термоусаживаемого материала.

25 В соответствии с другим широким аспектом реализован способ изготовления механического волновода, включающий в себя: обеспечение механического волновода, содержащего первую удлиненную конструкцию, расположенную вдоль первой продольной оси и снабженную по меньшей мере двумя выступами, выступающими от ее наружной поверхности, причем два выступа разнесены друг от друга на заданное
30 расстояние вдоль продольной оси; обеспечение рентгеноконтрастной метки, содержащей вторую удлиненную конструкцию, выполненную из рентгеноконтрастного материала, расположенную вдоль второй продольной оси и имеющую длину меньшую или равную заданному расстоянию, причем вторая удлиненная конструкция является полый, чтобы она могла располагаться вокруг первой удлиненной конструкции между двумя
35 выступами, и является деформируемой, чтобы ее внутренний размер мог уменьшаться для удерживания второй удлиненной конструкции между двумя выступами; размещение второй удлиненной конструкции вокруг первой удлиненной конструкции между двумя выступами; и механическое деформирование второй удлиненной конструкции так, чтобы ее внутренний размер был меньше поперечного размера двух выступов,
40 прикрепляя, таким образом, рентгеноконтрастную метку к первой удлиненной конструкции между двумя выступами, при этом внутренний размер рентгеноконтрастной метки после механического деформирования больше внешнего размера участка первой удлиненной конструкции, расположенного между двумя выступами.

В одном варианте осуществления первая и вторая удлиненные конструкции имеют,
45 по существу, одинаковую форму поперечного сечения.

В одном варианте осуществления первая и вторая удлиненные конструкции имеют разные формы поперечного сечения.

В одном варианте осуществления первая удлиненная конструкция имеет

цилиндрическую форму, а вторая удлиненная конструкция имеет трубчатую конструкцию, причем внутренний диаметр второй удлиненной конструкции меньше поперечного размера по меньшей мере одного из двух выступов.

В одном варианте осуществления два выступа расположены вдоль части окружности первой удлиненной конструкции.

В одном варианте осуществления по меньшей мере один из двух выступов расположен вдоль всей окружности первой удлиненной конструкции.

В одном варианте осуществления два выступа выровнены вдоль продольной оси.

В одном варианте осуществления каждый из двух выступов имеет полусферическую, кубическую или пирамидальную форму.

В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка выполнена из золота или платины.

В одном варианте осуществления механическое деформирование включает в себя обжатие или волочение второй удлиненной конструкции.

В одном варианте осуществления вторая удлиненная конструкция содержит прорезь, расположенную продольно от ее проксимального конца до ее дистального конца.

В одном варианте осуществления механическое деформирование включает в себя уменьшение ширины прорези.

В одном варианте осуществления уменьшение ширины прорези выполняется до тех пор, пока противоположные стороны прорези не будут примыкать друг к другу.

В одном варианте осуществления способ дополнительно включает в себя скрепление друг с другом противоположных сторон прорези.

В одном варианте осуществления способ дополнительно включает в себя размещение фиксирующей трубки поверх рентгеноконтрастной метки.

В одном варианте осуществления способ дополнительно включает в себя нагрев фиксирующей трубки, выполненной из термоусаживаемого материала.

Для целей настоящего описания механическую волну следует понимать как сигнал, имеющий произвольную амплитуду, длительность, форму сигнала, частоту и т.п. Например, механическая волна может иметь малую или большую амплитуду, малую или большую длительность, различные формы сигналов и любой частотный спектр.

Для целей настоящего описания механический импульс следует понимать как кратковременную механическую волну. Длительность механического импульса составляет порядка $1/f_c$, где f_c представляет собой центральную частоту механического импульса, которая обычно составляет приблизительно 500 кГц или обычно находится в диапазоне от 100 кГц до 1 МГц или, в общем случае, от 20 кГц до 5 МГц.

Кроме того, механический волновод следует понимать как волновод, выполненный с возможностью распространения механических волн или импульсов вдоль его длины.

В настоящем описании выражения «волновод», «механический волновод» и «передающий элемент» могут использоваться взаимозаменяемо. Такие характеристики, как форма, размеры, материал, из которого он выполнен, и т.п. могут быть различными при условии, что механические волны и импульсы могут распространяться вдоль механического волновода. Например, механический волновод может иметь цилиндрическую форму. Диаметр механического волновода может быть постоянным по его длине. В альтернативном варианте диаметр волновода может изменяться по его длине, чтобы соответствовать, например, конусообразному или обратному профилю. В качестве примера, механический волновод может представлять собой дисперсионный волновод, в котором скорость распространения механических волн зависит от их частотного спектра и режимов распространения. В альтернативном варианте

механический волновод может быть недисперсионным.

Выражение «рентгеноконтрастная метка» относится к телу или устройству, непрозрачному для излучения, используемого при получении изображений пациента, т.е. по меньшей мере частично предотвращающему прохождение излучения сквозь него. Поэтому при получении изображений пациента с использованием подходящих видов излучений рентгеноконтрастная метка видна на изображениях. Для получения изображений пациента можно использовать несколько различных методов медицинской визуализации, таких как рентгенография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковая визуализация, томография и т.д. Следует понимать, что по меньшей мере некоторые из характеристик рентгеноконтрастной метки, такие как материал, из которого она изготовлена, выбираются в зависимости от выбранного метода медицинской визуализации, в результате чего рентгеноконтрастная метка видима на изображениях пациента, полученного с использованием выбранного метода медицинской визуализации. Краткое описание чертежей

Другие признаки и преимущества настоящего изобретения ясны из дальнейшего подробного описания, рассматриваемого в сочетании с приложенными чертежами.

Фиг. 1 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую систему для лечения патологического изменения в кровеносном сосуде, в соответствии с известным уровнем техники.

Фиг. 2 представляет собой схему, иллюстрирующую цилиндрический механический волновод постоянного диаметра и прикрепленную к нему рентгеноконтрастную метку, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 3 иллюстрирует передающий элемент, содержащий прикрепленную к нему катушечную рентгеноконтрастную метку, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 4 иллюстрирует участок передающего элемента по фиг. 3, находящийся рядом с его дистальным концом (катушечная рентгеноконтрастная метка не показана). Данный участок содержит часть для размещения катушки, расположенную между двумя выступами, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 5 иллюстрирует дистальный конец передающего элемента по фиг. 3, содержащего прикрепленную к нему катушечную рентгеноконтрастную метку.

Фиг. 6 иллюстрирует дистальный участок передающего элемента, снабженный углублением для размещения в нем рентгеноконтрастной метки, в соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 7 иллюстрирует дистальный участок передающего элемента, снабженный углублением для размещения в нем рентгеноконтрастной метки, в соответствии со вторым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 8 иллюстрирует узел, состоящий из механического волновода и независимой рентгеноконтрастной метки до их прикрепления друг к другу, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 9 иллюстрирует узел по фиг. 8, в котором рентгеноконтрастная метка прикреплена к механическому волноводу.

Фиг. 10 иллюстрирует трубчатую рентгеноконтрастную метку с прорезью в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 11 иллюстрирует цилиндрический механический волновод, имеющий углубление переменного диаметра и прикрепленную к нему рентгеноконтрастную метку в соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 12 иллюстрирует цилиндрический механический волновод, имеющий углубление

переменного диаметра и прикрепленную к нему рентгеноконтрастную метку в соответствии со вторым вариантом осуществления настоящего изобретения.

Следует отметить, что на приложенных чертежах одинаковые элементы имеют одинаковые позиционные обозначения.

5 Осуществление изобретения

Далее приведено описание механического волновода или передающего элемента, содержащего удлиненное тело, расположенное между проксимальным концом и дистальным концом. Механический волновод дополнительно содержит непроницаемое для излучения тело, прикрепленное к удлиненному телу рядом с дистальным концом
10 удлиненного тела.

На фиг. 1 показан пример системы 100 лечения патологического изменения 102 для иллюстрации ситуации, в которой может использоваться настоящий механический волновод с рентгеноконтрастной меткой. Система 100 содержит генератор 104 импульсов для формирования механических волн или импульсов и передающий элемент
15 106 для распространения механических волн или импульсов, формируемых генератором 104 импульсов, к патологическому изменению 102.

В одном варианте осуществления генератор импульсов 104 выполнен с возможностью формирования импульса большой амплитуды и малой длительности. Генератор 104 импульсов может содержать по меньшей мере один широкополосный источник и/или
20 по меньшей мере один узкополосный источник. Узкополосный или широкополосный источник может представлять собой электромеханический преобразователь. Генератор 104 импульсов может содержать пространственный концентратор для фокусирования выходного сигнала по меньшей мере одного источника в направлении фокусной зоны, в которой расположен проксимальный конец передающего элемента 106, таким образом,
25 чтобы ввести в него сформированный импульс.

Передающий элемент 106, такой как данный механический волновод, расположен между первым или проксимальным концом, который функционально связан с генератором 104 импульсов, и вторым или дистальным концом. Передающий элемент 106 выполнен с возможностью приема механического импульса или волны на своем
30 проксимальном конце и распространения механического импульса до своего дистального конца. При достижении дистального конца механический импульс по меньшей мере частично передается в окружающую среду для создания передаваемого импульса, который распространяется за пределы передающего элемента 106. Следует понимать, что часть импульса также может отражаться дистальным концом и
35 распространяться обратно в передающем элементе 106 в направлении его проксимального конца. Передаваемый механический импульс соответствует механическому импульсу, который распространяется в среде, окружающей дистальный конец передающего элемента 106, до патологического изменения 102. Передаваемый импульс далее распространяется в патологическом изменении 102, что может создавать
40 трещины в патологическом изменении 102 и, в конечном счете, расщепляет или разделяет патологическое изменение 102 на части.

В варианте осуществления, где дистальный конец передающего элемента 106 примыкает к патологическому изменению 102, передающий элемент 106 может дополнительно использоваться для разрушения патологического изменения 102 и/или
45 сверления отверстия в патологическом изменении 102. Передача механического импульса на дистальном конце передающего элемента 106 создает перемещение дистального конца передающего элемента 106. Это перемещение может происходить вдоль продольной оси передающего элемента 106. В альтернативном варианте перемещение

может происходить перпендикулярно продольной оси или может представлять собой комбинацию перемещения как вдоль продольной оси, так и перпендикулярно продольной оси передающего элемента. Во время этого перемещения дистальный конец передающего элемента 106 номинально сначала перемещается к патологическому изменению 102, а затем возвращается в исходное положение. Следует понимать, что движение может быть изменено на противоположное (то есть дистальный конец может перемещаться сначала в направлении от патологического изменения 102, а затем - к патологическому изменению 102), в зависимости от полярности механического импульса, достигающего дистального конца передающего элемента 106. Когда множество отдельных механических импульсов последовательно передается на дистальном конце передающего элемента 106, перемещение дистального конца можно рассматривать как движение ударного перфоратора, которое может использоваться для лечения патологического изменения 102.

Для получения изображений патологического изменения 102 во время медицинской процедуры обычно используется медицинская визуализация. Передающий элемент, как описано ниже, содержит рентгеноконтрастную метку, закрепленную вблизи дистального конца механического волновода, чтобы показать на рентгеновских изображениях положение дистального конца механического волновода относительно патологического изменения 102, подвергаемого лечению.

В одном варианте осуществления механический волновод или передающий элемент с рентгеноконтрастной меткой может использоваться для лечения окклюзий сосудов, т.е. для прохождения окклюзии, имеющейся в кровеносном сосуде. В этом случае по меньшей мере часть передающего элемента расположена внутри кровеносного сосуда пациента так, чтобы его дистальный конец примыкал к окклюзии. Например, дистальный конец передающего элемента может находиться в физическом контакте с окклюзией. При достижении механическим импульсом дистального конца передающего элемента дистальный конец воздействует на окклюзию и передает механический импульс в саму окклюзию. Если дистальный конец передающего элемента не находится в физическом контакте с окклюзией, механический импульс передается в среде, находящейся между окклюзией и дистальным концом, например в крови, солевой жидкости, контрастной жидкости и т.п., и передаваемый механический импульс может распространяться в направлении окклюзии. Механический импульс обеспечивает растрескивание, расщепление, пробивание и/или разрушение окклюзии, а также позволяет дистальному концу передающего элемента проникать сквозь окклюзию, когда дистальный конец перемещается дальше внутрь сосуда.

На фиг. 2 показан один вариант осуществления узла 150 механического волновода, содержащего механический волновод 152 в виде удлиненного тела, выполненного из материала, подходящего для распространения механических волн и/или импульсов. Механический волновод 152 расположен продольно между проксимальным концом 154 и дистальным концом 156 и имеет цилиндрическую форму. Проксимальный конец 154 механического волновода 152 выполнен с возможностью приема механических волн или импульсов, которые затем распространяются вдоль механического волновода 152 до его дистального конца 156. В проиллюстрированном варианте осуществления диаметр механического волновода 152 постоянен по его длине между проксимальным и дистальными концами 154 и 156.

Узел 150 механического волновода дополнительно содержит рентгеноконтрастную метку 158, которая имеет трубчатую или кольцевую форму и установлена на механическом волноводе 152 рядом с его дистальным концом 156. Рентгеноконтрастная

метка 158 расположена продольно между проксимальным концом 160, который обращен к проксимальному концу 154 механического волновода 152, и дистальным концом 162, который обращен к дистальному концу 156 механического волновода 152.

Рентгеноконтрастная метка 158 позволяет определять положение дистального конца 156 механического волновода 152, когда механический волновод 152 введен пациенту и получены изображения пациента. Например, такая метка позволяет визуализировать положение дистального конца 156 механического волновода 152 относительно окклюзии. Поскольку положение метки 158 относительно положения дистального конца 156 механического волновода 152 известно, визуализация метки 158 позволяет пользователю узнать или определить положение дистального конца 156 механического волновода 152.

Например, когда для получения изображений пациента используется рентгеновское излучение, метка 158 выбирается такой, чтобы она была видимой на рентгеновских снимках, препятствуя или ограничивая прохождение сквозь нее рентгеновских лучей. В этом случае метка 158 может быть изготовлена из плотного материала, такого как вольфрам, платина, золото, золотые сплавы, легированный полимер и т.п., или покрыта им.

Следует понимать, что для крепления рентгеноконтрастной метки 158 к механическому волноводу 152 могут использоваться любые подходящие способы. Например, может использоваться клей. В другом примере рентгеноконтрастная метка 158 может быть приварена к механическому волноводу 152. В следующем примере и как описано ниже, для удержания рентгеноконтрастной метки, закрепленной на механическом волновод 152, могут использоваться выступы, выступающие из механического волновода 152, или углубление, образованное в механическом волновод 152.

В одном варианте осуществления механический волновод 152 может быть выполнен из материала, обеспечивающего возможность минимизации поглощения механических волн, такого как нержавеющая сталь, алюминий или алюминиевые сплавы, титан или титановые сплавы, например, Ti-6Al-4V или Ti-11,5Mo-6Zr-4,5Sn (титан бета III), нитинол, плавленый кварц и т.п. В одном варианте осуществления по меньшей мере часть механического волновода 152 может быть подвергнута термической обработке, например, отжигу.

Рентгеноконтрастная метка 158 может располагаться по всей окружности механического волновода 152 или лишь вдоль участка окружности механического волновода 152. Рентгеноконтрастная метка 158 может быть неподвижно закреплена на механическом волновод 152. В альтернативном варианте рентгеноконтрастная метка 158 может быть подвижно закреплена на механическом волновод 152. Например, рентгеноконтрастная метка 158 может иметь одну степень свободы. Например, закрепленная на механическом волновод 152 рентгеноконтрастная метка 158 может вращаться вокруг механического волновода 152 относительно его продольной оси, при этом предотвращаются любые другие движения, такие как перемещение вдоль продольной оси механического волновода 152 или перемещение вдоль поперечной оси, т.е. вдоль оси, расположенной перпендикулярно продольной оси.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления дистальный конец 162 рентгеноконтрастной метки 158 расположен на заданном расстоянии от дистального конца 156 механического волновода 152, следует понимать, что дистальный конец 162 рентгеноконтрастной метки 158 и дистальный конец 156 механического волновода 152 могут находиться в одной плоскости.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления внутренний диаметр рентгеноконтрастной метки 158 по существу соответствует внешнему диаметру механического волновода 152, следует понимать, что внутренний диаметр рентгеноконтрастной метки 158 может быть больше внешнего диаметра механического волновода. В этом случае для крепления рентгеноконтрастной метки 158 к механическому волноводу 152 могут использоваться, например, винты.

Как описано ниже, форма, размер и положение рентгеноконтрастной метки 158 могут быть иными при условии, что имеется возможность ее закрепления на механическом волновод 152 рядом с его дистальным концом 156.

Несмотря на то, что механический волновод 152 имеет постоянный диаметр по длине, следует понимать, что возможны и другие варианты. Например, механический волновод может содержать углубленный участок, диаметр которого меньше диаметра двух участков, соседних с этим углубленным участком. Рентгеноконтрастная метка может быть установлена поверх углубленного участка механического волновода. В другом примере механический волновод может содержать по меньшей мере две выпуклости или два выступа, разнесенные друг от друга на заданное расстояние, т.е. проксимальный выступ и дистальный выступ. Участок механического волновода, находящийся между двумя выступами, может рассматриваться как углубленный участок по отношению к этим двум выступам, т.е. диаметр участка, находящегося между двумя выступами, меньше максимального диаметра каждого выступа, при этом он может быть равен, быть больше или быть меньше диаметра остальной части механического волновода, т.е. участка механического волновода, являющегося проксимальным по отношению к проксимальному выступу, и участка механического волновода, являющегося дистальным по отношению к дистальному выступу, если таковые имеются. В примере, где механический волновод содержит углубленный участок, диаметр углубленного участка может быть постоянным. В другом примере диаметр углубленного участка может изменяться вдоль него.

Несмотря на то, что механический волновод 152 имеет круглое поперечное сечение, следует понимать, что поперечное сечение механического волновода может иметь любую другую подходящую форму, например, овальную, квадратную, прямоугольную и т.д. В этом случае поперечные размеры механического волновода, т.е. размеры механического волновода в направлении, перпендикулярном его продольной оси, могут быть постоянными по длине механического волновода. В другом примере поперечные размеры механического волновода могут быть иными и механический волновод может содержать углубленный участок рядом с его дистальным концом. В таком случае метка будет располагаться поверх углубленного участка механического волновода.

Углубленный участок продольно расположен вдоль заданной длины механического волновода и заключен между проксимальным участком и дистальным участком механического волновода. Дистальный участок расположен между углубленным участком и дистальным концом механического волновода. Проксимальный участок находится рядом с углубленным участком и расположен от углубленного участка до проксимального конца механического волновода. Поперечные размеры углубленного участка меньше поперечных размеров проксимального и дистального участков, т.е. площадь поперечного сечения углубленного участка меньше площади поперечного сечения дистального участка и площади поперечного сечения проксимального участка, в результате чего образуется углубление.

Следует понимать, что максимальные поперечные размеры проксимального участка больше внутренних поперечных размеров проксимального конца метки, в результате

чего метка не может проходить через проксимальный участок. Подобным образом, максимальные поперечные размеры дистального участка больше внутренних поперечных размеров дистального конца метки, в результате чего метка не может проходить через дистальный участок.

- 5 В одном варианте осуществления площадь поверхности поперечного сечения углубленного участка постоянна вдоль углубленного участка. В другом варианте осуществления площадь поверхности поперечного сечения углубленного участка может изменяться вдоль углубленного участка при условии, что максимальная площадь поверхности поперечного сечения углубленного участка будет оставаться меньшей
- 10 максимальной площади поверхности поперечного сечения дистального участка и максимальной площади поверхности поперечного сечения проксимального участка.

- Подобным образом, площадь поверхности поперечного сечения дистального участка и/или проксимального участка, расположенного рядом с углубленным участком, может изменяться при условии, что максимальная площадь поверхности поперечного сечения
- 15 углубленного участка будет оставаться меньшей максимальной площади поверхности поперечного сечения дистального участка и максимальной площади поверхности поперечного сечения проксимального участка. Например, цилиндрический проксимальный участок может содержать три части: первую или проксимальную часть, имеющую увеличивающийся диаметр, вторую или дистальную часть, имеющую
- 20 уменьшающийся диаметр, и третью или среднюю часть, имеющую постоянный диаметр и находящуюся между первой и второй частями.

- На фиг. 3 показан один вариант осуществления цилиндрического передающего элемента 200, снабженного катушечной меткой 202, имеющей форму однорядной или однослойной катушки. Передающий элемент 200 содержит первый участок 204 и второй
- 25 участок 206, имеющий сужающийся переход между ними. Диаметр первого участка 204 больше диаметра второго участка 206. Проксимальный конец 208 первого участка 204 выполнен с возможностью соединения с источником механических импульсов для приема от него механических импульсов и может иметь форму, отличную от формы, показанной на фиг. 3. Механические импульсы распространяются вдоль первого участка
- 30 204 от проксимального конца 208 до дистального конца 214 перед поступлением в сужающийся участок. Проксимальный конец 212 второго участка 206 принимает механические импульсы из сужающегося участка и они распространяются до дистального конца 214 второго участка 206.

- Второй участок 206 содержит дистальный участок 218, расположенный, начиная от
- 35 дистального конца 214 передающего элемента 200, проксимальный участок 216 и углубленный участок 217 между ними. Диаметр углубленного участка 217 меньше диаметра проксимального и дистального участков 216 и 218, поэтому участки 216 и 218 показаны в виде выступов или утолщений относительно углубленного участка 217. Каждый участок 216 и 218 выступает радиально наружу из передающего элемента 200
- 40 по всей окружности передающего элемента 200.

- Как показано на фиг. 4, проксимальный участок 216 содержит три части: первую или проксимальную часть 220, вторую или дистальную часть 222 и третью или среднюю часть 224. Проксимальная часть 220 представляет собой коническую часть, имеющую диаметр, увеличивающийся в направлении углубленного участка 217. Средняя часть
- 45 224 имеет по существу постоянный диаметр по длине. Дистальная часть 222 представляет собой коническую часть, имеющую диаметр, уменьшающийся в направлении углубленного участка 217.

Дистальный участок 218 содержит две части: первую или проксимальную часть 230

и вторую или дистальную часть 232. Проксимальная часть 230 представляет собой коническую часть, имеющую диаметр, увеличивающийся в направлении дистального конца 214, а дистальная часть 232 имеет по существу постоянный диаметр.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления этот диаметр по существу постоянен, следует понимать, что диаметр углубленного участка 217 может изменяться, при условии, что максимальный диаметр углубленного участка 217 меньше максимального диаметра проксимального участка 216 и максимального диаметра дистального участка 218.

Как проиллюстрировано на фиг. 3, катушечная метка 202 намотана поверх углубленного участка 206 между проксимальным и дистальным участками 216 и 218. Метка 202 расположена между проксимальным концом 240 и дистальным концом 242. Длина и внутренний диаметр метки 202 выбраны таким образом, что когда она расположена поверх углубленного участка 217, проксимальный конец 240 метки 202 примыкает к проксимальному участку 216, т.е. к стенке конической части 222, а дистальный конец 242 примыкает к дистальному участку 218, т.е. к стенке конической части 230. В результате примыкания концов 240 и 242 метки 202 к коническим частям 222 и 230, катушечная метка 202 прикреплена к передающему элементу 200 и находится в фиксированном положении относительно передающего элемента 200, т.е. метка 202 не может перемещаться вдоль передающего элемента 200 после закрепления на нем. Следует понимать, что метка 202 может вращаться относительно передающего элемента 200 вокруг продольной оси передающего элемента 200 после закрепления на нем.

В одном варианте осуществления внутренний диаметр катушечной метки 202 по существу равен внутреннему диаметру углубленного участка 206. В другом варианте осуществления внутренний диаметр катушечной метки 202 больше внутреннего диаметра углубленного участка 206, оставаясь при этом меньше максимального диаметра проксимального и дистального участков 216 и 218, в результате чего катушечная метка 202 удерживается между проксимальным и дистальным участком 216 и 218, имея возможность поворачиваться относительно передающего элемента 200.

В одном варианте осуществления длина и внутренний диаметр метки 202 выбраны таким образом, что катушечная метка 202 подвижно прикреплена к передающему элементу 200, т.е. катушечная метка 202 может перемещаться вдоль передающего элемента 200 между проксимальным и дистальным участками 216 и 218 и вращаться вокруг продольной оси передающего элемента 200. Например, если метка имеет длину, равную или меньшую, чем длина углубленного участка 217, а ее внутренний диаметр больше внутреннего диаметра углубленного участка 217, то метка 202 может быть подвижно закреплена на передающем элементе и может перемещаться вдоль участка передающего элемента 200 между проксимальным и дистальным участками 216 и 218.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления диаметр центральной части 224 проксимального участка 216 равен диаметру части 232 дистального участка 218, следует понимать, что возможны и другие варианты, в которых максимальный внутренний диаметр метки 202 меньше максимального диаметра проксимального и дистального участков 216 и 218. Подобным образом, диаметр углубленного участка 217 по существу равен диаметру участка 234 передающего элемента 200, который расположен между проксимальным участком 216 и проксимальным концом 212, но диаметр углубленного участка 217 может быть, например, меньше диаметра участка 234. В другом варианте осуществления диаметр углубленного участка 217 может быть больше диаметра участка 234, при условии, что он меньше максимального диаметра проксимального и дистального участков 216 и

218.

Следует понимать, что поверх углубленного участка 217 может располагаться более одной метки. Например, две метки могут располагаться рядом по длине углубленного участка 217.

5 Следует понимать, что передающий элемент 200 может содержать более одного углубленного участка для закрепления более, чем одной катушечной метки для передающего элемента 200 в разных местах вдоль дистального участка 206 передающего элемента. В одном варианте осуществления различные углубленные участки и различные метки могут иметь разные размеры, например, разный диаметр и/или разную длину.

10 В одном варианте осуществления катушечная метка 202 содержит рентгеноконтрастную проволоку, намотанную вокруг и поверх по меньшей мере части углубленного участка 206, расположенного между проксимальным и дистальным участками 216 и 218. Рентгеноконтрастная проволока может быть выполнена из непроницаемого для излучения материала или покрыта непроницаемым для излучения
15 материалом, таким как вольфрам, платина, золото, золотые сплавы, легированный полимер и т.п.

В одном варианте осуществления катушечная метка 202 содержит заданное количество витков, расположенных между проксимальным витком, смежным с проксимальным участком 216, и дистальным витком, смежным с дистальным участком
20 218. Как показано на фиг. 5, конец 240 дистального витка 242, т.е. дистальный свободный конец 240 проволоки, образующей катушку 202, может быть прикреплен к предпоследнему витку 244, смежному с дистальным витком 242. Например, свободный конец 240 дистального витка 242 может быть приварен точечной сваркой к предпоследнему витку 244. Подобным образом, свободный конец проксимального
25 витка (т.е., первого витка) может быть прикреплен ко второму витку. Закрепление свободных концов дистальных и проксимальных витков позволяет предотвратить разматывание катушки во время использования, а также сгладить края катушки, тем самым защищая сосуды во время введения передающего элемента 200 в тело пациента. Следует понимать, что витки, отличные от проксимального и дистального витков,
30 также могут быть прикреплены к соседним виткам.

Следует понимать, что форма и размеры проксимального и дистального участков 216 и 218 могут быть иными при условии, что они позволяют сохранять положение метки 202 между ними при закреплении метки 202 на передающем элементе 200. В проиллюстрированном варианте осуществления выступ 216 содержит три части:
35 проксимальную часть 220, имеющую увеличивающийся диаметр, дистальную часть 222, имеющую уменьшающийся диаметр, и промежуточную или центральную часть 224, расположенную между проксимальной и дистальной частями 220 и 222 и имеющую постоянный диаметр. В проксимальной части 220 диаметр проксимального участка 216 увеличивается вдоль его длины от диаметра участка 234 передающего элемента
40 200 до максимального диаметра выступа 216. Диаметр центральной части 224 по существу постоянен вдоль ее длины и соответствует максимальному диаметру проксимального участка 216. В дистальной части 222 диаметр выступа 216 уменьшается вдоль его длины от максимального диаметра выступа 216 до диаметра углубленного участка 217. Несмотря на то, что наклон проксимальной и дистальной частей 220 и 222 является линейным, следует понимать, что возможны и другие варианты. Например,
45 наклон проксимального и дистального участков может быть криволинейным или может быть резким, т.е. ступенчатым.

В проиллюстрированном варианте осуществления дистальный участок 218 содержит

две части: проксимальную часть 230, имеющую увеличивающийся диаметр, и дистальную часть 232, расположенную между углубленным участком 217 и дистальным концом 214 передающего элемента 200. В проксимальной части 230 диаметр дистального участка 218 увеличивается вдоль его длины от углубленного участка 217 до

5 максимального диаметра дистального участка 218. Диаметр передающего элемента 200 в пределах дистальной части 232 по существу постоянен и соответствует максимальному диаметру дистального участка 218.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления проксимальная часть 220 проксимального участка 216 по существу идентична проксимальной части

10 230 дистального участка 218, а центральная часть 224 проксимального участка 216 по существу идентична центральной части 232 дистального участка 218, следует понимать, что возможны и другие варианты. Например, максимальный диаметр проксимального участка 216 может быть большим или меньшим диаметра дистального участка 218.

В одном варианте осуществления диаметр участка 204 передающего элемента 200

15 по существу составляет 0,33 мм, а диаметр углубленного участка 217 по существу составляет 0,404 мм. Максимальный диаметр проксимального и дистального участков 216 и 218 по существу составляет 0,432 мм. Длина каждой проксимальной, промежуточной и дистальной частей 220, 224 и 222 проксимального участка 216 по существу составляет 0,5 мм. Длина каждой проксимальной и дистальной частей 230 и

20 232 дистального участка 218 по существу составляет 0,5 мм, в результате чего дистальный конец метки 202 расположен на расстоянии приблизительно 1 мм от конца 214 передающего элемента 200. Длина метки 202 по существу составляет 10 мм.

В одном варианте осуществления диаметр участка 204 передающего элемента 200 по существу составляет 0,43 мм, а диаметр углубленного участка 217 по существу

25 составляет 0,22 мм. Максимальный диаметр проксимального и дистального участков 216 и 218 по существу составляет 0,28 мм. Длина каждой проксимальной, промежуточной и дистальной частей 220, 224 и 222 проксимального участка 216 по существу составляет 0,5 мм. Длина каждой проксимальной и дистальной частей 230 и 232 дистального участка 218 по существу составляет 0,5 мм, в результате чего дистальный конец метки 202

30 расположен на расстоянии приблизительно 1 мм от конца 214 передающего элемента 200. Длина метки 202 по существу составляет 10 мм.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления проксимальный и дистальный участки 216 и 218 показаны в виде выступов относительно участка 234 передающего элемента, следует понимать, что возможны и другие варианты.

35 Например, на фиг. 6 показан один вариант осуществления передающего элемента 200', содержащего углубленный участок 217'. Передающий элемент содержит проксимальный участок 216', который находится рядом с углубленным участком 217' и расположен между углубленным участком 217' и проксимальным концом 208' передающего элемента 200'. Передающий элемент также содержит дистальный участок 218', который находится

40 рядом с углубленным участком 217' и расположен между углубленным участком 217' и дистальным концом 214' передающего элемента 200'. Передающий элемент 200' дополнительно содержит участок 234', расположенный между проксимальным участком 216' и проксимальным концом 208'. В этом варианте осуществления проксимальный участок 216' не содержит проксимальную часть, такую как проксимальная часть 220,

45 а содержит только центральную часть 224' с постоянным диаметром и дистальную часть 222' с уменьшающимся диаметром. Максимальный диаметр проксимального участка 216' соответствует диаметру части 224', который идентичен диаметру участка 234'. Дистальный участок 218' содержит проксимальную часть 230' с увеличивающимся

диаметром и дистальную часть 232' с постоянным диаметром. Максимальный диаметр проксимального участка 218' соответствует диаметру дистальной части 232', который идентичен диаметру участка 234'. В результате этого передающий элемент 200' выглядит как имеющий постоянный диаметр вдоль его длины, за исключением углубленного участка 217', дистальной части 222' проксимального участка 216' и проксимальной части 230' дистального участка 218', диаметр которых меньше диаметра других участков передающего элемента 200'.

Несмотря на то, что диаметр дистальной части 232' дистального участка 218' равен диаметру части 224' проксимального участка 216' и участка 234', следует понимать, что возможны и другие варианты. Например, диаметр дистальной части 232' дистального участка 218' может быть больше диаметра части 224' проксимального участка 216' и участка 234'.

В одном варианте осуществления участок 222, 222' с уменьшающимся диаметром и участок 230, 230' с увеличивающимся диаметром позволяют уменьшить потери при распространении механических волн или импульсов, распространяющихся вдоль передающего элемента 200, 200'.

Несмотря на то, что на фиг. 4 и фиг. 6 показан проксимальный участок 216, 216', имеющий участок 222, 222' с уменьшающимся диаметром и дистальный участок 218, 218', имеющий участок 230, 230' с увеличивающимся диаметром, следует понимать, что возможны и другие варианты. Например, на фиг. 7 показан передающий элемент 300, содержащий удлиненное тело 302, расположенное между проксимальным концом 304 и дистальным концом 306. Удлиненное тело 302 содержит углубленный участок 317, находящийся рядом с дистальным концом 306, проксимальный участок 316, находящийся рядом с углубленным участком 317 и расположенный между углубленным участком 317 и проксимальным концом 304, и дистальный участок 318, находящийся рядом с углубленным участком 317 и расположенный между углубленным участком 317 и дистальным концом 306.

В этом варианте осуществления проксимальный участок 316 содержит одну часть, имеющую диаметр, больший диаметра углубленного участка 317 и больший внутреннего диаметра проксимального конца метки, которая устанавливается поверх углубленного участка 317. Дистальный участок 318 содержит одну часть, имеющую диаметр, также больший диаметра углубленного участка 317 и также больший внутреннего диаметра проксимального конца метки, которая устанавливается поверх углубленного участка 317. Несмотря на то, что диаметр дистального участка 318 больше диаметра проксимального участка 316, следует понимать, что возможны и другие варианты.

В одном варианте осуществления передающий элемент 200 выполнен из Ti-11,5Mo-6Zr-4,5Sn (титан бета III), по меньшей мере часть участка 204 передающего элемента покрыта политетрафторэтиленом (PTFE), а по меньшей мере часть участка 206 передающего элемента 200 может быть покрыта гидрофильным материалом или гидрофобным материалом, чтобы обеспечить улучшенное перемещение через анатомические элементы и позволить устройствам легко скользить по передающему элементу 200. В одном варианте осуществления дистальный участок 206 передающего элемента 200 может не иметь покрытия. Следует понимать, что метка также может быть покрыта любым соответствующим покрытием или сочетанием покрытий.

Несмотря на то, что углубление 217 расположено по всей окружности передающего элемента 200, следует понимать, что углубление 217 может располагаться только вдоль участка окружности передающего элемента 200.

В одном варианте осуществления увеличенный диаметр дистального участка 218

обеспечивает по меньшей мере две функции: обеспечение увеличенного диаметра сверления и фиксацию положения метки 202.

Несмотря на то, что фиг. 3-7 относятся к передающему элементу с круглым поперечным сечением, следует понимать, что возможны и другие варианты. Например, передающий элемент может представлять собой удлиненный элемент, расположенный между проксимальным концом и дистальным концом и имеющий квадратное или прямоугольное поперечное сечение.

Несмотря на то, что фиг. 3 относится к метке 202, имеющей форму катушки, следует понимать, что для метки 202 может быть предусмотрена любая другая форма, при условии, что метка представляет собой удлиненное полое тело, устанавливаемое поверх углубленного участка 217, и при условии, что дистальный и проксимальный концы внутренней полости, образованной удлиненным полым телом, имеют меньшие поперечные размеры или размеры поперечного сечения, чем размеры проксимального и дистального участков, прилегающих к ним. Например, метка 202 может иметь трубчатую форму и может окружать передающий элемент 200. В одном варианте осуществления трубчатая метка 202 может иметь продольное отверстие, чтобы ее можно было поместить вокруг передающего элемента 200. Трубчатая метка 202 также может быть сформована на передающем элементе 200 или навинчена на него. В случае, когда трубчатая метка не содержит такого отверстия, трубчатая метка 202 может быть установлена вокруг передающего элемента до того, как будет создан выступ 218. Например, выступ 218 затем может быть создан с использованием сварки,ковки и т.п.

В другом примере метка может представлять собой удлиненное тело с отверстием, расположенным по всей его длине. Отверстие имеет размер и форму, подходящие для размещения в нем по меньшей мере части углубленного участка передающего элемента. Поперечное сечение отверстия может иметь любую подходящую форму, например, круглую, квадратную, прямоугольную и т.п., при условии, что по меньшей мере один поперечный размер или размер поперечного сечения меньше поперечного размера дистального и проксимального участков, находящихся рядом с углубленным участком. Например, поперечный размер отверстия может изменяться по длине метки, при условии, что поперечный размер дистального и проксимального концов отверстия остается меньшим поперечного размера дистального и проксимального участков, соответственно.

В варианте осуществления, где метка 202 имеет форму катушки, площадь поверхности контакта между меткой 202 и передающим элементом 200 может быть меньше по сравнению с конструкцией, в которой метка 202 имеет, например, трубчатую форму. Благодаря этому при использовании катушечной метки 202 могут быть уменьшены потери при распространении механических импульсов.

В другом варианте осуществления метка 202 может содержать плетеную втулку, внутренний диаметр которой уменьшается по мере увеличения длины втулки.

В варианте осуществления, где метка 202 имеет форму катушки, метка 202 может быть неподвижно закреплена на передающем элементе 200 для обеспечения ее механической целостности. Например, для закрепления катушечной метки 202 на передающем элементе 200 могут использоваться клей, пайка, сварка и т.п.

В одном варианте осуществления передающий элемент 200 выполнен из сплава, способного передавать механические волны или импульсы от проксимального конца 208 к дистальному концу 214. Дистальный участок 206 может быть более гибким, чем проксимальный участок 204. Гибкость дистального участка 206 может достигаться за счет уменьшения диаметра передающего элемента 200 и/или выбора подходящего материала. Уменьшение диаметра для обеспечения повышенной гибкости дистального

участка 206 может быть реализовано с использованием одного конуса или ряда конусов. Длина и/или диаметр проксимального и дистального участков 216 и 218 выбираются таким образом, что проксимальные и дистальные участки 216 и 218 незначительно снижают гибкость дистального участка 206. В одном варианте осуществления гибкость

5 дистального участка 206 может быть увеличена только в одном направлении его поперечного сечения. Этого можно достигнуть путем уменьшения размера только в том направлении поперечного сечения дистального участка 206, для которого требуется увеличить гибкость.

Несмотря на то, что катушечная метка 202 содержит один ряд или слой, следует

10 понимать, что возможны и другие варианты. Например, метка 202 может содержать по меньшей мере два ряда или слоя катушки, выполненные из сплошной проволоки и намотанные в противоположных направлениях вокруг углубленного участка 217. В этом случае оба свободных конца катушки оказываются расположенными на одном конце метки 202 и их можно сварить вместе, чтобы замкнуть катушку. В другом примере

15 катушка может быть изготовлена из сплошной проволоки, намотанной вокруг углубленного участка от первого конца до второго, и после образования последнего витка на втором конце сплошная проволока может быть проведена под катушкой до первого конца, где оказываются расположенными два свободных конца сплошной проволоки. Два свободных конца, расположенные на первом конце катушки, могут

20 быть закреплены вместе. В другом примере метка 202 может содержать катушку с разными углами наклона вдоль ее длины. В еще одном примере катушка может быть выполнена из сплошной проволоки, намотанной вокруг углубленного участка механического волновода от первого конца до второго конца. После образования последнего витка на втором конце сплошная проволока может быть намотана в

25 обратном направлении поверх существующей катушки или внутри существующей катушки, до первого конца, где оказываются расположенными два свободных конца сплошной проволоки. Затем два свободных конца, расположенные на первом конце катушки, могут быть закреплены вместе. В этом случае на втором конце может быть выполнен разворот, после чего проволока наматывается вокруг механического

30 волновода от второго конца до первого конца.

Поскольку механическая волна или импульс распространяется вдоль передающего элемента 200, некоторая часть механической энергии может утекать из передающего элемента 200 в окружающую среду. В одном варианте осуществления метка 202, расположенная между передающим элементом 200 и окружающей средой, может

35 предотвращать или минимизировать утечку механической энергии в окружающую среду.

В одном варианте осуществления материал, размер и форму метки 202 выбирают такими, чтобы метка 202 была достаточно гибкой и позволяла бы изгибание дистального конца передающего элемента.

40 Несмотря на то, что описанные выше механические волноводы 200 и 300 содержат выступы 216, 218 и 318, расположенные вдоль всей окружности механического волновода 200 и 330, возможны и другие варианты, как показано на фиг. 8.

На фиг. 8 показан один вариант осуществления узла механического волновода, состоящего из передающего элемента или механического волновода 400 и

45 рентгеноконтрастной метки 404. Рентгеноконтрастная метка 404 показана на фиг. 8 до прикрепления к механическому волноводу 400 и поэтому изображена независимо и отдельно от механического волновода 400. На фиг. 9 показана рентгеноконтрастная метка 404, прикрепленная к механическому волноводу 400.

В этом варианте осуществления механический волновод 400 имеет цилиндрическую или трубчатую форму с локальным наружным поперечным размером $h3$ (т.е. локальным наружным диаметром $h3$) и расположен вдоль продольной оси между проксимальным концом и дистальным концом. Когда механический волновод 400 используется для

5 распространения механических волн, по меньшей мере часть механического волновода 400 выполнена с возможностью введения его пациенту, например, в кровеносный сосуд пациента, в результате чего его дистальный конец располагается рядом с патологическим изменением, подвергаемым лечению, для подведения механических волн к патологическому изменению.

10 Наружная поверхность механического волновода 400 снабжена по меньшей мере двумя выступами или выпуклостями 402 и 403, выступающими из него наружу в радиальном направлении. Две выпуклости 402 и 403 разнесены друг от друга вдоль продольной оси на расстояние $L1$. В проиллюстрированном варианте осуществления выпуклости 402 и 403 имеют полусферическую форму.

15 Поперечный размер первой выпуклости 402, т.е. расстояние между вершиной выпуклости 400 и противоположной поверхностью механического волновода 400 вдоль поперечной оси, перпендикулярной продольной оси, определяется как $h1$. Подобным образом, поперечный размер второй выпуклости 403, т.е. расстояние между вершиной выпуклости 402 и противоположной поверхностью механического волновода 400 вдоль

20 поперечной оси, перпендикулярной продольной оси, определяется как $h2$.

Следует понимать, что расположение выпуклостей 402 и 403 вдоль продольной оси механического волновода 400 может быть иным. В одном варианте осуществления выпуклость 403 расположена рядом с дистальным концом механического волновода 400.

25 Как описано выше, узел дополнительно содержит рентгеноконтрастную метку 404 трубчатой формы. Рентгеноконтрастная метка 404 расположена вдоль продольной оси. Рентгеноконтрастная метка 404 имеет внутренний поперечный размер $h4$ (т.е. внутренний диаметр $h4$ в показанном варианте осуществления), внешний поперечный размер $h5$ (т.е. внешний диаметр $h5$ в показанном варианте осуществления), и длину

30 $L2$.

Внутренний диаметр $h4$ рентгеноконтрастной метки выбирают большим, чем поперечные размеры $h1$ и $h2$ первой и второй выпуклости 402 и 403, соответственно, в результате чего механический волновод 400 может вставляться в рентгеноконтрастную метку 404. Длину $L2$ рентгеноконтрастной метки 404 выбирают меньшей, чем расстояние

35 $L1$ между двумя выпуклостями 402 и 403.

Рентгеноконтрастная метка 404 выполнена из непроницаемого для излучения материала, а толщину и материал рентгеноконтрастной метки 404 выбирают такими, чтобы рентгеноконтрастная метка 404 была пластичной или деформируемой.

40 Для закрепления рентгеноконтрастной метки 404 на механическом волноводе 400 рентгеноконтрастная метка 404 устанавливается вокруг механического волновода 400 и сдвигается вдоль продольной оси механического волновода 400, пока не окажется между выпуклостями 402 и 403. После установки в нужном месте рентгеноконтрастную метку 404 механически деформируют путем обжатия или волочения с наружной поверхности, чтобы уменьшить ее внутренний размер $h4$ до величины, меньшей

45 поперечных размеров $h1$ и $h2$. В результате этого деформированная рентгеноконтрастная метка 404 закрепляется на механическом волноводе 400, как показано на фиг. 9. Поскольку конечный внутренний размер $h4$ рентгеноконтрастной метки 404 меньше поперечного размера $h1$ первой выпуклости 402, рентгеноконтрастная метка 404 не

может проходить поверх первой выпуклости 402. Подобным образом, рентгеноконтрастная метка 404 не может проходить поверх второй выпуклости 403, поскольку конечный внутренний размер h_4 рентгеноконтрастной метки 404 меньше поперечного размера h_2 второй выпуклости 403. Благодаря этому рентгеноконтрастная метка 404 удерживается между двумя выпуклостями 402 и 403.

В одном варианте осуществления длину L_2 рентгеноконтрастной метки 404 выбирают так, что проксимальный конец рентгеноконтрастной метки 404 примыкает к дистальной поверхности первой выпуклости 402, а дистальный конец рентгеноконтрастной метки 404 примыкает к проксимальной поверхности второй выпуклости 403, когда рентгеноконтрастная метка 404 прикреплена к механическому волноводу 400. В этом случае рентгеноконтрастная метка 404 не может скользить или перемещаться вдоль механического волновода 400 после ее закрепления между двумя выпуклостями 402 и 403.

В другом варианте осуществления длину L_2 рентгеноконтрастной метки 404 выбирают так, чтобы рентгеноконтрастная метка 404 могла скользить между двумя выпуклостями 402 и 403 после прикрепления к механическому волноводу 400, т.е. рентгеноконтрастная метка 404 не примыкает к обоим выпуклостям 402 и 403 после прикрепления к механическому волноводу 400. В этом случае контакт между механическим волноводом 400 и рентгеноконтрастной меткой 404 минимален, что предотвращает утечку механической энергии между механическим волноводом 400 и рентгеноконтрастной меткой 404.

В одном варианте осуществления конечный внутренний размер h_4 рентгеноконтрастной метки после прикрепления к механическому волноводу 400 по существу равен диаметру h_3 механического волновода 400, в результате чего перемещение рентгеноконтрастной метки 404 в поперечном направлении относительно механического волновода 400 невозможно.

В другом варианте осуществления конечный внутренний размер h_4 рентгеноконтрастной метки 404 больше диаметра h_3 механического волновода 400, в результате чего обеспечивается перемещение рентгеноконтрастной метки 404 в поперечном направлении относительно механического волновода 400. В этом случае контакт между механическим волноводом 400 и рентгеноконтрастной меткой 404 минимален, что предотвращает утечку механической энергии между механическим волноводом 400 и рентгеноконтрастной меткой 404.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления выпуклости 402 и 403 имеют полусферическую форму, следует понимать, что выпуклости могут иметь любую другую подходящую форму. Например, выпуклости 402 и 403 могут иметь трапецевидную, пирамидальную или кубическую форму. Следует также понимать, что форма выпуклостей 402 и 403 может различаться.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления выпуклости 402 и 403 расположены в одном и том же угловом положении вдоль окружности механического волновода 400, следует понимать, что возможны и другие варианты. Например, выпуклости 402 и 403 могут выступать с противоположных сторон механического волновода 400.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления каждая выпуклость 402 и 403 расположена по части окружности механического волновода 400, следует понимать, что по меньшей мере одна выпуклость 402, 403 может располагаться по всей окружности механического волновода 400, образуя кольцо. В этом случае поперечный размер выпуклости соответствует внешнему диаметру кольца.

В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка 404 выполнена из материала с такими характеристиками непроницаемости для излучения и пластичности, которые обеспечивают ее хорошую различимость на медицинских изображениях и высокую технологичность. Например, рентгеноконтрастная метка 404 может быть

5 выполнена из золота или платины.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления механический волновод 400 и рентгеноконтрастная метка 404 имеют цилиндрическую или трубчатую форму, следует понимать, что механический волновод 400 и рентгеноконтрастная метка 404 могут иметь различную геометрию. Например, механический волновод 400 и

10 рентгеноконтрастная метка могут иметь по существу прямоугольную или квадратную форму поперечного сечения.

Несмотря на то, что в проиллюстрированном варианте осуществления механический волновод 400 и метка 404 имеют по существу одинаковую форму, т.е. цилиндрическую или трубчатую форму, следует понимать, что возможны и другие варианты. Например,

15 механический волновод 400 может иметь цилиндрическую форму, при этом рентгеноконтрастная метка 404 может иметь прямоугольную или квадратную форму поперечного сечения.

Следует понимать, что форма и внутренние размеры рентгеноконтрастной метки 404 до прикрепления к механическому волноводу 400 могут быть различными, при

20 условии, что рентгеноконтрастная метка 404 может быть установлена вокруг механического волновода 400, пройдя поверх по меньшей мере одной выпуклости 402, 403, чтобы расположиться между выпуклостями 402 и 403. Например, внутренний размер рентгеноконтрастной метки 404 может быть больше поперечного размера второй выпуклости 403, но меньше поперечного размера первой выпуклости 402. В

25 этом случае рентгеноконтрастная метка 404 устанавливается вокруг механического волновода 400 с его дистального конца и скользит поверх второй выпуклости 403, чтобы расположиться между двумя выпуклостями 402 и 403. В другом примере внутренний размер рентгеноконтрастной метки 404 может быть больше поперечного размера первой выпуклости 402, но меньше поперечного размера второй выпуклости

30 403. В этом случае рентгеноконтрастная метка 404 устанавливается вокруг механического волновода 400 с его проксимального конца и скользит поверх первой выпуклости 402, чтобы расположиться между двумя выпуклостями 402 и 403. В еще одном примере внутренний размер рентгеноконтрастной метки 404 может быть больше поперечного размера как первой, так и второй выпуклости 402 и 403, как описано выше.

35 Следует также понимать, что рентгеноконтрастная метка 404 после расположения между двумя выпуклостями может быть деформирована любым подходящим образом, при условии, что ее конечный максимальный внутренний размер будет меньше поперечного размера двух выпуклостей 402 и 403. В одном варианте осуществления конечный внутренний размер рентгеноконтрастной метки 404 выбирают таким образом,

40 чтобы минимизировать контакт между деформированной рентгеноконтрастной меткой 404 и механическим волноводом 400.

Как правило, исходная трубчатая геометрия рентгеноконтрастной метки может быть цельной или сегментированной. Например, рентгеноконтрастная метка 404 может содержать множество отдельных или соединенных колец с однородной или

45 изменяющейся индивидуальной длиной, которые имеют одинаковую геометрию поперечного сечения. Метка также может содержать проволоку, намотанную в виде катушки, или содержать комбинацию отдельных или соединенных вместе трубок, отдельных или соединенных вместе колец и катушек.

В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка 404 после обжата или волочения может иметь регулярную и гладкую внутреннюю и/или наружную поверхность или она может иметь нерегулярную внутреннюю и/или наружную поверхность, содержащую, например, такие элементы, как сгибы или гребни. Такую нерегулярную конечную поверхность можно получить путем изготовления рентгеноконтрастной метки 404 с предварительно сформированными сгибами или гребнями, которые после обжата или волочения увеличиваются, например, до больших сгибов, гребней или складок. Такая геометрия может обеспечить минимизацию контакта между рентгеноконтрастной меткой и механическим волноводом 400.

На фиг. 10 показан вариант осуществления рентгеноконтрастной метки с прорезью 430. Подобно рентгеноконтрастной метке 404, рентгеноконтрастная метка 430 имеет трубчатую форму и расположена вдоль продольной оси. Рентгеноконтрастная метка 430 также содержит прорезь или отверстие 432, расположенное вдоль продольной оси рентгеноконтрастной метки 430 от ее проксимального конца до ее дистального конца.

Ширину прорези 432 выбирают так, чтобы она была больше бокового размера механического волновода 400, обеспечивая возможность надевания рентгеноконтрастной метки 430 со стороны прорези на механический волновод 400. Поместив прорезь 432 между двумя выпуклостями 402 и 403, ее закрывают путем обжата или волочения, чтобы предотвратить соскальзывание рентгеноконтрастной метки 430 с боковой стороны механического волновода 400. Конечную геометрию однократно или многократно обжатой рентгеноконтрастной метки 430 выбирают таким образом, чтобы также предотвратить соскальзывание рентгеноконтрастной метки 430 по оси со своего места между двумя выпуклостями 402 и 403 на механическом волноводе 400, при этом минимизируя физический контакт между рентгеноконтрастной меткой 430 и механическим волноводом 400.

В одном варианте осуществления, когда такая трубчатая метка с прорезью установлена на своем месте на механическом волноводе 400, прорезь 432 частично закрыта, в результате чего конечной ширины прорези 432 недостаточно, чтобы позволить рентгеноконтрастной метке 432 соскользнуть с боковой стороны механического волновода 400.

В другом варианте осуществления прорезь 432 полностью закрыта. Закрытую прорезь 432 можно получить за счет того, что две стороны прорези 432 примыкают друг к другу или две стороны перекрываются друг с другом.

Чтобы предотвратить повторное открытие прорези 432, открытая или закрытая прорезь 432 может быть частично или полностью соединена, например, посредством сварки, пайки или склеивания. Другой способ предотвратить повторное открытие прорези 432 состоит в покрытии внешней окружности рентгеноконтрастной метки 430 фиксирующей трубкой или втулкой с такими же внутренними размерами, что и внешние размеры рентгеноконтрастной метки 430. Такая фиксирующая трубка может закрепляться на месте установки, например, посредством сварки, пайки или приклеивания к рентгеноконтрастной метке 430. Фиксирующая трубка также может быть выполнена из термоусаживаемого материала, нагрев которого обеспечивает надежное крепление фиксирующей трубки к рентгеноконтрастной метке 430.

Рентгеноконтрастная метка 430 может быть цельной или сегментированной.

Например, рентгеноконтрастная метка 430 может содержать множество отдельных или соединенных прорезных колец с однородной или изменяющейся индивидуальной длиной, имеющих одинаковую геометрию поперечного сечения. Рентгеноконтрастная метка 430 также может содержать комбинацию отдельных или соединенных прорезных

трубок и колец.

Несмотря на то, что в описанных выше механических волноводах с углубленным участком этот углубленный участок имеет постоянные поперечные размеры, например, постоянный диаметр по длине углубленного участка, следует понимать, что поперечные
5 размеры углубленного участка могут быть иными, как показано на фиг. 11 и 12.

На фиг. 11 показан один вариант осуществления узла 500 механического волновода, содержащего механический волновод 502 и катушечную рентгеноконтрастную метку 504, прикрепленную к механическому волноводу 502. Механический волновод 502 имеет в целом цилиндрическую форму, т.е. поперечное сечение механического волновода
10 502 является круглым. Механический волновод 502 расположен между проксимальным концом (не показан) и дистальным концом 506 и содержит проксимальный участок 508, дистальный участок 512 и углубленный участок 510, расположенный между проксимальным и дистальным участками 508 и 512. Проксимальный участок 508 имеет постоянный диаметр D1 вдоль его длины и дистальный участок 512 также имеет
15 постоянный диаметр D2 вдоль его длины. Диаметр D3 углубленного участка 510 уменьшается от его проксимального конца до его дистального конца. Диаметр D3 углубленного участка 510 на проксимальном конце равен диаметру D1 проксимального участка 508, а диаметр D3 углубленного участка 510 на дистальном конце меньше диаметра D2 дистального участка 512. Диаметр D2 дистального участка 512 может
20 быть равен, быть меньше или быть больше диаметра D1 проксимального участка 508, при условии, что он превышает диаметр D3 на дистальном конце углубленного участка 510.

Рентгеноконтрастная метка 504 содержит катушку, намотанную вокруг углубленного участка 510 и имеющую по существу трубчатую форму. Рентгеноконтрастная метка
25 504 расположена между проксимальным концом и дистальным концом, а длина рентгеноконтрастной метки 504 меньше длины углубленного участка 510. Когда рентгеноконтрастная метка 504 прикреплена к механическому волноводу 500 в каждой точке рентгеноконтрастной метки 504 вдоль ее длины, внутренний диаметр рентгеноконтрастной метки 504 по существу равен диаметру D3 углубленного участка.
30 Дистальный конец рентгеноконтрастной метки 504 (т.е. дистальный виток катушки) примыкает к проксимальной стенке 514 дистального участка 512. Поскольку длина рентгеноконтрастной метки 504 меньше длины углубленного участка 510, диаметр рентгеноконтрастной метки 504 на ее проксимальном конце меньше диаметра D1 проксимального участка 508.

Поскольку дистальный конец рентгеноконтрастной метки 504 примыкает к проксимальной стенке 514 дистального участка 512, а диаметр проксимального конца рентгеноконтрастной метки 504 меньше максимального диаметра углубленного участка 510 (т.е. диаметра D1), рентгеноконтрастная метка 504 прикреплена к механическому волноводу 502 и не может перемещаться вдоль продольной оси механического
40 волновода 502. В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка 504 может вращаться вокруг продольной оси механического волновода 502 после прикрепления к нему.

Следует понимать, что размеры рентгеноконтрастной метки 504 могут быть иными при условии, что ее длина меньше длины углубленного участка 510, ее диаметр на
45 проксимальном конце меньше максимального диаметра углубленного участка, то есть, диаметра D1, а ее диаметр на дистальном конце меньше диаметра D2 дистального участка 512. Например, в каждой точке по длине рентгеноконтрастной метки 504 диаметр рентгеноконтрастной метки 504 может быть больше диаметра углубленного

участка 510, при условии, что диаметр проксимального конца рентгеноконтрастной метки 504 меньше, чем D1, а диаметр дистального конца рентгеноконтрастной метки 504 меньше, чем D2.

На фиг. 12 показан один вариант осуществления узла 600 механического волновода, содержащего механический волновод 602 и катушечную рентгеноконтрастную метку 604, прикрепленную к механическому волноводу 602. Механический волновод 602 имеет в целом цилиндрическую форму (т.е. поперечное сечение механического волновода 602 является круглым). Механический волновод 602 расположен между проксимальным концом (не показан) и дистальным концом 606 и содержит проксимальный участок 608, дистальный участок 612 и углубленный участок 610, расположенный между проксимальным и дистальным участками 608 и 612. Проксимальный участок 608 имеет постоянный диаметр D1 вдоль его длины. Дистальный участок 612 содержит проксимальную часть 614 и дистальную часть 616. Диаметр проксимальной части 614 увеличивается от углубленного участка 610 до дистальной части 616, а дистальная часть 616 имеет постоянный диаметр D2 вдоль ее длины. Диаметр D3 углубленного участка 610 уменьшается от его проксимального конца до его дистального конца. Диаметр D3 углубленного участка 610 на проксимальном конце равен диаметру D1 проксимального участка 608, а диаметр D3 углубленного участка 610 на дистальном конце меньше диаметра D2 дистальной части 616. Диаметр D2 дистальной части 616 может быть равен, быть меньше или быть больше диаметра D1 проксимального участка 608, при условии, что он превышает диаметр D3 на дистальном конце углубленного участка 610.

Рентгеноконтрастная метка 604 содержит катушку, намотанную вокруг углубленного участка 610 и имеющую по существу трубчатую форму. Рентгеноконтрастная метка 604 расположена между проксимальным концом и дистальным концом, а длина рентгеноконтрастной метки 604 меньше длины углубленного участка 610. Когда рентгеноконтрастная метка 604 прикреплена к механическому волноводу 600 в каждой точке рентгеноконтрастной метки 604 вдоль ее длины, внутренний диаметр рентгеноконтрастной метки 604 по существу равен диаметру D3 углубленного участка. Дистальный конец рентгеноконтрастной метки 604 (т.е. дистальный виток катушки) примыкает к проксимальной части 614 дистального участка 612. Поскольку длина рентгеноконтрастной метки 604 меньше длины углубленного участка 610, диаметр рентгеноконтрастной метки 604 на ее проксимальном конце меньше диаметра D1 проксимального участка 608.

Поскольку дистальный конец рентгеноконтрастной метки 604 примыкает к проксимальной части 614 дистального участка 612, а диаметр проксимального конца рентгеноконтрастной метки 604 меньше максимального диаметра углубленного участка 610 (т.е. диаметра D1), рентгеноконтрастная метка 604 прикреплена к механическому волноводу 602 и не может перемещаться вдоль продольной оси механического волновода 602. В одном варианте осуществления рентгеноконтрастная метка 604 может вращаться вокруг продольной оси механического волновода 602 после прикрепления к нему.

Следует понимать, что размеры рентгеноконтрастной метки 604 могут быть иными при условии, что ее длина меньше длины углубленного участка 610, ее диаметр на проксимальном конце меньше максимального диаметра углубленного участка (т.е. диаметра D1), а диаметр на ее дистальном конце меньше диаметра D2 дистальной части 616. Например, в каждой точке по длине рентгеноконтрастной метки 604 диаметр рентгеноконтрастной метки 604 может быть больше диаметра углубленного участка

610, при условии, что диаметр проксимального конца рентгеноконтрастной метки 604 меньше, чем D1, а диаметр дистального конца рентгеноконтрастной метки 604 меньше, чем D2.

В одном варианте осуществления длину выступов, таких как выступы 216, 218, 318, 402 и 403, выбирают такой, чтобы она была меньше длины волны механических волн или импульсов, распространяющихся по механическому волноводу или передающему элементу, чтобы минимизировать дифракцию бегущих механических волн или импульсов и/или потери при их распространении. Например, длина выступов вдоль продольной оси механического волновода может составлять менее 1/10 длины волны механических волн или импульсов, которые должны распространяться в механическом волноводе.

Варианты осуществления изобретения, описанные выше, приведены лишь в качестве примера. Таким образом, объем настоящего изобретения ограничен исключительно объемом приложенной формулы изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Устройство для передачи широкополосных импульсных механических волн, содержащее:

механический волновод удлиненной формы, расположенный между проксимальным концом и дистальным концом, причем проксимальный конец выполнен с возможностью функционально связываться с генератором импульсов, формирующим широкополосные механические волны, для распространения широкополосных механических импульсов, введенных на проксимальном конце, до дистального конца; и

рентгеноконтрастную метку, прикрепленную к механическому волноводу рядом с его дистальным концом для уменьшения утечки широкополосных импульсных механических волн.

2. Устройство по п. 1, в котором механический волновод содержит углубленный участок рядом с дистальным концом, а рентгеноконтрастная метка расположена по меньшей мере на части углубленного участка.

3. Устройство по п. 2, в котором механический волновод содержит проксимальный участок и дистальный участок, каждый из которых находится рядом с углубленным участком, причем дистальный участок содержит дистальный конец механического волновода.

4. Устройство по п. 3, в котором рентгеноконтрастная метка расположена между первым концом и вторым концом, причем один или оба конца примыкают к одному или обоим из дистального и проксимального участков.

5. Устройство по п. 4, в котором дистальный участок содержит первую дистальную часть, находящуюся рядом с углубленным участком и имеющую увеличивающийся диаметр, и вторую дистальную часть, имеющую постоянный диаметр и расположенную вплоть до дистального конца удлиненного элемента, причем второй конец рентгеноконтрастной метки примыкает к первой дистальной части дистального участка.

6. Устройство по п. 5, в котором проксимальный участок содержит первую проксимальную часть, находящуюся рядом с углубленным участком и имеющую увеличивающийся диаметр, и вторую проксимальную часть, имеющую по существу постоянный диаметр, причем первый конец рентгеноконтрастной метки примыкает к первой проксимальной части проксимального участка.

7. Устройство по п. 6, в котором проксимальный участок дополнительно содержит третью проксимальную часть, имеющую уменьшающийся диаметр, причем вторая проксимальная часть расположена между первой и третьей проксимальными частями.

8. Устройство по п. 6 или 7, в котором рентгеноконтрастная метка содержит катушку, намотанную вокруг углубленного участка.

9. Устройство по п. 8, в котором катушка представляет собой однослойную катушку.

10. Устройство по п. 8, в котором катушка представляет собой многослойную катушку.

11. Устройство по любому из пп. 1-10, в котором рентгеноконтрастная метка выполнена из или покрыта одним из следующего: вольфрам, платина, золото, золотой сплав и легированный полимер.

12. Устройство по любому из пп. 1-11, в котором механический волновод выполнен из нержавеющей стали, алюминия, алюминиевого сплава, титана, титанового сплава, нитинола или плавленого кварца.

13. Устройство по п. 12, в котором титановый сплав содержит Ti-6Al-4V, Ti-11,5Mo-6Zr-4,5Sn (титан бета III) или Ti-3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr (титан бета C).

14. Устройство по любому из пп. 1-13, в котором по меньшей мере часть удлиненного элемента покрыта гидрофильным покрытием или гидрофобным покрытием.

15. Устройство по любому из пп. 1-14, в котором по меньшей мере часть удлиненного элемента покрыта антифрикционным покрытием.

16. Узел для распространения широкополосных импульсных механических волн, содержащий:

механический волновод, содержащий первую удлиненную конструкцию, расположенную вдоль первой продольной оси между проксимальным концом и дистальным концом, причем проксимальный конец механического волновода выполнен с возможностью функционально связываться с генератором импульсов, формирующим широкополосные механические волны, и механический волновод снабжен по меньшей мере двумя выступами, выступающими от его наружной поверхности, находящейся рядом с дистальным концом, причем два выступа разнесены друг от друга на заданное расстояние вдоль первой продольной оси; и

рентгеноконтрастную метку, содержащую вторую удлиненную конструкцию, выполненную из рентгеноконтрастного материала и расположенную вдоль второй продольной оси, причем вторая удлиненная конструкция является поллой, чтобы она могла располагаться вокруг первой удлиненной конструкции между двумя выступами, и является деформируемой, чтобы ее внутренний размер мог уменьшаться для удерживания второй удлиненной конструкции между двумя выступами,

в котором внутренний размер рентгеноконтрастной метки после ее деформирования и установки между двумя выступами больше внешнего размера участка первой удлиненной конструкции, находящегося между двух выступов, для уменьшения утечки широкополосных импульсных механических волн.

17. Узел по п. 16, в котором первая удлиненная конструкция имеет цилиндрическую форму, а вторая удлиненная конструкция имеет трубчатую конструкцию, причем внутренний диаметр второй удлиненной конструкции меньше поперечного размера по меньшей мере одного из двух выступов.

18. Узел по п. 17, в котором два выступа расположены вдоль части окружности первой удлиненной конструкции.

19. Узел по любому из пп. 16-18, в котором вторая удлиненная конструкция содержит прорезь, расположенную продольно от ее проксимального конца до ее дистального конца.

20. Узел по п. 19, дополнительно содержащий трубку, выполненную с возможностью ее размещения вокруг рентгеноконтрастной метки.

21. Способ изготовления конструкции механического волновода для распространения широкополосных импульсных механических волн, включающий:

обеспечение механического волновода, содержащего первую удлиненную конструкцию, расположенную вдоль первой продольной оси между проксимальным концом и дистальным концом, причем проксимальный конец выполнен с возможностью функционально связываться с генератором импульсов, формирующим широкополосные механические волны, и механический волновод снабжен по меньшей мере двумя выступами, выступающими от его наружной поверхности, причем два выступа разнесены друг от друга на заданное расстояние вдоль первой продольной оси;

обеспечение рентгеноконтрастной метки, содержащей вторую удлиненную конструкцию, выполненную из рентгеноконтрастного материала, расположенную вдоль второй продольной оси и имеющую длину меньшую или равную заданному расстоянию, причем вторая удлиненная конструкция является поллой, чтобы она могла располагаться вокруг первой удлиненной конструкции между двумя выступами, и является деформируемой, чтобы ее внутренний размер мог уменьшаться для удерживания второй удлиненной конструкции между двумя выступами;

размещение второй удлиненной конструкции вокруг первой удлиненной конструкции между двумя выступами; и

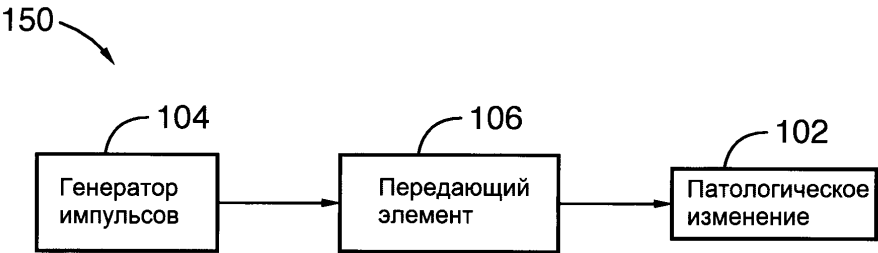
механическое деформирование второй удлиненной конструкции так, чтобы ее внутренний размер был меньше поперечного размера двух выступов, прикрепляя таким образом рентгеноконтрастную метку к первой удлиненной конструкции между двумя выступами, при этом внутренний размер рентгеноконтрастной метки после механического деформирования превышает внешний размер участка первой удлиненной конструкции, находящегося между двумя выступами, для уменьшения утечки

широкополосных импульсных механических волн.

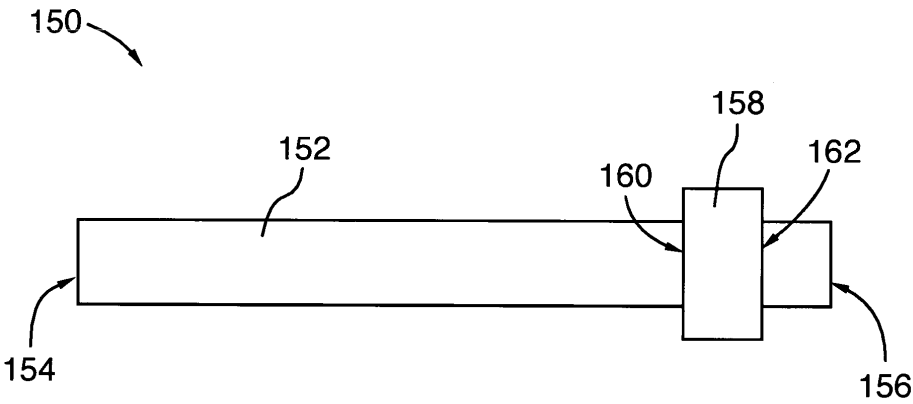
22. Способ по п. 21, в котором механическое деформирование включает обжатие или волочение второй удлиненной конструкции.

23. Способ по п. 21 или 22, в котором вторая удлиненная конструкция содержит прорезь, расположенную продольно от ее проксимального конца до ее дистального конца.

1

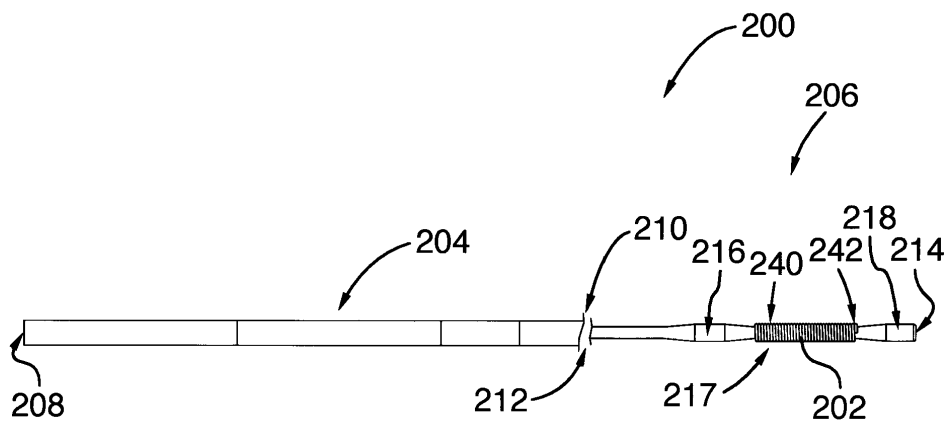


ФИГ.1

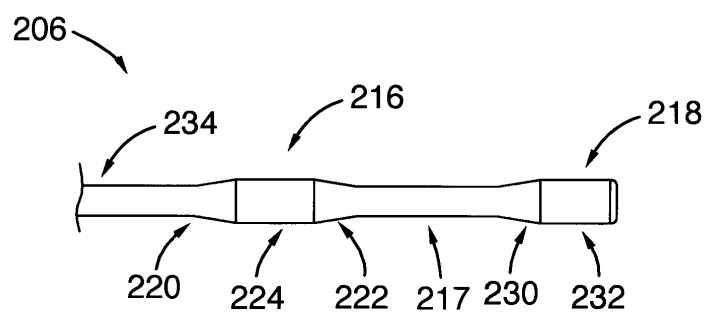


ФИГ.2

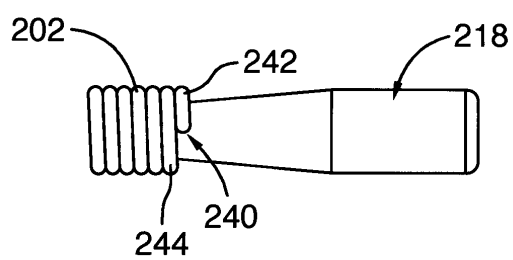
2



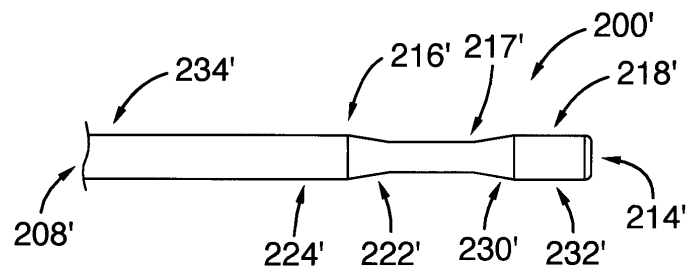
ФИГ.3



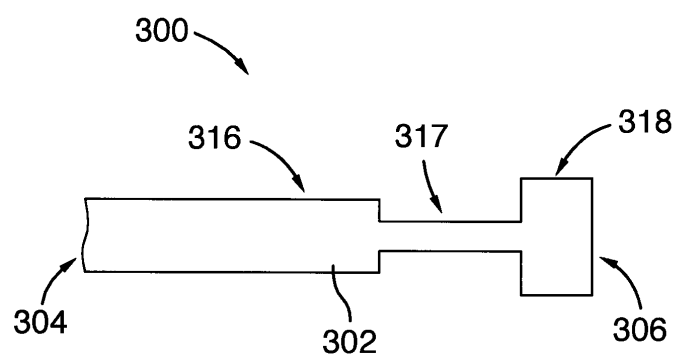
ФИГ.4



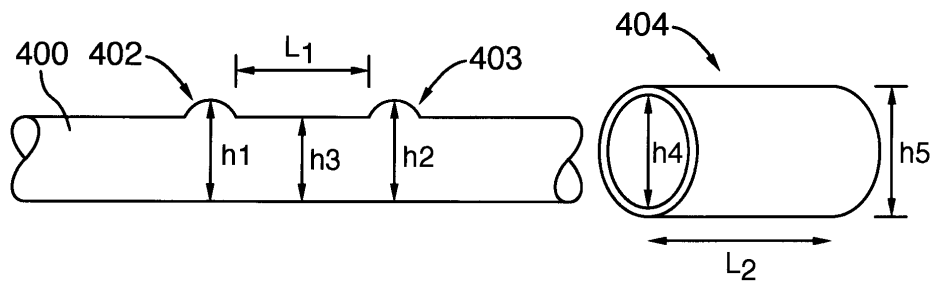
ФИГ.5



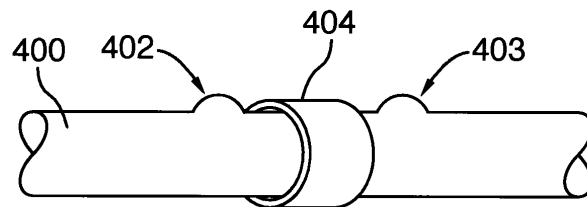
ФИГ.6



ФИГ.7



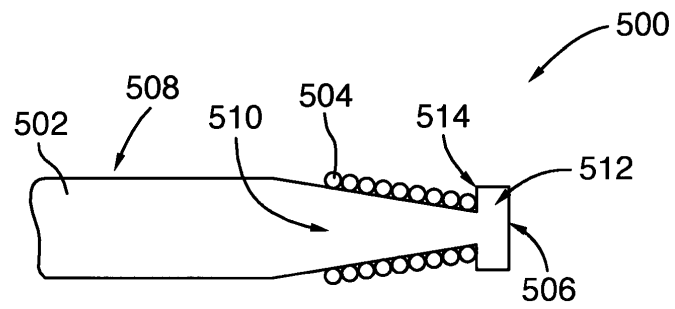
ФИГ.8



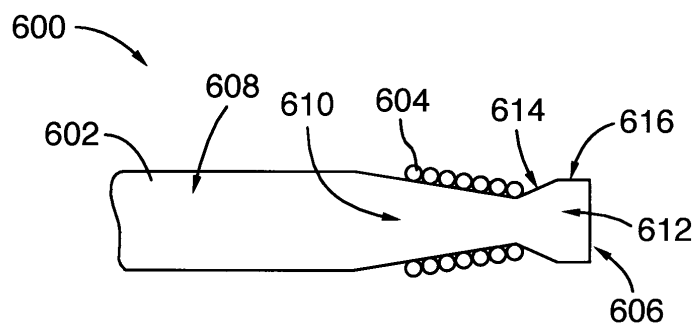
ФИГ.9



ФИГ.10



ФИГ.11



ФИГ.12