

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202391136** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.08.31

(22) Дата подачи заявки
2021.10.15

(51) Int. Cl. *A61B 17/435* (2006.01)
A61B 90/00 (2016.01)
A61B 90/30 (2016.01)
A61B 17/00 (2006.01)
A61B 1/005 (2006.01)
A61B 1/06 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)
A61D 19/04 (2006.01)
A61B 17/34 (2006.01)
A61M 25/01 (2006.01)

(54) СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕНОСА ЭМБРИОНОВ

(31) **20382905.6**

(32) **2020.10.15**

(33) **EP**

(86) **PCT/EP2021/078712**

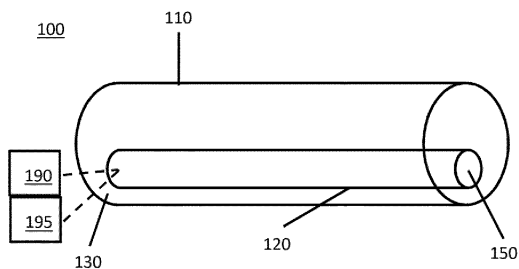
(87) **WO 2022/079301 2022.04.21**

(71) Заявитель:
ПРЕМИУМ ФЕРТИЛИТИ С.Л. (ES)

(72) Изобретатель:
**Симон Вальес Карлос, Сантамария
Коста Хавьер, Хименес Морено Давид
(ES)**

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

(57) Изобретение относится к дозирующим инструментам и способам для введения лечебного вещества и жидкотекучего материала вместе с эмбрионом в матку. В частности, настоящее изобретение относится к устройствам для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки у людей или любых других видов млекопитающих и связанным компьютерным программам для управления упомянутыми устройствами.



A1

202391136

202391136

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-578108EA/019

СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕНОСА ЭМБРИОНОВ

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к дозирующим инструментам и способам для введения лечебного вещества и жидкотекучего материала вместе с эмбрионом в матку. В частности, настоящее изобретение относится к устройствам для доставки оплодотворенной яйцеклетки в матку и к соответствующим им компьютерным программам для управления упомянутым устройствам.

Уровень техники изобретения

Экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО) человека с переносом эмбрионов (ЕТ), впервые успешно выполненное в 1978 г., стало широко применяемой процедурой лечения бесплодных супружеских пар, которые безуспешно лечились более обычными способами, такими как суперовуляция и внутриматочное осеменение. Наиболее общими показаниями для ЭКО и близких процедур, таких как экстракорпоральное оплодотворение с использованием гамет или перенос гамет в маточную трубу (ГИФТ), которые охватывают случаи женщин с заблокированными маточными трубами и низкого качества спермы и/или яйцеклеток. Сопутствующие факторы включают в себя возраст женщины и степень имплантационной готовности. Процедуру можно также использовать в случаях тяжелого мужского фактора бесплодия, внутрицитоплазматической инъекции спермы, когда возможным вариантом является прямая (внутрицитоплазматическая) инъекция спермы.

ЭКО/ЕТ процедура обычно включает в себя гормональную стимуляцию женщины, чтобы сначала подавить ее собственную способность к овуляции, затем стимуляцию роста фолликул в яичниках с помощью лекарственного препарата для повышения фертильности. Зрелые яйцеклетки извлекают из яичника трансвагинальным путем с использованием иглы, предпочтительно под ультразвуковым контролем. После извлечения яйцеклеток яйцеклетки идентифицируют и сортируют по степени зрелости и затем помещают вместе с образцом спермы от мужчины. Приблизительно через 24 часа после оплодотворения, яйцеклетки исследуют для подтверждения оплодотворения, которое происходит в приблизительно от 65% до 85% отобранных яйцеклеток.

По истечении короткого периода развития, эмбрионы переносят вместе с некоторым объемом жидкости в матку, с использованием катетера для переноса. Катетер для переноса обычно изготовлен из мягкого пластикового материала, чтобы исключить повреждение эндометрия. Существует множество потенциальных затруднений для выполнения успешной имплантации. Вследствие мягкости стандартного катетера для переноса, во многих случаях кончик катетера может складываться или отгибаться от дна матки. Кончик может также случайно пройти между слоем эндометрия и миометрием. И наоборот, более жесткий катетер повышает риск травмы матки или шейки, что впоследствии может привести к выделению простагландинов и экспульсии яйцеклетки из эндометрия.

Одним из конкретных затруднений для выполнения успешной имплантации является сложность визуального наблюдения хирургом матки и эндометрия, в который имплантируют эмбрион.

Сущность изобретения

В соответствии с первым аспектом изобретения предлагается устройство, пригодное для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, содержащее корпус, выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, при этом корпус содержит: просвет, продолжающийся от проксимального конца корпуса до дистального участка корпуса и имеющий дистальное отверстие на дистальном участке корпуса, причем просвет выполнен с возможностью вмещения по скользящей посадке внутреннего корпуса, имеющего дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия; причем устройство дополнительно содержит: первый исполнительный элемент, выполняющий функцию выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия корпуса, и второй исполнительный элемент, выполняющий функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса.

В частном варианте осуществления устройство дополнительно содержит измерительный узел, выполненный с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; и

индикаторное устройство, связанное с измерительным узлом и выполненное с возможностью указания, что устройство находится в первом состоянии или втором состоянии.

В частном варианте осуществления, устройство дополнительно содержит измерительный узел, содержащий измерительный участок, расположенный на дистальном участке корпуса, при этом измерительный узел выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; и

индикаторное устройство, соединенное с измерительным узлом и выполненное с возможностью указания, что измерительный узел находится в первом состоянии или втором состоянии;

причем первый исполнительный элемент выполнен с возможностью выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия на по меньшей мере предварительно заданное расстояние.

В соответствии со вторым аспектом изобретения предлагается компьютерный программный продукт, выполненный с возможностью управления устройством по первому аспекту, при этом один или более исполнительных элементов имеют электронное управление, и компьютерный программный продукт содержит инструкции, которые, при выполнении программы компьютером, предписывают компьютеру выполнять следующие этапы: получение инструкции на приведение в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов; и приведение в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов.

Краткое описание чертежей

Для обеспечения возможности более полного понимания настоящего изобретения и представления возможного способа его осуществления далее будут приведены ссылки, но только для примера, на прилагаемые схематические чертежи, на которых:

Фиг. 1А - вид в перспективе устройства, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 1В - вид в перспективе другого устройства, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 1С - вид в перспективе другого устройства, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 1D - вид в перспективе другого устройства, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 1Е - вид в перспективе другого устройства, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 1F - вид в перспективе другого устройства, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 2А - вид в перспективе измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 2В и 2С - отображаемые картины формирователя изображения измерительного узла, показанного на фиг. 2А, в соответствии с одним или более

вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 3 - вид в перспективе блока формирования изображения, содержащего формирователь изображения, для применения в составе измерительного узла в одном или более вариантах осуществления, представленных и описанных в настоящей заявке;

Фиг. 4 - вид спереди измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 5А - вид сбоку в разрезе измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 5В и 5С - отображаемые картины формирователя изображения измерительного узла, показанного на фиг. 5А, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 6 - вид спереди измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 7А - вид в перспективе измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 7В - вид сбоку в разрезе измерительного участка, показанного на фиг. 7А, взятом по линии А-А;

Фиг. 7С и 7D - отображаемые картины формирователя изображения измерительного узла, показанного на фиг. 7А, в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 8А - вид в перспективе измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 8В и 8С - вид сбоку в разрезе измерительного участка, показанного на фиг. 8А, взятом по линии А-А, в разных конфигурациях;

Фиг. 9А - вид сбоку направляющего механизма в соответствии с некоторыми вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 9В - вид сбоку другого направляющего механизма в соответствии с некоторыми вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 9С - вид сверху направляющих механизмов, показанных на фиг. 9А или 9В;

Фиг. 9D - вид сбоку направляющего механизма с тросиком в убранном положении в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 9Е - вид в перспективе третьего исполнительного элемента в соответствии с некоторыми вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 9F - вид в перспективе третьего исполнительного элемента, показанного на фиг. 9Е, с внешней оболочкой, изображенной в прозрачном виде;

Фиг. 9G - вид в перспективе внутреннего элемента направляющего механизма в соответствии с некоторыми вариантами осуществления, представленными и описанными

в настоящей заявке;

Фиг. 9Н - вид в перспективе направляющего механизма в соответствии с некоторыми вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке, с внешней оболочкой, изображенной в частично прозрачном виде;

Фиг. 10А-10D - виды в перспективе устройства в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке, в различных конфигурациях;

Фиг. 11 - схема индикаторного устройства в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 12 - схема компьютера, который можно использовать для управления устройством в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 13А - вид в перспективе с разрезом соединителя в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 13В - увеличенный вид части соединителя, показанного на фиг. 13А;

Фиг. 13С - вид в перспективе проксимального конца соединителя в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 13D - вид в перспективе дистального конца контроллера движения в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 13Е - покомпонентный вид соединителя, показанный на фиг. 13А;

Фиг. 13F - вид в перспективе соединения между соединителем корпуса и дистальным концом контроллера движения в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 13G - вид в перспективе проксимального участка контроллера движения в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 13Н - вид в перспективе контроллера движения в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 14А - вид сбоку в разрезе баллонного катетера в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 14В и 14С - увеличенные виды сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14А;

Фиг. 14D - вид сбоку в разрезе другого баллонного катетера в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 14Е - вид сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14D в невывернутом состоянии;

Фиг. 14F - вид сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14D в

вывернутом состоянии;

Фиг. 14G - вид в перспективе другого баллонного катетера в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 14H - вид сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14G;

Фиг. 14I - другой вид сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14G;

Фиг. 14J - вид в перспективе другого баллонного катетера в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке;

Фиг. 14K - вид в перспективе дистального конца баллонного катетера, показанного на фиг. 14G, в вывернутом состоянии;

Фиг. 14L - увеличенный вид сбоку в разрезе дистального конца баллонного катетера, показанного на фиг. 14K; и

Фиг. 15 - блок-схема последовательности операций примерного способа применения устройства в соответствии с одним или более вариантами осуществления, представленными и описанными в настоящей заявке.

Подробное описание

Фиг. 1A является видом в перспективе устройства 100, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, при этом устройство 100 содержит корпус 110 (например, катетер), выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин. Корпус содержит просвет 120, продолжающийся от проксимального конца 130 корпуса 110 до дистального участка 140 корпуса 110 и имеющий дистальное отверстие 150 на дистальном участке 140 корпуса. Просвет 120 выполнен с возможностью вмещения по скользящей посадке внутреннего корпуса 160, имеющего дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия. Устройство 100 также содержит первый исполнительный элемент 190, выполняющий функцию выдвижения внутреннего корпуса 160 из дистального отверстия 150 корпуса 110, и второй исполнительный элемент 195, выполняющий функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона из внутреннего корпуса.

Размеры корпуса 110 на фиг. 1A-1F показаны увеличенными для большей ясности, тогда как в реальности корпус 110 является узким удлиненным корпусом, выполненным с возможностью продолжения в матку до эндометриального эпителия.

На фиг. 1B представлен вариант осуществления устройства 100, показанного на фиг. 1A, в котором устройство 100 дополнительно включает в себя внутренний корпус 160, имеющий дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия. В данном варианте осуществления внутренний корпус 160 показан расположенным в просвете 120 корпуса 110. Плунжер 165 вмещается во внутреннем корпусе 160 и выполнен с возможностью продвижения к дистальному концу внутреннего

корпуса 160, при приведении в движение вторым исполнительным элементом 195, и вытеснения оплодотворенной яйцеклетки, которая помещается внутри внутреннего корпуса 160.

На фиг. 1С представлен вариант осуществления устройства 100, показанного на фиг. 1А, в котором устройство дополнительно содержит реперную метку 163, присутствующую на корпусе 110, предпочтительно на дистальном участке корпуса 110. Такая реперная метка 163 устанавливает предварительно заданное положение внутреннего корпуса 160 внутри просвета корпуса 110, в частности, относительно дистального конца 150 корпуса 110.

Как показано на фиг. 1С, предварительно заданное положение дистального конца внутреннего корпуса 160 является смещенным на предварительно заданное расстояние относительно дистального конца 150 корпуса 110.

Фиг. 1D является видом в перспективе другого устройства 100, пригодного для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки, содержащего корпус 110 (например, катетер), выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин. Корпус содержит просвет 120, продолжающийся от проксимального конца 130 корпуса 110 до дистального участка 140 корпуса 110 и имеющий дистальное отверстие 150 на дистальном участке 140 корпуса. Просвет 120 выполнен с возможностью вмещения по скользящей посадке внутреннего корпуса 160, имеющего дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия. Устройство 100 дополнительно содержит измерительный узел, содержащий измерительный участок 170, расположенный на дистальном участке 140 корпуса 110 (т.е. проксимально относительно дистального отверстия 150). Измерительный узел 170 выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным отверстием 150 корпуса 110 и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние (т.е. в направлении, в котором внутренний корпус выдвигается из дистального отверстия 150), или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным отверстием 150 корпуса 110 и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния. Устройство 100 дополнительно содержит индикаторное устройство 180, связанное с измерительным узлом 170 и выполненное с возможностью указания, что измерительный узел 170 находится в первом состоянии или втором состоянии. Измерительный узел может быть съемным со корпуса 110. В частности, измерительный участок 170 может вмещаться по скользящей посадке в просвет корпуса таким образом, что его можно извлечь из корпуса 110 через просвет, что означает возможность многократного использования измерительного узла. Устройство 100 также содержит первый исполнительный элемент 190, выполняющий функцию выдвижения внутреннего корпуса 160 из дистального отверстия 150 корпуса 110 на по меньшей мере предварительно заданное расстояние, и второй исполнительный элемент 195, выполняющий функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего

корпуса (например, выдвижения плунжера 165).

Предварительно заданное расстояние может быть, например, меньше, чем 6 мм. Внутренний корпус можно сдвигать со скольжением для выдвижения из дистального отверстия на любое подходящее расстояние, задаваемое предварительно заданным расстоянием до эндометриального эпителия и требуемой глубиной имплантации эмбриона. Например, внутренний корпус 160 можно сдвигать со скольжением для выдвижения на 0-6 мм из дистального отверстия 150 корпуса 110.

Корпус 110 может быть удлиненным корпусом, изготовленным из любого подходящего гибкого и биосовместимого материала, такого как политетрафторэтилен (PTFE), фторэтиленпропилен (FEP), полиэфирэфиркетон (PEEK) или другой гибкий скользкий материал. Удлиненный корпус 110, и просветы могут быть сформированы, например, с помощью известных способов экструзии. Наружный диаметр корпуса 110 может быть в пределах от 1 мм до 1,6 мм, предпочтительнее от 1,2 мм до 1,4 мм, и еще предпочтительнее, составлять 1,3 мм. Полная длина корпуса 110 может быть любой подходящей длиной для введения до положения, проксимального относительно эндометриального эпителия. Например, корпус 110 может иметь длину от 400 мм до 500 мм, например 450 мм.

Внутренний корпус 160 может быть изготовлен из любого подходящего биосовместимого материала, такого как PEEK и полиимид (PI). Эти материалы допускают изготовление относительно тонких стенок внутреннего корпуса 160, при одновременном обеспечении необходимой жесткости внутреннего корпуса 160 для проникания внутрь эндометриального эпителия. Внутренний корпус 160 может иметь любой подходящий наружный диаметр, который входит по скользящей посадке в просвет 120 корпуса 110. Например, просвет 120 может иметь внутренний диаметр больше, чем 0,45 мм и наружный диаметр внутреннего корпуса может быть приблизительно равен 0,45 мм.

Плунжер 165 также может быть изготовлен из таких материалов, как PTFE, FEP, PEEK или другого гибкого скользкого материала. Плунжер 165 может иметь подходящий диаметр, который точно соответствует внутреннему диаметру внутреннего корпуса 160, чтобы эффективно всасывать или вытеснять жидкость из внутреннего корпуса 160. Например, внутренний диаметр внутреннего корпуса и диаметр плунжера 165 могут быть приблизительно равны 0,28 мм.

Измерительный узел может быть любым подходящим измерительным узлом, который позволяет определять, является ли расстояние между дистальным отверстием 150 корпуса 110 и эндометриальным эпителием больше или меньше, чем предварительно заданное расстояние. Следует отметить, что измерительный узел может обеспечивать качественное определение (например, измерительный узел может переходить между двумя состояниями) или количественное измерение (например, фактическое измерение параметра, который указывает значение расстояния до эндометриального эпителия, и сравнение параметра с пороговым значением, указывающим предварительно заданное расстояние). Обе возможности обсуждаются в различных вариантах осуществления,

раскрытых в настоящей заявке. Измерительный участок 170 входит в состав измерительного узла, который выполнен с возможностью взаимодействия с эндометриальным эпителием, чтобы измерительный узел выполнял определение, и может содержать любой подходящий элемент или элементы. Элементы измерительного участка 170 могут соединяться с компонентами на проксимальном конце устройства 100, например, компонентами измерительного узла (не показанными), и индикаторного устройства 180 посредством соединений, продолжающихся через один или более просветов 175 в корпусе 110. Например, измерительный участок может содержать компоненты, оптически, акустически или электрически связанные с проксимальными компонентами измерительного узла, такими как свето- или звукоизлучатели или приемники, компоненты электросвязи или источники электропитания.

Индикаторное устройство 180 связано с измерительным узлом таким образом, что возможно определение различия между двумя состояниями измерительного узла, (т.е. связано функционально). Индикаторное устройство 180 может быть любым подходящим устройством, которое может указывать различие между двумя состояниями. Например, если измерительный узел обеспечивает качественное визуальное различие между двумя состояниями, то индикаторное устройство 180 может быть дисплеем (например, электронно-лучевым индикатором или цифровым индикатором), выполненным с возможностью отображения визуального различия для пользователя устройства, или может содержать подходящее программное обеспечение и/или аппаратуру для получения данных (например, данных изображения) из измерительного узла и выполнять анализ данных, чтобы определять состояние измерительного узла (или отображать данные изображения). Результат анализа может отображаться. В качестве альтернативы, измерительный узел может содержать программное обеспечение/аппаратуру и представлять результат анализа в индикаторное устройство 180.

Показание, обеспечиваемое индикаторным устройством 180, может представляться пользователю устройства 100, если первый исполнительный элемент 190 должен приводиться в действие вручную пользователем, (например, в виде визуального показания на дисплее или звуковой сигнализации акустическим устройством), или показание может подаваться как сигнал команды в электронный контроллер (подобный контроллерам движения, раскрытым в настоящей заявке), если первый исполнительный элемент 190 должен приводиться в действие автоматически, электронным контроллером. Показание дает оператору или контроллеру средство для проверки, что дистальное отверстие находится достаточно близко к эндометриальному эпителию, чтобы доставить оплодотворенную яйцеклетку через внутренний корпус.

Первый и второй исполнительные элементы 190, 195 могут быть любым подходящим исполнительным элементом, управляемым для выдвижения внутреннего корпуса 160 и вытеснения оплодотворенной яйцеклетки. Например, первый исполнительный элемент 190 может быть выталкивателем или другим управляемым вручную средством для выдвижения внутреннего корпуса или может содержать систему с

электродвигателем, выполненную с возможностью выдвижения внутреннего корпуса. Аналогичным образом, второй исполнительный элемент 195 может быть выполнен с возможностью сдвига плунжера, перемещаемого во внутреннем корпусе, чтобы оказывать давление на жидкость во внутреннем корпусе в дистальном направлении и вытеснять яйцеклетку. Второй исполнительный элемент может содержать ходовой винт для выдвижения плунжера, т.е. второй исполнительный элемент может приводиться в действие при приложении крутящего момента, и получаемое вращательное движение преобразуется в линейное движение плунжера. Приведение ходового винта во вращательное движение обеспечивает возможность высокоточного управления линейным движением и, следовательно, всасываемыми и дозируемыми объемами жидкости.

На фиг. 10A-10D представлены виды в перспективе устройства, в котором второй исполнительный элемент является плунжером 165. Когда индикаторное устройство 180 показывает, что дистальное отверстие 150 корпуса 110 находится на или в пределах предварительно заданном(ого) расстоянии(ия) от эндометриального эпителия, внутренний корпус 160 можно выдвинуть первым исполнительным элементом, чтобы ввести внутрь эндометриального эпителия, как показано на фиг. 10B (эндометриальный эпителий не показан). Затем второй исполнительный элемент 195 может выдвинуть плунжер 165 к дистальному концу внутреннего корпуса 160, чтобы вытеснить эмбрион, как показано на фиг. 10C. И наконец, плунжер 165 и внутренний корпус 160 можно отвести обратно в корпус 110, как показано на фиг. 10D (или корпус 110 можно вывести из матки, без отведения плунжера 165 и/или внутреннего корпуса 160). В некоторых вариантах осуществления первый и второй исполнительные элементы могут быть выполнены так, чтобы внутренний корпус 160 отодвигался, когда плунжер 165 выдвигается. Плунжер 165 может быть выдвижным относительно внутреннего корпуса 160 до по меньшей мере дистального конца внутреннего корпуса 160, что обеспечивает вытеснение эмбриона из внутреннего корпуса 160 (т.е. настолько, чтобы не дать эмбриону остаться во внутреннем корпусе 160).

Хотя на фиг. 1D показаны измерительный участок 170 и дистальное отверстие 150 корпуса 110, находящиеся на дистальной оконечности корпуса 110, в других вариантах осуществления измерительный участок 170 и дистальное отверстие 150 могут располагаться на боковой стороне дистального участка 140 корпуса 110, как показано на фиг. 1E. Просвет 120 содержит плавно изогнутую секцию, проксимальную относительно дистального отверстия 150 корпуса 110, для того, чтобы направлять вбок внутренний корпус 160.

На фиг. 1D представлен измерительный узел, содержащий измерительный участок 170, расположенный на дистальном участке 140 корпуса 110. В других вариантах осуществления измерительный участок 170 может располагаться в другом месте (например, на дистальном участке внутреннего корпуса 160), или измерительный узел может быть выполнен с возможностью взаимодействия с элементом устройства 100, чтобы обеспечивать качественное или количественное измерение, и может содержать

любой(ые) подходящий(ие) элемент или элементы, без необходимости присутствия измерительного участка в измерительном узле. Это показано в варианте осуществления на фиг. 1F, в котором устройство 100 содержит внутренний корпус 160, имеющий дистальный участок 161, содержащий дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия. Устройство 100 дополнительно содержит корпус 110 (например, катетер), выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин. Корпус содержит просвет 120, продолжающийся от проксимального конца 130 корпуса 110 до дистального участка 140 корпуса 110 и имеющий дистальное отверстие 150 на дистальном участке 140 корпуса. Просвет 120 выполнен с возможностью вмещения по скользящей посадке внутреннего корпуса 160. Устройство 100, показанное на фиг. 1F, дополнительно содержит измерительный узел 162. Измерительный узел 162 выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство 100 в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса 160 и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние (т.е. в направлении, в котором внутренний корпус выдвигается из дистального отверстия 150 корпуса 110), или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса 160 и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния. Устройство 100, показанное на фиг. 1F, дополнительно содержит индикаторное устройство 180, связанное с измерительным узлом 162 и выполненное с возможностью указания, что устройство 100 находится в первом состоянии или втором состоянии. Устройство 100 содержит также первый исполнительный элемент 190, выполняющий функцию выдвижения внутреннего корпуса 160 из дистального отверстия 150 корпуса 110, и второй исполнительный элемент 195, выполняющий функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса (например выдвижения плунжера 165).

В варианте осуществления дистальный участок 161 внутреннего корпуса 160 является электропроводящим, и измерительный узел 162 выполнен с возможностью установления электрического контакта с данным дистальным участком 161 внутреннего корпуса 160. Тем самым, измерительный узел дает показание емкости. В варианте осуществления первое состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения.

В частном варианте осуществления емкость изменяется соответственно изменению расстояния между дистальным участком 161 внутреннего корпуса 160 и эндометриальным эпителием, т.е. значение емкости изменяется в зависимости от близости дистального участка 161 внутреннего корпуса 160 к эндометриальному эпителию. В варианте осуществления предварительно заданное расстояние равно нулю (что означает контакт между дистальным участком 161 внутреннего корпуса 160 и эндометриальным эпителием). В варианте осуществления значение емкости измеряется измерительным узлом 162, который содержит электрическую систему, которая имеет электрическое

соединение с дистальным участком 161 внутреннего корпуса 160 для измерения емкости.

Применение измерительного узла в сочетании с индикаторным устройством помогает определить, что дистальный участок устройства находится в пределах предварительно заданного расстояния, и поэтому внутренний корпус можно ввести в эндометриальный эпителий, чтобы доставить оплодотворенную яйцеклетку. В вариантах осуществления, в которых показание обеспечивает информацию, относящуюся к расстоянию между дистальным участком корпуса 110 и эндометриальным эпителием, это может способствовать исключению прямого контакта между дистальным участком корпуса 110 и эндометриальным эпителием. Кроме того, преждевременное выдвижение внутреннего корпуса 160 в матку в то время, когда устройство еще позиционируют, может привести к повреждению внутреннего корпуса 160. Соответственно, индикаторное устройство помогает определить, когда внутренний корпус 160 целесообразно выдвигать из устройства.

В вариантах осуществления, в которых показание обеспечивает информацию, относящуюся к расстоянию между дистальным концом внутреннего корпуса 160 и эндометриальным эпителием, применение измерительного узла в сочетании с индикаторным устройством помогает определить, что дистальный конец внутреннего корпуса находится в пределах предварительно заданного расстояния, и поэтому внутренний корпус можно дополнительно продвинуть в эндометриальный эпителий, чтобы доставить оплодотворенную яйцеклетку, и/или что внутренний корпус находится в положении, в котором можно доставить оплодотворенную яйцеклетку. Соответственно, индикаторное устройство помогает определить, когда целесообразно доставить оплодотворенную яйцеклетку.

В варианте осуществления устройство 100, показанное на фиг. 1A-1F, дополнительно содержит формирователь изображения, в частности, камеру, не показанную на фигурах. В варианте осуществления камера закрепляется на корпусе 110 и перемещается как нераздельное устройство вместе с упомянутым корпусом 110. В частном варианте осуществления камера размещается внутри корпуса 110.

Фиг. 2A является видом в перспективе измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления. Измерительный участок содержит один или более источников 205 света с проксимальной стороны от дистального отверстия 150 корпуса 110. Один или более источников 205 света выполнены с возможностью испускания света из дистального участка корпуса. Измерительный участок дополнительно содержит одну или более положительных линз 210, выполненных с возможностью фокусирования одного или более источников света в фокальной точке на расстоянии от дистального отверстия 150 корпуса 110, и формирователь 220 изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя фокальную точку.

Один или более источников 205 света могут быть любым подходящим источником света. Например, источники 205 света могут содержать одно или более оптических волокон, каждое из которых продолжается по соответствующему просвету,

продолжающемуся от проксимального конца корпуса (например, продолжающемуся, в общем, параллельно просвету 120), и подсоединено к одному или более излучателям света на проксимальном конце корпуса.

Одна или более положительных линз 210 могут быть изготовлены из любого подходящего, оптически прозрачного, биосовместимого материала, такого как биосовместимый полимер, акриловые смолы или поликарбонаты. Линзы 210 могут прикрепляться к корпусу 110 с помощью любых биосовместимых прозрачных клеев, например, биосовместимых клеев, прозрачных в УФ излучении, и/или биосовместимого цианакрилатного клея. В настоящем варианте осуществления применена единственная линза 210 со сквозным отверстием, сформированным в линзе 210, чтобы формирователь 220 изображения мог непосредственно наблюдать фокальную точку. Однако в других вариантах осуществления одна или более линз 210 могут просто располагаться на расстоянии от формователя 220 изображения. Фокальная точка одной или более линз выбирается так, чтобы соответствовать предварительно заданному расстоянию.

Формирователь 220 изображения может быть любым подходящим формирователем изображения. Например, формирователь изображения может содержать такую камеру, как формирователь сигналов изображения на КМОП-структурах. Когда формирователь 220 изображения является камерой, индикаторное устройство 180 может быть дисплеем, выполненным с возможностью представления поля обзора пользователю, или может содержать подходящую аппаратуру и/или программное обеспечение, выполненные с возможностью получения данных изображения из формирователя изображения и выполнения анализа данных изображения с целью определения состояния измерительного узла. В качестве альтернативы, измерительный узел может содержать программное обеспечение/аппаратуру и подавать результат анализа в индикаторное устройство 180. В другом случае, формирователь изображения может содержать оптоволоконный эндоскоп для наблюдения пользователем.

Хотя устройство 200 содержит три источника 205a, 205b и 205c света, в других вариантах осуществления устройство может содержать один, два или более чем три источника света.

Устройство 200 может также содержать один или более вспомогательных источников 230 света, выполненных с возможностью испускания несфокусированного света на эндометриальный эпителий из дистального участка корпуса (т.е. свет не проходит сквозь линзу 210). Цвет вспомогательного источника света можно выбрать так, чтобы можно было отличать сфокусированный свет.

На фиг. 2В показана отображаемая картина 240 формирователя 220 изображения, когда корпус 110 выдвигают к поверхности, при этом расстояние дистального отверстия 150 корпуса 110 превосходит предварительно заданное расстояние. Поверхность находится дальше, чем фокальная точка, и поэтому источники света представляются отдельными пятнами на поверхности. Когда корпус 110 выдвигается, пятна сходятся, как указано стрелками. На фиг. 2С показана отображаемая картина 240 в положении, когда

корпус выдвинут настолько, что свет сходится. Если корпус выдвигают далее, до расстояния ближе фокальной точки, то пятна снова расходятся. Поэтому отображаемая картина формирователя 220 изображения служит как индикаторное устройство 180 при указании пользователю, что дистальное отверстие 150 корпуса 110 находится на предварительно заданном расстоянии. В качестве альтернативы, данные визуализации могут анализироваться индикаторным устройством 180 относительно предварительно заданных критериев, чтобы определять, достигнута ли фокальная точка. Например, для слежения за местоположением трех световых пятен можно использовать известные алгоритмы слежения за объектом, чтобы следить за местоположением трех световых пятен и определять, когда пятна находятся достаточно тесно, чтобы считаться сведенными.

При наличии двух источников 205 света, на отображаемой картине 240 происходит похожее сведения пятен 240 таким образом, что можно наблюдать фокальную точку. Обеспечение трех или более источников 205 света облегчает определение фокальной точки в случае, когда поверхность эндометриального эпителия является неровной, или когда плоскость, содержащая три источника света не параллельна поверхности эндометриального эпителия.

В варианте осуществления, в котором применяется только один источник 205 света, фокальную точку еще можно определять по отображаемой картине формирователя 220 изображения. В частности, отображаемую картину формирователя 220 изображения можно откалибровать так, чтобы положение в координатах ху пятна от источника света в фокальной точке было известным. Эту калибровку можно использовать для обеспечения точки сравнения на окуляре оптоволоконного эндоскопа или на цифровом индикаторе или можно использовать как критерий в алгоритме анализа изображения.

Фиг. 3 является видом в перспективе блока 300 формирования изображения, содержащего формирователь 310 изображения, который может применяться в составе измерительного узла в одном или более вариантов осуществления, раскрытых в настоящей заявке. Формирователь 310 изображения содержит микросхему на комплементарных МОП-транзисторах, расположенную внутри кожуха 310а, и линзу 310b на дистальном конце блока 300 формирования изображения для приема фокусирующегося света от эндометриального эпителия на микросхеме на комплементарных МОП-транзисторах. Блок 300 формирования изображения дополнительно содержит множество проводов или кабелей 312 для электрического подключения микросхемы на комплементарных МОП-транзисторах к проксимальному концу устройства, чтобы обеспечивать необходимое питание и передачу сигналов (например, для источника питания и процессора изображений на проксимальном конце устройства) для работы блока 300 формирования изображения. Например, блок 300 формирования изображения может содержать множество (например, четыре) коаксиальных кабелей 312, при этом каждый кабель содержит внешний провод и внутренний коаксиальный провод внутри внешнего провода. Коаксиальная прокладка проводов предпочтительна для подавления

шума в принимаемом сигнале и, следовательно, для получения более четкого изображения. Каждый кабель 312 может по отдельности проходить по отдельному просвету, продолжающемуся через весь корпус 110 от дистального участка 140 до проксимального конца 130. В качестве альтернативы, один или более кабелей (или все кабели) 312 могут проходить в одном изолирующем кожухе 320, который продолжается через корпус 110 от дистального участка 140 до проксимального конца 130. Изолирующий кожух 320 может быть из любого электроизоляционного материала, например, ПВХ (поливинилхлорида). Проксимальные участки кабелей электрически подсоединены к различным компонентам на проксимальном конце устройства, чтобы обеспечивать подходящие питание и сигнальные соединения для микросхемы на комплементарных МОП-транзисторах.

Фиг. 4 является видом спереди измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления. Измерительный узел, показанный на фиг. 4, содержит датчик для измерения расстояния на проксимальном конце устройства и выполнен с возможностью излучения и приема сигнала на дистальном участке 140 устройства. Датчик может быть любым дистанционным датчиком, выполненным с возможностью вычисления расстояния по любому подходящему сигналу, например, любому подходящему оптическому, акустическому, электрическому или другому сигналу. Излучатель/приемник датчика выходят в отверстиях 410a и 410b, находящихся проксимально от дистального отверстия 150. В некоторых вариантах осуществления сигнал может испускаться из единственного отверстия 410 и приниматься в него, вместо пары отверстий. Датчик может быть, например, датчиком для оптической когерентной томографии (ОКТ), включающим в себя волоконно-оптический жгут для ОКТ, закачивающийся проксимально относительно дистального отверстия 150. Сканирующий датчик для ОКТ выполнен с возможностью вычисления расстояния от дистального отверстия до участка эндометриального эпителия. Например, датчик для ОКТ может содержать излучатель светового сигнала на проксимальном конце устройства. Излучатель может излучать световой сигнал, который разделяется в опорный путь, имеющий известную длину, и во второй путь, по которому свет распространяется до (и отражается от) эндометриального эпителия. Свет, отраженный в опорном пути и втором пути, снова объединяется и детектируется на проксимальном конце устройства (т.е. индикаторным устройством 180). Получаемая интерференционная картина может обрабатываться для определения изменений интенсивности во втором пути, которые можно интерпретировать как поверхности. Тем самым можно определить расстояние до каждого из изменений плотности, в том числе расстояние до поверхности эндометриального эпителия.

Дополнительно, устройство 400 может также содержать оптоволоконный эндоскоп 420. Индикаторное устройство 180 выполнено с возможностью сравнения измеренного расстояния с предварительно заданным расстоянием и указывать, соответствует ли измеренное расстояние нахождению отверстия дальше или ближе, чем на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия.

В одном варианте осуществления измерительный участок 170 может содержать любое подходящее акустическое устройство для измерения расстояния. Акустическое устройство может испускать акустические сигналы к эндометриальному эпителию из дистального участка 140 устройства 100 по электрическим сигналам управления, переданным по корпусу 110 от проксимального конца устройства. Отраженные акустические сигналы могут преобразовываться в электрический сигнал посредством акустического устройства и передаваться в индикаторное устройство 180 для обработки, в результате которой может вычисляться расстояние до эндометриального эпителия.

В другом варианте осуществления измерительный узел может содержать камеру, находящуюся проксимально от дистального отверстия 150 корпуса 110 и выполненную с возможностью наблюдения участка эндометриального эпителия, при этом глубина резкости камеры имеет предварительно заданное значение, определяемое ближайшим и наиболее удаленным объектами, которые фокусируются приемлемо четко, так что, когда изображение находится в фокусе, то дистальное отверстие находится на предварительно заданном расстоянии до эндометриального эпителия. Индикаторное устройство 180 может содержать дисплей для отображения изображения, полученного камерой. В качестве альтернативы, индикаторное устройство 180 может содержать подходящее программное обеспечение и/или аппаратуру для обработки данных изображения камеры, чтобы определять, находится ли изображение в фокусе (например, посредством измерения резкости изображения с использованием известных способов анализа изображения). В качестве альтернативы, измерительный узел может содержать программное обеспечение/аппаратуру и подавать результат анализа в индикаторное устройство 180.

В другом варианте осуществления измерительный узел может содержать конфокальный датчик.

В еще одном варианте осуществления измерительный узел может содержать лазерный датчик, содержащий оптическое волокно, заканчивающееся в отверстии 410 проксимально относительно дистального отверстия 150 корпуса 110. Лазерный датчик выполнен с возможностью измерения времени распространения лазерного излучения, посланного к эндометриальному эпителию и отраженного обратно к лазерному датчику по оптическому волокну, и вычисления расстояния до эндометриального эпителия по значению времени распространения. Индикаторное устройство 180 выполнено с возможностью сравнения расстояния, измеренного лазерным датчиком, (с учетом расстояния, пройденного излучением по оптическому волокну) с предварительно заданным расстоянием и указания, соответствует ли измеренное расстояние нахождению отверстия дальше или ближе, чем на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия.

В другом варианте осуществления измерительный узел может содержать ультразвуковой датчик, выполненный с возможностью излучения звуковых волн из одного или более отверстий 410 в направлении эндометриального эпителия и приема этих звуковых волн, измерительный узел, выполненный с возможностью вычисления

расстояния дистального отверстия до эндометриального эпителия. Индикаторное устройство 180 выполнено с возможностью сравнения расстояния, измеренного ультразвуковым датчиком, (с учетом расстояния, пройденного звуковыми волнами вдоль устройства) с предварительно заданным расстоянием и указания, соответствует ли измеренное расстояние нахождению отверстия дальше или ближе, чем на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия.

Фиг. 5А является видом сбоку в разрезе измерительного участка в соответствии с другим вариантом осуществления. Измерительный участок содержит источник 510 света, имеющий фиксированную апертуру, выполненную с возможностью высвечивания фигуры на эндометриальном эпителии (например, круговой области), и формирователь 530 изображения, имеющий поле 540 обзора, включающего в себя подсвечиваемую область. Как описано ранее, источник 510 света может быть любым подходящим источником света и может быть связан с излучателем света на проксимальном конце устройства посредством оптического волокна, продолжающегося по просвету 520 в корпусе 110. Сужение апертуры источника света можно добиться обеспечением непрозрачного цилиндрического корпуса 515, который продолжается в дистальном направлении от источника 510 света. Непрозрачный корпус может быть, например, гиподермальной трубкой, закрепленной к источнику 510 света, через которую может излучаться свет.

Когда фигура, появляющаяся на отображаемой картине формирователя 530 изображения, имеет размер больше, чем предварительно заданный размер, это свидетельствует, что расстояние между дистальным отверстием и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние. Когда наблюдаемая фигура согласуется с предварительно заданным размером или меньше него, это свидетельствует, что расстояние между дистальным отверстием и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния. Отображаемая картина 540 формирователя изображения может представляться на дисплее, содержащем накладку 550 для сравнения, как показано на фиг. 5В и 5С. Дистальное отверстие на фиг. 5В находится на большем расстоянии, чем предварительно заданное расстояние, от эндометриального эпителия. Дистальное отверстие на фиг. 5В находится на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия. В качестве альтернативы, данные визуализации могут анализироваться индикаторным устройством 180 относительно предварительно заданных критериев, чтобы определять размер высвечиваемой фигуры в отображаемой картине формирователя изображения. Например, для слежения за размером фигуры можно использовать известные алгоритмы слежения за объектом, чтобы определять, когда форма является достаточно малой, чтобы считаться соответствующей положению достижения предварительно заданного расстояния.

Фиг. 6 является видом спереди измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления. Измерительный участок содержит стереокамеру 410а, 410b и источник света 420. Стереокамера выполнена с возможностью формирования изображения эндометриального эпителия. Измерительный узел и/или индикаторное

устройство могут содержать программное обеспечение/аппаратуру, выполненные с возможностью выполнения стереоалгоритма, чтобы определять одно или более значений глубины точек в стереоизображении. Затем, по одному или более значениям глубины вычисляется расстояние от эндометриального эпителия. В частности, камеры располагаются под известным углом одна относительно другой, но направлены на одно целевое место. Программное обеспечение объединяет и анализирует данные изображения, чтобы выполнять измерения глубины поверхности эндометриального эпителия.

Фиг. 7А является видом в перспективе измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления. Фиг. 7В является видом сбоку в разрезе, взятом по линии А-А, показанной на фиг. 7А. Измерительный участок содержит источник 720 света, выполненный с возможностью подсветки эндометриального эпителия, и жесткий выступ 730, расположенный так, чтобы отбрасывать тень на эндометриальный эпителий. Измерительный участок дополнительно содержит формирователь 710 изображения, имеющий поле 760 обзора, которое включает в себя тень. Выступ 730 располагается относительно источника 720 света и формирователя 710 изображения таким образом, что, когда край наблюдаемой тени пересекает предварительно заданное местоположение в поле обзора, измерительный узел переходит из первого состояния во второе состояние. Выступ может быть изготовлен из любого подходящего материала, который остается жестким, когда устройство продвигается через матку, например, из проволоки из нержавеющей стали или биосовместимого пластика, такого как РЕЕК или FEP, или PTFE, или PI. Выступ может быть закреплен к дистальному участку корпуса 110 любым подходящим способом, например, любым биосовместимым клеем (например, прозрачным клеем, отверждаемым УФ излучением, или цианакрилатным клеем).

Источник 720 света может быть любым подходящим источником света. Например, источник света может быть оптически связан с излучателем света на проксимальном конце устройства посредством оптического волокна, продолжающегося по просвету 750 корпуса 110. Аналогичным образом, формирователь изображения может быть любым подходящим устройством, например, оптоволоконным эндоскопом, соединенным с проксимальным концом через просвет 740 корпуса 110, или может содержать камеру, электрически подключенную к источнику питания и приемнику сигнала на проксимальном конце устройства через просвет 740, продолжающийся через весь корпус 110.

Отображаемая картина может представляться на дисплее, содержащем накладку 770 для сравнения, как показано на фиг. 7С и 7D, на которых показаны примерные отображаемые картины тени, отбрасываемой на эндометриальный эпителий, когда устройство выдвигается. Дистальное отверстие на фиг. 7С находится на большем расстоянии, чем предварительно заданное расстояние, от эндометриального эпителия. Устройство фиг. 7D выдвинуто ближе к эндометриальному эпителию, и край тени пересекает накладку 770, и измерительный узел находится в пределах предварительно заданного расстояния. В качестве альтернативы, данные визуализации могут

анализироваться индикаторным устройством 180 относительно предварительно заданных критериев, чтобы определять размер высвечиваемой фигуры в отображаемой картине формирователя изображения. Например, для слежения за положением тени в поле обзора (например, с использованием известных алгоритмов выделения контуров) можно использовать известные алгоритмы слежения за объектом, чтобы определять, когда положение тени указывает, что предварительно заданное расстояние достигнуто.

Фиг. 8А является видом в перспективе измерительного участка в соответствии с одним или более вариантами осуществления. Фиг. 8В является видом сбоку в разрезе, взятом по линии А-А, показанной на фиг. 8А. Измерительный участок содержит источник света 820, выполненный с возможностью подсветки упруго деформируемого выступа 830, выполненного с возможностью продолжения в направлении эндометриального эпителия. Измерительный участок дополнительно содержит формирователь 810 изображения, имеющий поле обзора, заключающее выступ. Недеформированный выступ (т.е. в его ненапряженном состоянии) свидетельствует, что измерительный узел находится в первом состоянии, и деформированный выступ указывает на второе состояние. Индикаторное устройство может содержать дисплей, связанный с формирователем изображения таким образом, что выступ 830 является видимым для оператора. В качестве альтернативы, данные визуализации могут анализироваться индикаторным устройством 180 относительно предварительно заданных критериев, чтобы определять, деформировался ли выступ. Например, для слежения за формой выступа (например, с использованием известных алгоритмов выделения контуров) можно использовать известные алгоритмы слежения за объектом, чтобы определять, когда деформация выступа указывает, что предварительно заданное расстояние достигнуто.

На фиг. 8В показана конфигурация, в которой дистальное отверстие 150 отстоит от эндометриального эпителия дальше, чем на предварительно заданное расстояние. На фиг. 8С показана конфигурация, в которой дистальное отверстие 150 находится ближе к эндометриальному эпителию, чем на предварительно заданном расстоянии, при этом выступ деформирован вследствие упора в эндометриальный эпителий.

Источник 820 света может быть любым подходящим источником света. Например, источник света может быть оптически связан с излучателем света на проксимальном конце устройства посредством оптического волокна, продолжающегося по просвету 850 корпуса 110. Аналогичным образом, формирователь изображения может быть любым подходящим устройством, например, оптоволоконным эндоскопом, соединенным с проксимальным концом через просвет 840 корпуса 110, или может содержать камеру, электрически подключенную к источнику питания и приемнику сигнала на проксимальном конце устройства через просвет 840, продолжающийся через весь корпус 110.

Выступ 830 может быть изготовлен из любого подходящего материала, который может деформироваться, когда устройство выдвигается в направлении эндометриального эпителия, и при этом выступ 830 упирается в эндометриальный эпителий, но не проникает

в эндометриальный эпителий. Например, выступ может быть изготовлен из проволоки из нержавеющей стали или биосовместимого пластика, такого как PEEK или FEP, или PTFE, или PI. Выступ может быть закреплен к дистальному участку корпуса 110 любым подходящим способом, например, любым биосовместимым клеем (например, прозрачным клеем, отверждаемым УФ излучением, или цианакрилатным клеем). Выступ 830 может быть выполнен с возможностью продолжения в направлении, в котором предполагается выдвигать устройство к эндометриальному эпителию, и длина выступа 830 может соответствовать предварительно заданному расстоянию.

В еще одном варианте осуществления измерительный участок может содержать датчик давления, выполненный с возможностью измерения давления, прилагаемого к дистальному участку корпуса 110 со стороны эндометриального эпителия, когда дистальный участок 140 упирается в него. Когда сигнал давления превышает предварительно заданный порог, считается, что дистальный участок находится на эндометриальном эпителии. Например, эндометриальный эпителий может выдерживать допустимое низкое давление, не приводящее к повреждению эндометриального эпителия. Применим любой подходящий датчик давления, например, оптический датчик давления, выполненный с возможностью измерения оптического изменения светового сигнала, вызываемого деформацией сенсорного чипа на дистальном конце устройства.

Датчик давления может иметь соответствующие электрические соединения с проксимальным концом устройства через один или более просветов 175, продолжающихся через весь корпус 110. Например, датчик давления может быть электрически соединен с индикаторным устройством 180, и индикаторное устройство может содержать подходящую(ие) аппаратуру и/или программное обеспечение, чтобы анализировать, показывает ли электрический сигнал датчика давления, что эндометриальный эпителий достигнут. Затем индикаторное устройство 180 может показать пользователю или контроллеру, что предварительно заданное расстояние (равное нулю) достигнуто. Дополнительно, индикаторное устройство 180 может быть также выполнено с возможностью анализа для определения, показывает ли электрический сигнал датчика давления, что давление, прилагаемое к эндометриальному эпителию, превосходит второй порог, означающий, что эндометриальному эпителию можно причинить повреждение. Затем индикаторное устройство 180 может указать пользователю или контроллеру, что превышен допустимый уровень давления.

В еще одном варианте осуществления измерительный участок может содержать емкостной датчик, выполненный с возможностью измерения емкости, предпочтительно, когда расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием изменяется. Емкостной датчик располагается на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой контактировать с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается, и измерительный узел выполнен с возможностью обеспечения показания емкости. Когда емкость превосходит предварительно заданный порог, считается, что дистальный участок корпуса находится в контакте с

эндометриальным эпителием. Вместо датчика емкости можно использовать электропроводящий элемент, при этом электропроводящий элемент располагается по меньшей мере на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой контактировать с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается. Измерительный узел может содержать электрическую систему, которая электрически соединяется с электропроводящим элементом, для измерения емкости. Электропроводящий элемент может быть электропроводящим участком корпуса или может быть элементом, закрепленным к дистальному участку корпуса с целью измерения емкости. В варианте осуществления электропроводящий элемент является электропроводящей проволокой, которая продолжается вдоль по меньшей мере участка корпуса, предпочтительно, по всей длине корпуса.

В еще одном варианте осуществления измерительный узел может содержать несколько из вышеупомянутых вариантов осуществления, то есть сочетать разнотипные измерения, основанные на разных методах измерений.

В еще одном варианте осуществления измерительный узел содержит измерительный участок, расположенный на дистальном участке корпуса, при этом измерительный узел выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; причем измерительный узел дополнительно выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в третьем состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или четвертом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; и причем индикаторное устройство дополнительно выполнено с возможностью указания, что устройство находится в третьем состоянии или четвертом состоянии. В варианте осуществления измерительный узел выполнен с возможностью установления электрического контакта с дистальным участком внутреннего корпуса, который является электропроводящим, и обеспечения показания емкости, при этом третье состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и четвертое состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения; причем предварительно заданное расстояние предпочтительно равно нулю. Данный вариант осуществления предоставляет информацию как о положении дистального участка корпуса, так и о положении дистального конца внутреннего корпуса, что допускает более точное управление процесс имплантации.

В некоторых вариантах осуществления устройство 100 может дополнительно содержать направляющий механизм, выполненный с возможностью управления направлением дистального участка корпуса 110 (т.е. участка корпуса, который выполнен с

возможностью продолжения в матку), и третий исполнительный элемент для управления направляющим механизмом, который может приводиться в действие вручную пользователем или приводиться в действие одним или более электродвигателями. Применим любой механизм, пригодный для управления направлением корпуса 110. Корпус 110 может сдвигаться относительно направляющего механизма и третьего исполнительного элемента таким образом, что его можно выдвигать в направлении эндометриального эпителия, без необходимости выдвижения направляющего механизма.

Фиг. 9А является видом сбоку направляющего механизма, выполненного с возможностью управления направлением дистального участка корпуса 110, в соответствии с некоторыми вариантами осуществления. Направляющий механизм содержит множество соединенных колец 910, образующих трубчатую оболочку, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного охвата участка корпуса 110. В частности, кольца 910 выполнены в размер для вмещения корпуса 110 внутри трубчатой оболочки и могут вмещать с возможностью скольжения корпус 110. Механизм дополнительно содержит по меньшей мере один тросик 920, продолжающийся продольно вдоль трубчатой оболочки и закрепленный к дистальному концу 930 трубчатой оболочки. Например, по меньшей мере один тросик может продолжаться продольно по внутренней или внешней стороне трубчатой оболочки или может продолжаться продольно через трубчатую оболочку. Механизм может содержать множество упомянутых тросиков, расположенных в разных окружных положениях вокруг трубчатой оболочки. Соединенные кольца 910 могут соединяться только тросиками 920. Соединенные кольца 910 могут быть дополнительно выполнены с возможностью поддержки предварительно заданного выравнивания благодаря содержанию набора элементов взаимного сцепления, которые препятствуют повороту колец 910 вокруг продольной оси. Направляющий механизм, показанный на фиг. 9А, содержит множество соединенных колец 910, которые могут поворачиваться друг относительно друга. Иначе говоря, соединенные кольца двигаются так, что соседствующие кольца граничат в касательной точке контакта. Это позволяет кольцам 910 перекатываться друг по другу, чтобы управлять направлением корпуса 110, когда один из тросиков 920 укорачивается третьим исполнительным элементом (не показанным). Окружное положение касательных точек контакта, относительно которых перекачивается кольцо 910, может изменяться по длине направляющего механизма. Например, последовательные окружные точки контакта могут смещаться на 90 градусов, чтобы обеспечивать перекачивание в двух перпендикулярных направлениях посредством множества тросиков. Направляющий механизм содержит предпочтительно две пары упомянутых тросиков, при этом каждая пара содержит радиально противоположные тросики, чтобы обеспечивать управление по множеству направлений. Такая конфигурация показана на фиг. 9С, которая является видом сверху такого направляющего механизма.

Соединенные кольца, показанные на фиг. 9А, могут быть изготовлены из любого подходящего материала, например, синтетической смолы медицинского назначения,

допускающей литьевое прессование или 3D печать, такой как акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS), PET, DELRIN или PTFE. Тросики 920 могут быть изготовлены из, например, нержавеющей стали, и продеты сквозь отверстия, сформированные в стенках соединенных колец, образующих трубчатую оболочку. Каждый из тросиков 920 может продолжаться сквозь пару отверстий в соединенных кольцах и завернут петлей на дистальном конце 930, как показано на фиг. 9А и 9С. Третий исполнительный элемент может быть любым подходящим исполнительным элементом для укорачивания одного или более тросиков.

Фиг. 9В является видом сбоку направляющего механизма в соответствии с альтернативным вариантом осуществления. Направляющий механизм содержит множество соединенных колец 910, образующих трубчатую оболочку, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного охвата участка корпуса 110. В частности, кольца 910 выполнены в размер для вмещения корпуса 110 внутри трубчатой оболочки и могут вмещать с возможностью скольжения корпус 110. Механизм дополнительно содержит по меньшей мере один тросик 920, продолжающийся продольно через трубчатую оболочку и закрепленный к дистальному концу 930 трубчатой оболочки. Множество соединенных колец 910 являются кольцами сжимаемой трубки или пружины. Когда один из тросиков укорачивается третьим исполнительным элементом (не показанным), трубка или пружина сжимается со стороны укорачиваемого тросика таким образом, что направляющий механизм направляется в сторону укорачивания. Поскольку трубка является сжимаемой, то силе натяжения оказывается частичное противодействие, так что, при данной силе натяжения, результирующий изгиб механизма, показанного на фиг. 9В, может быть меньше, чем в варианте осуществления, показанном на фиг. 9А. И вновь, направляющий механизм содержит предпочтительно две пары упомянутых тросиков, при этом каждая пара содержит радиально противоположные тросики, чтобы обеспечивать управление по множеству направлений, как показано на фиг. 9С.

Соединенные кольца, показанные на фиг. 9В, могут быть сжимаемой трубкой или пружиной, изготовленной из любого подходящего материала, такого как FER, PTFE. Тросики могут быть изготовлены из любого подходящего материала, например, нержавеющей стали, и продеты сквозь отверстия, сформированные в стенках соединенных колец, образующих трубчатую оболочку. Каждый из тросиков 920 может продолжаться сквозь пару отверстий в соединенных кольцах и завернут петлей на дистальном конце 930, как показано на фиг. 9А и 9С. Третий исполнительный элемент может быть любым подходящим исполнительным элементом для укорачивания одного или более тросиков.

Фиг. 9D является видом сбоку направляющего механизма, когда один из тросиков укорочен так, что направляющий механизм ориентирован в направлении, показанном стрелкой 925.

Фиг. 9Е является видом в перспективе третьего исполнительного элемента в соответствии с некоторыми вариантами осуществления. Фиг. 9F является видом в

перспективе третьего исполнительного элемента, показанного на фиг. 9Е, с внешней оболочкой 950, изображенной в прозрачном виде. Третий исполнительный элемент содержит внутренний элемент 940 и внешнюю оболочку 950, вмещающую внутренний элемент 940. Каждый из по меньшей мере одного тросика 920 закреплен к внешней оболочке на проксимальном участке 960, например, сваркой, клеем или вокруг неподвижной катушки. Внутренний элемент 940 жестко соединен с трубчатой оболочкой 910 либо непосредственно, либо косвенно через один или более промежуточных компонентов. Внешняя оболочка 950 является поворотной относительно внутреннего элемента 940. Дополнительно, рукоятка 970 может быть закреплена к внутреннему элементу 940 через внешнюю оболочку 950. Поворот внешней оболочки 950 относительно внутреннего элемента 940 вызывает укорачивание одного из тросиков 920, что направляет трубчатую оболочку в некотором направлении, как описано выше. Корпус может продолжаться через рукоятку 970 и внутренний элемент 940 таким образом, что он может выдвигаться через направляющий механизм.

Фиг. 9G является видом в перспективе внутреннего элемента в соответствии с некоторыми вариантами осуществления. Внутренний элемент 940 может содержать один или более компонентов, которые поджимаются впритык к внешней оболочке 950. Например, внутренний элемент 940 может содержать две полусферы 942a, 942b, которые отжимаются друг от друга, чтобы примыкать к внутренней поверхности внешней оболочки 950. Поджатие обеспечивает такую фрикционную посадку между внутренним элементом 940 и внешней оболочкой 950, чтобы они могли сдвигаться друг относительно друга, когда прилагается достаточное усилие, а это означает, что, после того, как требуемое направление направляющего механизма достигнуто, он может удерживаться в требуемом положении посредством третьего исполнительного элемента. Внутренний элемент может соединяться с рукояткой посредством соединителя 946 рукоятки и может соединяться с трубчатой оболочкой посредством промежуточного участка 948. Промежуточный участок 948 может быть несжимаемым, и тросики 920 могут быть продеты через промежуточный участок и к трубчатой оболочке.

Фиг. 9H является видом в перспективе направляющего механизма в соответствии с некоторыми вариантами осуществления, с внешней оболочкой 950, показанной в частично прозрачном виде. Направляющий механизм, показанный на фиг. 9H, содержит также внутренний элемент 940 и внешнюю оболочку 950, вмещающую внутренний элемент 940 и способную поворачиваться относительно внутреннего элемента 940, как описано выше. Направляющий механизм может также содержать рукоятку 970. Кроме того, каждый из тросиков 920 жестко соединен с внешней оболочкой при посредстве катушки 952 (т.е. тросики намотаны на катушку). Катушку можно наматывать или сматывать с помощью натяжного элемента 954 (например, натяжного элемента с плоской головкой), который доступен извне внешней оболочки 950, а это означает, что стандартные натяжения каждого тросика 920 можно калибровать после сборки направляющего механизма. Кольца 910, образующие трубчатую оболочку могут жестко соединяться с внутренним элементом

940 посредством негибкого трубчатого промежуточного соединителя 958. Трубчатый промежуточный соединитель 958 может иметь любую подходящую длину. Например, в вариантах осуществления, в которых используется внешний катетер, трубчатый промежуточный соединитель 958 может быть выполнен с возможностью продолжения через любые негибкие части внешнего катетера.

Тросики 920 могут продолжаться по каналам 956, сформированным во внутренней поверхности внешней оболочки 950, что исключает контакт с внутренним элементом 940 и, следовательно, исключает повреждение тросиков, когда внешняя оболочка поворачивается относительно внутреннего элемента 940. Тросики 920 могут продолжаться от каналов 956 и по просветам, сформированным в стенке трубчатого промежуточного соединителя 958, и к трубчатой оболочке.

Внешняя оболочка 950, внутренний элемент 940, рукоятка 970, катушки 952 и трубчатый промежуточный соединитель 958 могут быть изготовлены из синтетической смолы медицинского назначения, допускающей литьевое прессование или 3D печать, такой как ABS, PET, DELRIN или PTFE.

Вместе с тем, направляющий механизм может работать с электронным управлением. Например, направляющий механизм, показанный на фиг. 9Н, может содержать электронный контроллер, закрепленный к внутреннему элементу 940 и содержащий электродвигатели для приведения внешней оболочки 950 в движение относительно внутреннего элемента 940. В качестве альтернативы, направляющий механизм может содержать множество соединенных колец, образующих трубчатую оболочку, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного охвата участка корпуса, и по меньшей мере два противоположных тросика, продолжающихся продольно через трубчатую оболочку и закрепленных к дистальному концу трубчатой оболочки, при этом тросики соединены с электродвигателем, выполненным с возможностью укорачивания тросиков, чтобы направлять направляющий механизм.

Трубчатая оболочка направляющего механизма выполнена в размер для вмещения с возможностью скольжения корпуса 110. Наружный диаметр трубчатой оболочки может составлять приблизительно от 1,4 мм до 1,8 мм или приблизительно от 1,5 мм до 1,7 мм, например 1,6 мм. В вариантах осуществления, в которых применяется направляющий механизм, корпус 110 может быть выполнен с возможностью выдвижения дальше конца направляющего механизма на приблизительно от 20 мм до 40 мм, например, на приблизительно 30 мм.

На фиг. 11 представлена схема индикаторного устройства 180, которое можно использовать, когда измерительный узел выдает сигнал (например, если измерительный узел содержит камеру или датчик для измерения расстояния). Индикаторное устройство содержит интерфейс 1100 устройства, выполненный с возможностью связи (т.е. передачи и приема сигналов) с измерительным узлом. Индикаторное устройство дополнительно содержит память 1110, процессор 1120 и индикатор 1130. Следует иметь в виду, что для индикаторного устройства 180 можно применить любую подходящую компьютерную

систему, и что устройство, показанное на фиг. 11, является одним из многих устройств, которые можно использовать. Например, можно применить распределенную компьютерную систему, такую, которая содержит один или более серверов или клиентских компьютерных систем, с использованием любого известного метода распределенных вычислений. В некоторых примерах, для реализации способов, раскрытых в настоящей заявке, можно применить универсальный компьютер или любую другую систему обработки данных. Кроме того, этапы, раскрываемые ниже, могут быть реализованы в программном обеспечении, аппаратуре или любой их комбинации, чтобы выполнять аналогичные этапы.

Специалисту будет очевидно, что индикаторное устройство, показанное на фиг. 11, может получать питание от любого подходящего средства питания. Память 1110 может содержать одно или более энергозависимых или энергонезависимых запоминающих устройств, таких как динамическая память с произвольным доступом (DRAM), статическая память с произвольным доступом (SRAM), флэш-память, постоянная память, RAM на сегнетоэлектриках, накопители на жестких магнитных дисках, гибкие диски, магнитная лента, оптические диски или что-то подобное. Аналогично, процессор 1120 может содержать один или более блоков обработки данных, таких как микропроцессор, графический процессор (ГП), центральный процессор (ЦП), многоядерный процессор или что-то подобное. Интерфейс 1100 устройства может содержать физические соединения, такие как оптические, волоконно-оптические соединения, локальную сеть или подобные соединения, или любую подходящую беспроводную связь.

В случае измерительного узла, выполняющего количественное измерение, (например, содержащего датчик расстояния) память 1110 может содержать соответствующие инструкции для выполнения сравнения полученного сигнала с предварительно заданным расстоянием, и процессор 1120 может быть выполнен с возможностью выполнения инструкций. Например, индикаторное устройство 180 может получать сигнал исходных данных при посредстве интерфейса 1110 устройства, процессор 1120 может преобразовывать исходные данные в численное значение в отношении к предварительно заданному расстоянию, и численное значение может сравниваться с предварительно заданным расстоянием. Если численное значение не превышает предварительно заданного расстояния, то процессор 1120 может дать индикатору 1130 команду показать, что предварительно заданное расстояния достигнуто. Например, индикатор 1130 может подать оператору аудио или визуальный сигнал или может содержать электронный контроллер, предназначенный для подачи сигнала-команды в контроллер движения с электронным управлением, чтобы выполнить операцию выдвижения иглы и вытеснения эмбриона (при этом память 1110 содержит подходящие инструкции для подачи сигналов управления в исполнительные элементы). Индикаторное устройство 180 может быть также выполнено с возможностью дополнительного указания (например, аудио или визуального сигнала) пользователю, когда автоматическая процедура выдвижения иглы и вытеснения эмбриона закончена. В

качестве альтернативы, индикатор 1130 может содержать дисплей, отображающий измеренное расстояние вместе с предварительно заданным расстоянием.

В случае измерительного узла, содержащего камеру, и выполнения количественного измерения, индикаторное устройство может просто быть дисплеем для отображения в реальном времени изображения, снимаемого камерой, дополнительно, с накладкой для сравнения на дисплее, когда целесообразно. В качестве альтернативы, память 1110 может хранить инструкции для выполнения анализа изображения по данным изображения, чтобы автоматически определять, указывает ли изображение, что предварительно заданное расстояние достигнуто. Процессор 1120 может быть выполнен с возможностью выполнения инструкций. Затем процессор 1120 дать индикатору 1130 инструкцию показать, что предварительно заданное расстояния достигнуто. Например, индикатор 1130 подать оператору аудио или визуальный сигнал или может подать сигнал-команду в контроллер движения с электронным управлением, чтобы выполнить операцию выдвижения иглы и вытеснения эмбриона.

Хотя на фиг. 11 контроллер движения и индикаторное устройство показаны как отдельные устройства, индикаторное устройство и контроллер движения могут быть объединены в одно устройство. Кроме того, в качестве альтернативы, измерительный узел может быть подключен к индикаторному устройству ненапрямую, через интерфейс контроллера движения устройства.

На фиг. 12 представлена схема компьютера 1200, который можно использовать для управления одним или более из исполнительных элементов, раскрытых в настоящей заявке. Компьютер 1200 может содержать что-то одно или более из контроллера 1210, процессора 1220, пользовательского интерфейса 1230, дисплея 1240, сетевого соединения 1245, интерфейса 1250 устройства и памяти 1255, хранящей инструкции для программ 1260 и хранилища 1270 данных. Следует иметь в виду, что для компьютера 1200 можно использовать любую подходящую компьютерную систему, и что устройство, показанное на фиг. 12, является одним из многих устройств, которые можно применить. Например, можно применить распределенную компьютерную систему, например, содержащую один или более серверов или клиентских компьютерных систем, с использованием любого известного метода распределенных вычислений. В некоторых примерах, для реализации способов, раскрытых в настоящей заявке, можно применить универсальный компьютер или любую другую систему обработки данных. Кроме того, этапы, раскрываемые ниже, могут быть реализованы в программном обеспечении, аппаратуре или любой их комбинации, чтобы выполнять аналогичные этапы.

Специалисту будет очевидно, что индикаторное устройство, показанное на фиг. 12, может получать питание от любого подходящего средства питания. Память 1255 может содержать одно или более энергозависимых или энергонезависимых запоминающих устройств, таких как DRAM, SRAM, флэш-память, постоянная память, RAM на сегнетоэлектриках, накопители на жестких магнитных дисках, гибкие диски, магнитная лента, оптические диски или что-то подобное. Аналогично, процессор 1220 может

содержать один или более блоков обработки данных, таких как микропроцессор, графический процессор (ГП), центральный процессор (ЦП), многоядерный процессор или что-то подобное. Интерфейс 1250 устройства может содержать физические соединения, такие как оптические, волоконно-оптические соединения, локальную сеть или подобные соединения, или любую подходящую беспроводную связь.

Интерфейс 1250 устройства выполнен с возможностью связи (т.е. передачи и приема управляющей информации) с одним или более из электронно-управляемых исполнительных элементов. Любой из исполнительных элементов, раскрытых в настоящей заявке, может работать с электронным управлением. Интерфейс 1250 устройства может быть также выполнен с возможностью связи с индикаторным устройством 180. В качестве альтернативы, компьютер 1200 может содержать все функции индикаторного устройства, показанные на фиг. 11, и может сам считаться индикаторным устройством 180.

Компьютер 1200 обеспечивает для пользователя устройства ручное управление электронно-управляемыми исполнительными элементами. Например, память 1255 может содержать инструкции для программы 1260, которая, при выполнении процессором 1220, вызывает отображение графического пользовательского интерфейса (ГПИ) на дисплее 1240 или удаленно через сетевое соединение 1245. ГПИ может содержать соответствующие вводы для предоставления пользователю возможности приводить в действие один или более из исполнительных элементов. Например, пользователь может выбрать функцию из ГПИ, которая предписывает контроллеру 1210 передавать соответствующий сигнал управления в один или более из исполнительных элементов, чтобы выполнить функцию.

Например, пользователь может выбрать команду из ГПИ для выдвижения корпуса на некоторое расстояние или с некоторой постоянной скоростью. Возможно, пользователь сможет выбрать одну или более команд, чтобы управлять направляющим механизмом. Возможно, пользователь сможет выбрать одну или более команд для выдвижения внутреннего корпуса и/или плунжера. Команды могут соответствовать последовательности команд, чтобы несколько команд выполнялись последовательно. Например, память 1255 может хранить инструкции для выдвижения корпуса 110, пока не достигается предварительно заданное расстояние (т.е. пока индикаторное устройство не покажет, что предварительно заданное расстояние достигнуто), и для последующего выдвижения внутреннего корпуса и плунжера с целью вытеснения эмбриона. Возможна ситуация, когда все исполнительные элементы приводятся в действие с использованием такого автоматизированного процесса, или когда только некоторые приводятся в действие автоматически, и остальные приводятся в действие вручную (т.е. под управлением пользователя с использованием ГПИ).

Компьютер 1200 может быть выполнен с возможностью получения данных из измерительного узла напрямую или через индикаторное устройство 180 и отображения данных на ГПИ вместе с параметрами команды. Например, дисплей 1240 может

отображать в реальном времени данные изображения, полученные из измерительного узла. ГПИ может также отображать для пользователя показание, что предварительно заданное расстояние достигнуто.

В некоторых вариантах осуществления устройство может дополнительно содержать контроллер движения, выполненный с возможностью соединения с проксимальным участком корпуса 100, при этом контроллер выполнен с возможностью приведения в действие первого исполнительного элемента, второго исполнительного элемента и/или четвертого исполнительного элемента для выдвижения корпуса относительно контроллера движения. Использовать можно любой подходящий контроллер движения. Например, контроллер движения может содержать один или более линейных или вращательных механизмов для приведения в действие первого исполнительного элемента, второго исполнительного элемента и/или четвертого исполнительного элемента. В некоторых вариантах осуществления один или более из первого, второго и четвертого исполнительных элементов может содержать ходовой винт, при этом каждый ходовой винт можно вращать для выдвижения корпуса 110, внутреннего корпуса 160 или плунжера 165, и контроллер движения может быть выполнен с возможностью приведения в движение одного или более ходовых винтов. Контроллер движения может быть с ручным управлением или электронным управлением. Контроллер движения может быть выполнен с возможностью соединения со корпусом посредством соединителя.

Фиг. 13А является видом в перспективе с разрезом соединителя 1300, выполненного с возможностью соединения с контроллером 1350 движения. На фиг. 13Е представлен покомпонентный вид соединителя 1300. Соединитель 1300 содержит обойму 1310 соединителя, которая является вставляемой в дистальный конец контроллера 1350 движения. Соединитель 1300 содержит также соединитель 1314 корпуса, неподвижно вмещающий проксимальный участок корпуса 110 (например, по фрикционной посадке или на клею), соединитель 1324 внутреннего корпуса, неподвижно вмещающий проксимальный участок внутреннего корпуса 160 (например, по фрикционной посадке или на клею) и соединитель 1332 плунжера, неподвижно вмещающий проксимальный участок плунжера 165 (например, по фрикционной посадке или на клею).

Соединитель 1314 корпуса вмещается в обойму 1310 соединителя и способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы 1310 соединителя в неподвижной угловой ориентации. Например, обойма 1310 соединителя может содержать продольно продолжающийся(щиеся) выступ или углубление, и соединитель 1314 корпуса может содержать соответствующее(щий) углубление или выступ, чтобы соединитель 1314 корпуса мог вмещаться в обойму 1310 соединителя только в единственной угловой ориентации. Соединитель 1300 дополнительно содержит ходовой винт 1316 корпуса, содержащий внешнюю винтовую резьбу 1320, которая соответствует внутренней винтовой резьбе 1312 обоймы 1310 соединителя. Ходовой винт 1316 корпуса упирается в соединитель 1314 корпуса таким образом, что, при вращении ходового винта 1316

корпуса с целью выдвижения ходового винта корпуса в дистальном направлении, соединитель 1314 корпуса также выдвигается в дистальном направлении (но в неподвижной ориентации). В показанном варианте осуществления ходовой винт 1316 корпуса соединяется с соединителем 1314 корпуса посредством одного или более выступов 1318, которые вмещаются в соответствующее углубление 1322 в соединителе корпуса. Взаимодействие между выступом 1318 и углублением 1322 подразумевает, что ходовой винт 1316 корпуса упирается в соединитель 1314 корпуса, когда он сдвигается как в дистальном, так и проксимальном направлениях, что означает способность ходового винта 1316 корпуса как выдвигать, так и отводить соединитель 1314 корпуса и, следовательно, корпус 110. В некоторых вариантах осуществления, напротив, выступ 1318 может располагаться на соединителе 1314 корпуса, и углубление может располагаться на ходовом винте 1316 корпуса.

Соединитель 1324 внутреннего корпуса вмещается в соединитель 1314 корпуса и способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы 1310 соединителя и соединителя 1314 корпуса. В некоторых вариантах осуществления соединитель 1324 внутреннего корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы 1310 соединителя и соединителя 1314 корпуса в неподвижной угловой ориентации (например, при использовании соответствующих выступов и углублений в соединителе 1314 корпуса и соединителе 1324 внутреннего корпуса, как раскрыто выше).

Фиг. 13В является увеличенным видом соединителя 1324 внутреннего корпуса и соединителя 1332 плунжера, показанных на фиг. 13А. Соединитель дополнительно содержит ходовой винт 1328 внутреннего корпуса, содержащий внешнюю винтовую резьбу 1326, которая соответствует внутренней винтовой резьбе 1327 соединителя 1314 корпуса. Ходовой винт 1328 внутреннего корпуса упирается в соединитель 1324 внутреннего корпуса таким образом, что, при вращении ходового винта 1328 внутреннего корпуса с целью выдвижения ходового винта 1328 внутреннего корпуса в дистальном направлении, соединитель 1324 внутреннего корпуса также выдвигается в дистальном направлении. В показанном варианте осуществления ходовой винт 1328 внутреннего корпуса соединяется с соединителем 1324 внутреннего корпуса посредством одного или более выступов 1325, которые вмещаются в соответствующее углубление в соединителе 1324 внутреннего корпуса. Взаимодействие между выступом 1325 и углублением подразумевает, что ходовой винт 1328 внутреннего корпуса упирается в соединитель 1324 внутреннего корпуса, когда он сдвигается как в дистальном, так и проксимальном направлениях, что означает способность ходового винта 1328 внутреннего корпуса как выдвигать, так и отводить соединитель 1324 внутреннего корпуса и, следовательно, внутренний корпус 160. В некоторых вариантах осуществления, напротив, выступ 1325 может располагаться на соединителе 1324 внутреннего корпуса, и углубление может располагаться на ходовом винте 1328 внутреннего корпуса. В некоторых вариантах осуществления соединитель 1324 внутреннего корпуса и ходовой винт 1328 внутреннего корпуса могут составлять один неразъемный корпус.

Соединитель 1332 плунжера вставляется в соединитель 1324 внутреннего корпуса и способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы 1310 соединителя, соединителя 1314 корпуса и соединителя 1324 внутреннего корпуса. В некоторых вариантах осуществления, соединитель 1332 плунжера способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы 1310 соединителя, соединителя 1314 корпуса и соединителя 1324 внутреннего корпуса в неподвижной угловой ориентации (например, при использовании соответствующих выступов и углублений в соединителе 1324 внутреннего корпуса и соединителе 1332 плунжера, как раскрыто выше). Соединитель дополнительно содержит ходовой винт 1336 плунжера, содержащий внешнюю винтовую резьбу 1333, которая соответствует внутренней винтовой резьбе 1334 соединителя 1324 внутреннего корпуса. Ходовой винт 1336 плунжера упирается в соединитель 1332 плунжера таким образом, что, при вращении ходового винта 1336 плунжера с целью выдвижения ходового винта 1336 плунжера в дистальном направлении, соединитель 1332 плунжера также выдвигается в дистальном направлении. В показанном варианте осуществления ходовой винт 1336 плунжера соединяется с соединителем 1332 плунжера посредством одного или более выступов 1335 в соединителе 1332 плунжера, которые вставляются в соответствующее углубление в ходовом винте 1336 плунжера. Взаимодействие между выступом 1335 и углублением, подразумевает, что ходовой винт 1336 плунжера упирается в соединитель 1332 плунжера, когда он сдвигается как в дистальном, так и проксимальном направлениях, что означает способность ходового винта 1336 плунжера как выдвигать, так и отводить соединитель 1332 плунжера и, следовательно, плунжер 165. В некоторых вариантах осуществления, напротив, выступ 1335 может располагаться на ходовом винте 1336 плунжера, и углубление может располагаться на соединителе 1332 плунжера. В некоторых вариантах осуществления соединитель 1332 плунжера и ходовой винт 1336 плунжера могут составлять один неразъемный корпус.

Соединитель 1300 может содержать элемент 1340 взаимного сцепления на дистальном конце, такой как наконечник Люэра, для прикрепления дистального конца соединителя 1300 к следующему дистальному компоненту устройства. Например, элемент 1340 взаимного сцепления может быть выполнен с возможностью взаимного зацепления с соответствующим элементом взаимного зацепления на нижеописанном баллонном катетере, и как показано на фиг. 14J, или он может быть выполнен с возможностью взаимного зацепления с проксимальным концом вышеописанного направляющего механизма, например, рукояткой 970.

Фиг. 13C является видом в перспективе проксимального конца соединителя 1300. Фиг. 13D является видом в перспективе дистального конца контроллера 1350 движения. Проксимальный конец соединителя 1300 выполнен с возможностью соединения с дистальным концом контроллера 1350 движения. Ходовой винт 1316 корпуса содержит проксимальный конец 1360 с зубьями, выполненный с возможностью зацепления с ведущим элементом 1352 ходового винта корпуса контроллера 1350 движения. Ходовой

винт 1328 внутреннего корпуса содержит проксимальный конец 1362 с зубьями, который выполнен с возможностью зацепления с ведущим элементом 1354 ходового винта внутреннего корпуса контроллера 1350 движения. Ходовой винт плунжера содержит проксимальный конец с зубьями (не показанный), выполненный с возможностью зацепления с ведущим элементом 1356 ходового винта плунжера контроллера 1350 движения. Проксимальный конец обоймы 1310 соединителя может дополнительно содержать запорный элемент, такой как выступ 1364, выполненный с возможностью вмещения в углубление дистального конца контроллера движения (не показанного), чтобы блокировать поворот дистального конца контроллера 1350 движения относительно обоймы 1310 соединителя. Соединитель 1300 может быть соединен с контроллером 1350 движения посредством механизма вставки нажатием, посадки защелкиванием, фрикционной посадки или аналогичного механизма. Ведущие элементы 1352, 1354 и 1356 ходовых винтов могут поджиматься пружинами 1358 (смотри фиг. 13А) в дистальном направлении, чтобы гарантировать зацепление с проксимальными концами ходовых винтов во время вращения.

Хотя в показанном варианте осуществления изображен соединитель, который приводит в движение соединитель корпуса, соединитель внутреннего корпуса и соединитель плунжера посредством механизмов ходовых винтов, следует иметь в виду, что в других вариантах осуществления соединитель приводит в движение только какой-то один или более из соединителя корпуса, соединителя внутреннего корпуса и соединителя плунжера посредством механизма ходового винта. Например, соединитель может содержать только соединитель 1314 корпуса, приводимый в движение ходовым винтом 1316 корпуса, как описано выше, и игла и плунжер могут приводиться в движение иным образом (т.е. посредством механизма линейного движения). Также следует иметь в виду, что крайняя внешняя винтовая резьба в данном варианте осуществления зацепляет внутреннюю винтовую резьбу 1312 обоймы 1310 соединителя. Например, в вариантах осуществления, в которых соединитель 1300 приводит в движение только внутренний корпус 160 и плунжер 165 посредством раскрытых механизмов на основе винтовых резьб, внешняя резьба 1326 ходового винта 1328 внутреннего корпуса зацепляется с внутренней резьбой 1312 обоймы 1310 соединителя, а не с внутренней винтовой резьбой соединителя 1314 корпуса.

Обойма 1310 соединителя, соединители 1314, 1324 и 1332 и ходовые винты 1316, 1328 и 1336 могут быть изготовлены из любого подходящего материала, например, пластика, и могут быть формованы или изготовлены методом 3D печати. Аналогично, ведущие элементы 1352, 1354 и 1356 ходовых винтов могут быть изготовлены из любого подходящего материала, например, пластика.

Электромонтажные провода и/или оптические волокна, продолжающиеся от измерительного участка 170 по корпусу 110 от дистального конца устройства, могут заканчиваться в соединителе 1300. В частности, проксимальный участок электромонтажных проводов, продолжающихся от дистального конца устройства по

корпусу 110, может электрически подключаться к электрическому компоненту ввода/вывода соединителя. Контроллер движения может содержать соответствующий электрический компонент ввода/вывода, поджигаемый к электрическому компоненту ввода/вывода соединителя, чтобы поддерживать контакт с электрическим компонентом ввода/вывода соединителя. Аналогично, проксимальный участок оптических волокон может быть оптически связан с оптическим компонентом ввода/вывода соединителя 1300, и контроллер движения может содержать оптический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью формирования торцевого уплотнения с оптическим компонентом ввода/вывода соединителя 1300 и поджигаемый к оптическому компоненту ввода/вывода соединителя 1300, чтобы поддерживать торцевое уплотнение с первым оптическим компонентом ввода/вывода.

Фиг. 13F является видом в перспективе соединения между соединителем 1314 корпуса и дистальным концом контроллера 1350 движения. В изображенном варианте осуществления показан проксимальный участок электрических кабелей 312 (смотри, например, фиг. 3), которые продолжаются от измерительного участка (например, камеры 310), через корпус 110 к соединителю 1300. Кабели 312 электрически подключаются к электрическому компоненту ввода/вывода (например, печатной плате) на соединителе 1314 корпуса (например, пайкой). Электрический компонент ввода/вывода содержит электрические соединения, которые выполнены с возможностью контактирования с электрическими штырьковыми контактами 1374 на контроллере 1350 движения. Электрические штырьковые контакты 1374 поджимаются в дистальном направлении таким образом, чтобы между штырьковыми контактами 1374 и электрическим компонентом ввода/вывода соединителя 1314 корпуса поддерживалось электрическое соединение, когда соединитель 1314 корпуса выдвигается по обойме 1310 соединителя. Следует иметь в виду, что оптические соединения между соединителем 1300 и контроллером 1350 движения можно установить и поддерживать аналогичным образом.

Фиг. 13G является видом в перспективе проксимального участка контроллера 1350 движения. Контроллер 1350 движения содержит первый электродвигатель 1381, второй электродвигатель 1383 и третий электродвигатель 1385. В одном варианте осуществления первый электродвигатель 1381 может быть выполнен с возможностью привода ведущего элемента 1352 ходового винта корпуса, второй электродвигатель 1383 может быть выполнен с возможностью привода ведущего элемента 1354 ходового винта внутреннего корпуса, и третий электродвигатель может быть выполнен с возможностью привода ведущего элемента 1356 ходового винта плунжера. Контроллер 1350 движения может быть выполнен с возможностью выдвигания/отведения корпуса 110, внутреннего корпуса 160 и плунжера 165 с одинаковой скоростью посредством включения в согласованную работу первого, второго и третьего электродвигателей 1381, 1383, 1385 со скоростью, соответствующей одинаковой скорости выдвигания корпуса 110, внутреннего корпуса 160 и плунжера 165. Контроллер 1350 движения может быть также выполнен с возможностью выдвигания/отведения внутреннего корпуса 160 и плунжера 165 с

одинаковой скоростью относительно корпуса 110 посредством включения в согласованную работу второго и третьего электродвигателей 1383, 1385 со скоростью, соответствующей одинаковой скорости выдвижения внутреннего корпуса 160 и плунжера 165. Контроллер 1350 движения может быть также выполнен с возможностью выдвижения/отведения плунжера 165 относительно внутреннего корпуса 160 посредством включения в работу одного третьего электродвигателя 1385.

В качестве альтернативы, первый электродвигатель 1381 может быть выполнен с возможностью вращения каждого из ведущих элементов 1352, 1354 и 1356 ходовых винтов (например, посредством первого штока с зубьями), чтобы выдвигать ходовые винты 1316, 1328 и 1336 с одинаковой скоростью (для выдвижения корпуса 110, внутреннего корпуса 160 и плунжера 165 с одинаковой скоростью). Второй электродвигатель 1383 может быть выполнен с возможностью вращения ведущего элемента 1354 ходового винта внутреннего корпуса и ведущего элемента 1356 ходового винта плунжера (например, посредством второго штока с зубьями), чтобы выдвигать ходовой винт 1328 внутреннего корпуса и ходовой винт 1336 плунжера с одинаковой скоростью (для выдвижения внутреннего корпуса 160 и плунжера 165 с одинаковой скоростью). Третий электродвигатель 1386 может быть выполнен с возможностью вращения ведущего элемента 1356 ходового винта плунжера (например, посредством штока с зубьями), чтобы выдвигать плунжер 165.

Контроллер 1350 движения может дополнительно содержать электродвигатель аксиального действия (не показанный), чтобы отводить ведущий элемент 1352 ходового винта плунжера перед соединением или отсоединением соединителя 1300, чтобы предотвращать повреждение ведущего элемента 1352 ходового винта плунжера во время присоединения или отсоединения соединителя 1300.

Соединитель 1300 можно собрать поэтапно в следующем порядке (этапы не обязательно должны выполняться в представленном хронологическом порядке). Проксимальный участок плунжера 165 можно закрепить к соединителю 1332 плунжера. Соединитель 1332 плунжера можно соединить с ходовым винтом 1336 плунжера (например, для прикрепления соединителя и ходового винта друг к другу соединитель и ходовой винт сдвигают один с другим, пока выступ не попадает в углубление). Проксимальный участок внутреннего корпуса 160 можно соединить с соединителем 1324 внутреннего корпуса. Соединитель 1324 внутреннего корпуса можно соединить с ходовым винтом 1328 внутреннего корпуса (например, для прикрепления соединителя и ходового винта друг к другу соединитель и ходовой винт сдвигают один с другим, пока выступ не попадает в углубление). Проксимальный участок корпуса 110 можно соединить с соединителем 1314 корпуса. Соединитель 1314 корпуса можно соединить с ходовым винтом 1316 корпуса (например, для прикрепления соединителя и ходового винта друг к другу соединитель и ходовой винт сдвигают один с другим, пока выступ не попадает в углубление). Дистальный конец плунжера 165 можно провести через соединитель 1324 внутреннего корпуса с проксимального конца и через внутренний корпус 160. Ходовой

винт 1336 плунжера можно вкрутить в соединитель 1324 внутреннего корпуса. Дистальный конец внутреннего корпуса 160 можно провести через соединитель 1314 корпуса с проксимального конца и через корпус 110. Ходовой винт 1328 внутреннего корпуса можно вкрутить в соединитель 1314 корпуса. Дистальный конец корпуса можно провести через обойму 1310 соединителя с проксимального конца. Ходовой винт 1316 корпуса можно вкрутить в обойму 1310 соединителя. Затем ходовые винты можно привести в движение для перемещения корпуса 110, внутреннего корпуса 160 и плунжера 165 до правильных относительных положений.

Когда соединитель 1300 собран, ходовой винт 1336 плунжера можно привести в движение для аспирации жидкости, содержащей эмбрион. Затем соединитель 1300 соединяют с контроллером 1350 движения.

Длина от проксимального конца соединителя 1314 корпуса до дистальной оконечности корпуса 110 может составлять приблизительно от 300 мм до 400 мм, предпочтительно от 325 мм до 375 мм, например 358 мм. Максимальная длина соединителя 1300 от проксимального конца до дистальной оконечности корпуса 110 может составлять приблизительно от 400 мм до 500 мм, предпочтительно от 425 мм до 475 мм, например 450 мм.

Фиг. 13Н является видом в перспективе контроллера 1350 движения в соответствии с вариантом осуществления. Контроллер 1350 движения выполнен с возможностью соединения с проксимальным участком корпуса 110 и приведения в движение упомянутого корпуса 110. В варианте осуществления, показанном на фиг. 13Н, контроллер 1350 движения содержит два ходовых винта 1351, 1353 выполненных с возможностью выдвижения/отведения корпуса 110 и поворота и выдвижения/отведения внешнего катетера, который вмещает корпус 110 в варианте осуществления. В показанном варианте осуществления контроллер 1350 движения дополнительно содержит три приводных механизма 1357, 1359, 1361, при этом каждый приводной механизм выполнен с возможностью приведения в движение одного из ходовых винтов 1351, 1353. Приведение в движение ходовых винтов 1351, 1353 может осуществляться вручную или может быть механическим. Хотя в данном варианте осуществления показаны два ходовых винта 1351, 1353, в других вариантах осуществления может быть только один ходовой винт, в зависимости от элементов, предназначенных для перемещения контроллером 1350 движения. Контроллер 1350 движения допускает плавное и точное управление перемещением корпуса 110 и внешнего катетера, вмещающего корпус, а также фиксацию внешнего катетера в требуемом положении. В варианте осуществления, контроллер 1350 движения может приводиться в действие под контролем изображения реального времени, получаемого формирователем изображения, таким как камера, находящаяся в устройстве 100.

В некоторых вариантах осуществления устройство может дополнительно содержать внешний баллонный катетер.

Фиг. 14А является видом сбоку в разрезе баллонного катетера в соответствии с

одним или более вариантами осуществления. Баллонный катетер содержит внешний трубчатый корпус 1410, который вмещает с возможностью скольжения выворачивающуюся трубку 1420. Выворачивающаяся трубка выполнена с возможностью вмещения корпуса 110 или трубчатой оболочки 910 направляющего механизма. В показанном варианте осуществления выворачивающаяся трубка 1420 закрепляется на корпусе 110 или трубчатой оболочке 910, с формированием первого уплотнения 1430 на одном конце выворачивающейся трубки 1420. Выворачивающаяся трубка прикреплена к внутренней поверхности внешнего трубчатого корпуса, с формированием второго уплотнения 1440 на другом конце выворачивающейся трубки. На проксимальном конце баллонного катетера корпус 110 или трубчатая оболочка 910 входит в баллонный катетер через сдвигаемое уплотнение 1470, сформированное, например, кольцевым уплотнением, которое позволяет корпусу 110 или трубчатой оболочке выдвигаться через баллонный катетер, при непроницаемой для текучей среды изоляции проксимального конца баллонного катетера от внутренней области. Баллонный катетер выполнен с возможностью содержания текучей среды (например, воды) в объеме, образованном между выворачивающейся трубкой 1420 и внешним трубчатым корпусом 1410 (при этом объем изолирован непроницаемо для текучей среды посредством уплотнений 1470, 1430 и 1440). Баллонный катетер может также содержать порт 1460 для заполнения упомянутого объема, например, соединенный по текучей среде с резервуаром.

Фиг. 14В является увеличенным видом сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14А, в невывернутом состоянии. При использовании, наконечник 1450 внешнего трубчатого корпуса можно поместить на входе шейки матки пациентки. Затем корпус 110 или трубчатую оболочку 910 можно выдвинуть через баллонный катетер. Давление переднего хода корпуса 110 или трубчатой оболочки 910 и давление текучей среды вынуждают выворачивающуюся трубку 1420 выворачиваться в дистальном направлении (т.е. по шейке матки). Выворачивающаяся трубка 1420 действует как ролик, когда она выворачивается по шейке матки, и текучая среда между выворачивающейся трубкой 1420 и внешним трубчатым корпусом 1410 ограничивает силы сдвига, облегчая тем самым введение корпуса 110 или трубчатой оболочки 910 в матку.

Фиг. 14С является увеличенным видом сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14А, в полностью вывернутом состоянии. Как можно видеть, корпус 110 или трубчатую оболочку 910 можно выдвинуть через баллонный катетер до максимального положения, определяемого наиболее дистальным положением уплотнения 1430 (после чего трубка 1420 больше не способна выворачиваться). Уплотнение 1430 может располагаться на корпусе 110 или трубчатой оболочке таким образом, что оно выступает из трубки 1420 на предварительно заданное расстояние.

Фиг. 14D является видом сбоку в разрезе другого баллонного катетера в соответствии с одним или более вариантами осуществления. В отличие от варианта осуществления, показанного на фиг. 14А-14С, выворачивающаяся трубка 1420 полностью свернута обратно на себя и присоединена к наконечнику 1450 с формированием двух

уплотнений 1440a и 1440b на внешнем трубчатом корпусе. Выворачивающаяся трубка 1420 выполнена с возможностью вмещения трубчатой оболочки 910 или корпуса 110, например, по фрикционной посадке или на клею. Внутренний объем выворачивающейся трубки может быть предварительно заполнен текучей средой, или баллонный катетер может содержать порт 1460 для заполнения выворачивающейся трубки текучей средой. Как и в предыдущем варианте осуществления, когда трубчатая оболочка 910 или корпус 110 выдвигается, внутренняя часть выворачивающейся трубки 1420 перемещается вперед (в дистальном направлении, смотри стрелку 1445), что создает усилия, действующие на передний дистальный край трубки 1420, (обозначенные стрелкой 1446). Соответственно, трубка 1420 выворачивается, когда трубчатая оболочка 910 или корпус 110 выдвигается через баллонный катетер. Фиг. 14E является видом сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14D в невывернутом состоянии, и фиг. 14F является видом сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14D в вывернутом состоянии.

Фиг. 14G является видом в перспективе другого баллонного катетера в соответствии с одним или более вариантами осуществления. Баллонный катетер содержит внешний трубчатый корпус, сформированный проксимальной секцией 1410a, дистальной секцией 1410b и наконечником 1450. Как в других вариантах осуществления, баллонный катетер дополнительно содержит выворачивающуюся трубку 1420, размещенную с возможностью скольжения во внешнем трубчатом корпусе и выполненную с возможностью вмещения трубчатой оболочки 910 или корпуса 110. Баллонный катетер дополнительно содержит резервуар 1480 для текучей среды и порт 1460 (например, клапан) для заполнения резервуара 1480 текучей средой.

Фиг. 14H является видом сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14G. Резервуар 1480 содержит поршневую обойму 1484, поршень 1486 и поджимной механизм (например, пружину), выполненный с возможностью поджатия поршня в дистальном направлении. Поджимной механизм 1482 вызывает повышение давления текучей среды в резервуаре.

Фиг. 14I является другим видом сбоку в разрезе баллонного катетера, показанного на фиг. 14G. Выворачивающаяся трубка полностью свернута обратно на себя и присоединена к внешнему трубчатому корпусу, с формированием двух уплотнений 1440a и 1440b на внешнем трубчатом корпусе. Порт 1442 между уплотнениями 1440a и 1440b подсоединяет по текучей среде внутреннюю область выворачивающейся трубки 1420 к текучей среде в резервуаре 1480 (по пути для текучей среды, продолжающемся вдоль внутренней области проксимальной секции 1410a и в резервуаре). Соответственно, текучая среда, находящаяся под давлением в резервуаре 1480, служит для повышения давления в выворачивающейся трубке 1420 таким образом, чтобы она не осаживалась.

Баллонный катетер может дополнительно содержать освобождаемый механизм блокировки для запираания поршня в проксимальном положении. Например, может быть предусмотрена лапка 1475 (смотри фиг. 14G), которая выполнена с возможностью блокировки поршня от перемещения в дистальном направлении, при нахождении между

внешним фланцем 1488 и проксимальным концом резервуара 1480 (смотри фиг. 14J). Когда лапку снимают, внешний фланец 1488 и, следовательно, поршень 1486 могут переместиться в дистальном направлении, чтобы повысить давление текучей среды. Фиг. 14J является видом в перспективе с разрезом баллонного катетера, когда лапка 1475 снята.

Как показано на фиг. 14J, поршневая обойма 1484 и поршень 1486 могут быть выполнены с возможностью вмещения с возможностью скольжения трубчатой оболочки 910 или корпуса 110. В частности, поршневая обойма 1484 и поршень 1486 могут содержать проксимальные и дистальные отверстия для вмещения по скользящей посадке трубчатой оболочки 910 или корпуса 110. Трубчатая оболочка 910 или корпус 110 могут быть непроницаемо для текучей среды отделены от текучей среды в резервуаре.

Как и в предыдущих случаях, выдвижение трубчатой оболочки 910 или корпуса 110 создает давление переднего хода на внутреннюю поверхность выворачивающейся трубки 1420 (за счет трения или прикрепления трубчатой оболочки 910 или корпуса 110 к выворачивающейся трубке 1420). Фиг. 14K является видом в перспективе дистального конца баллонного катетера, показанного на фиг. 14G в вывернутом состоянии. Фиг. 14L является увеличенным видом сбоку в разрезе дистального конца баллонного катетера в вывернутом состоянии.

Выворачивающаяся трубка может быть изготовлена из любой гибкой трубки, например, из любого подходящего эластотермопласта, такого как блок-сополимер простых полиэфиров с амидами, (и выворачивающаяся трубка может быть закреплена к внешнему трубчатому корпусу и трубчатой оболочке 910 или корпусу 110 посредством любого подходящего медицинского клея, такого как любой цианакрилатный клей (например, УФ-отверждаемый клей).

Наружный диаметр выворачивающейся трубки в вывернутом состоянии может составлять приблизительно от 1,9 мм до 2,5 мм и предпочтительно от 2,1 мм до 2,3 мм, например, 2,2 мм.

На фиг. 15 представлена блок-схема последовательности операций примерного способа применения устройства 100 по настоящему изобретению. На первом этапе 1510, дистальный конец устройства 100 устанавливают напротив шейки (например, с помощью медицинского зеркала).

На следующем этапе 1515, корпус 110 (и, дополнительно, направляющий механизм) вводят в матку посредством выдвижения устройства через шейку. Это можно сделать с помощью любых баллонных катетеров типа раскрытых в настоящей заявке, или корпус 110 можно ввести без помощи баллонного катетера.

На следующем этапе 1520, дополнительно, можно управлять направлением корпуса 110 посредством направляющего механизма, раскрытого в настоящей заявке.

Затем, на этапе 1525, корпус 110 можно выдвинуть через матку. Например, корпус 110 может быть выдвинут вручную оператором, или корпус 110 может быть выдвинут электронным контроллером движения в ходе автоматического процесса или по команде, введенной пользователем.

На этапе 1530 может быть измерено расстояние дистального отверстия 150 до эндометриального эпителия. Измерение может быть качественным измерением, определяющим, находится ли дистальное отверстие 150 дальше от предварительно заданного расстояния или ближе к нему, или на предварительно заданном расстоянии (например, согласно тому, как наблюдается пользователем через оптоволоконный эндоскоп или на дисплее камеры, или как определяется анализом изображения, выполненным индикаторным устройством). Измерение может быть количественным измерением, определяющим значение расстояния, и сравнением значения расстояния с предварительно заданным расстоянием.

Если расстояние до эндометриального эпителия все еще больше, чем предварительно заданное расстояние, то корпус 110 выдвигается дальше в матку.

Если предварительно заданное расстояние достигнуто (как показано индикаторным участком), то корпус 110 фиксируется на месте, и выдвигается внутренний корпус 160 (этап 1540). Внутренний корпус 160 может быть выдвинут вручную пользователем посредством исполнительного элемента, или может быть выдвинут с использованием контроллера движения, либо в ходе автоматического процесса или по команде, введенной пользователем.

На этапе 1545, эмбрион вытесняется. И вновь, эмбрион может быть вытеснен вручную пользователем посредством исполнительного элемента, или может быть вытеснен с использованием электронного контроллера движения (например, посредством выдвижения плунжера), либо в ходе автоматического процесса или по команде, введенной пользователем.

Дополнительно, на этапе 1550, внутренний корпус 160 может быть отведен. Внутренний корпус 160 может быть отведен вручную пользователем при посредстве исполнительного элемента или может быть отведен с использованием электронного контроллера движения, либо в ходе автоматического процесса или по команде, введенной пользователем.

На этапе 1555, корпус 110 выводится из матки. Корпус 110 может быть выведен вручную пользователем при посредстве исполнительного элемента или может быть выведен с использованием электронного контроллера движения, либо в ходе автоматического процесса или по команде, введенной пользователем.

Нижеследующее также составляет часть настоящего изобретения.

Направляющий механизм, выполненный с возможностью управления направлением дистального участка корпуса, выполненного с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, и исполнительный элемент для управления направляющим механизмом. Корпус может быть частью любого устройства, раскрытого в настоящей заявке.

Направляющий механизм может содержать множество соединенных колец, образующих трубчатую оболочку, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного охвата участка корпуса; и по меньшей мере один тросик, продолжающийся

продольно вдоль трубчатой оболочки и закрепленный к дистальному концу трубчатой оболочки; при этом исполнительный элемент выполнен с возможностью укорачивания и удлинения по меньшей мере одного тросика, чтобы управлять направлением дистального участка корпуса; при этом направляющий механизм предпочтительно содержит множество упомянутых тросиков, расположенных в разных окружных положениях вокруг трубчатой оболочки.

Исполнительный элемент может содержать: внутренний элемент; внешнюю оболочку, вмещающую внутренний элемент, при этом каждый из по меньшей мере одного тросика жестко соединен с внешней оболочкой на проксимальном участке; внутренний элемент жестко соединен с трубчатой оболочкой; внешняя оболочка допускает поворот относительно внутреннего элемента; и, дополнительно, к внутреннему элементу жестко прикреплена рукоятка через внешнюю оболочку.

Внутренний элемент может содержать один или более компонентов, поджимаемых для упора во внешнюю оболочку.

Корпус может быть выполнен с возможностью сдвига относительно направляющего механизма и исполнительного элемента.

Баллонный катетер содержащий: внешний трубчатый корпус; и выворачивающуюся трубку, размещенную с возможностью скольжения во внешнем трубчатом корпусе и выполненную с возможностью вмещения направляющего механизма для управления направлением корпуса, выполненного с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, или корпуса, выполненного с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин; при этом баллонный катетер выполнен с возможностью содержания текучей среды между внешним трубчатым корпусом и выворачивающейся трубкой; и, когда направляющий механизм или корпус выдвигается, выворачивающаяся трубка выворачивается.

Баллонный катетер может содержать порт для текучей среды для заполнения баллонного катетера текучей средой.

Порт для текучей среды может быть соединен по текучей среде с резервуаром для текучей среды.

Резервуар может быть образован поршневой обоймой и поршнем, и поджимной механизм выполнен с возможностью поджатия поршня в дистальном направлении для повышения давления текучей среды в резервуаре.

Баллонный катетер может дополнительно содержать освобождаемый механизм блокировки для запираания поршня в проксимальном положении.

Поршневая обойма и поршень могут быть выполнены с возможностью вмещения по скользящей посадке направляющего механизма или корпуса.

Максимальный объем резервуара может быть меньше, чем объем переполнения баллонного катетера.

Направляющий механизм или корпус может быть жестко закреплен к трубчатому баллону таким образом, что направляющий механизм или корпус можно выдвинуть в

положение на максимальное расстояние.

Соединитель, содержащий обойму соединителя и выполненный с возможностью соединения с контроллером движения, при этом обойма соединителя вмещает что-то одно или более из: соединителя корпуса выполненного с возможностью вмещения проксимального участка корпуса, выполненного с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, причем соединитель корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя в неподвижной ориентации, и ходового винта для выдвижения соединителя корпуса; и/или соединителя внутреннего корпуса, выполненного с возможностью вмещения проксимального участка внутреннего корпуса, вмещаемого с возможностью скольжения в просвет корпуса, выполненного с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, причем соединитель внутреннего корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, и ходового винта для выдвижения соединителя внутреннего корпуса; и/или соединителя плунжера, выполненного с возможностью вмещения проксимального участка плунжера, вмещаемого с возможностью скольжения во внутреннем корпусе, вмещаемом с возможностью скольжения в просвет корпуса, выполненного с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, причем соединитель плунжера способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, и ходового винта для выдвижения соединителя плунжера.

Проксимальный конец одного или более из ходовых винтов для выдвижения соединителя корпуса, соединителя внутреннего корпуса или соединителя плунжера может содержать зубья для сцепления с блокировкой поворота одного или более ходовых винтов с соответствующими ведущими элементами ходовых винтов контроллера движения.

Соединитель может быть выполнен с возможностью расцепляемого соединения с контроллером движения, при необходимости, в неподвижной ориентации.

Соединитель (например, соединитель корпуса) может содержать электрический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью подключения к электрическому компоненту ввода/вывода контроллера движения. Соединитель (например, соединитель корпуса) может содержать оптический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью формирования торцевого уплотнения с оптическим компонентом ввода/вывода контроллера движения.

Контроллер движения, выполненный с возможностью соединения с раскрытым выше соединителем и привода одного или более из ходовых винтов.

Контроллер движения может содержать один или более ведущих элементов ходовых винтов, при этом один или более ведущих элементов ходовых винтов содержат зубья для сцепления с блокировкой поворота с соответствующим ходовым винтом. Ведущие элементы ходовых винтов могут поджиматься в дистальном направлении к соединителю.

Контроллер движения может быть выполнен с возможностью расцепляемого

соединения с соединителем, при необходимости, в неподвижной ориентации.

Контроллер движения может содержать электрический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью подключения к электрическому компоненту ввода/вывода соединителя, при этом электрический компонент ввода/вывода контроллера движения поджимается к электрическому компоненту ввода/вывода соединителя, чтобы поддерживать электрический контакт.

Контроллер движения может содержать оптический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью формирования торцевого уплотнения с оптическим компонентом ввода/вывода контроллера, при этом оптический компонент ввода/вывода контроллера движения поджимается к оптическому компоненту ввода/вывода соединителя, чтобы поддерживать торцевое уплотнение.

Следующие пункты также составляют часть настоящего изобретения:

1. Устройство, пригодное для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в матринский эндометрий матки у людей или любых других видов млекопитающих, содержащее корпус, выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, при этом корпус содержит:

просвет, продолжающийся от проксимального конца корпуса до дистального участка корпуса и имеющий дистальное отверстие на дистальном участке корпуса, причем просвет выполнен с возможностью вмещения по скользящей посадке внутреннего корпуса, имеющего дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия;

причем устройство дополнительно содержит:

измерительный узел, содержащий измерительный участок, расположенный на дистальном участке корпуса, причем измерительный узел выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния;

индикаторное устройство, соединенное с измерительным узлом и выполненное с возможностью указания, что измерительный узел находится в первом состоянии или втором состоянии; и

первый исполнительный элемент, выполняющий функцию выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия на по меньшей мере предварительно заданное расстояние, и второй исполнительный элемент, выполняющий функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса.

2. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел содержит:

один или более источников света, находящихся проксимально от дистального отверстия, каждый из которых выполнен с возможностью испускания света из дистального участка корпуса; и

одну или более положительных линз, выполненных с возможностью фокусирования одного или более источников света в фокальной точке на удалении от дистального отверстия; и

формирователь изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя фокальную точку;

при этом, когда испускаемый свет падает на эндометриальный эпителий в фокальной точке, дистальное отверстие находится на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия;

причем, дополнительно, индикаторное устройство содержит дисплей формирователя изображения.

3. Устройство по п. 2, в котором формирователь изображения содержит камеру или оптоволоконный эндоскоп.

4. Устройство по п. 2 или 3, дополнительно содержащее вспомогательный источник света, выполненный с возможностью испускания несфокусированного света на эндометриальный эпителий из дистального участка корпуса.

5. Устройство по любому из пп. 2-4, в котором один или более источников света содержат два или более отдельных источников света таким образом, что источники света сводятся в фокальной точке, при этом, когда свет, падающий на эндометриальный эпителий от источников света, сводится, дистальное отверстие находится в пределах предварительно заданного расстояния сближения; причем один или более источников света предпочтительно содержат три или более отдельных источников света.

6. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел содержит сканирующий датчик для оптической когерентной томографии (ОКТ), содержащий волоконно-оптический жгут для ОКТ, заканчивающийся проксимально относительно дистального отверстия, при этом сканирующий датчик для ОКТ выполнен с возможностью вычисления расстояния дистального отверстия от участка эндометриального эпителия.

7. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел содержит камеру, находящуюся проксимально от дистального отверстия и выполненную с возможностью наблюдения участка эндометриального эпителия, при этом глубина резкости камеры имеет такое предварительно заданное значение, что, когда изображение находится в фокусе, дистальное отверстие находится на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия; причем, дополнительно, индикаторное устройство содержит дисплей для отображения изображения, снятого камерой.

8. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел содержит конфокальный датчик.

9. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел содержит лазерный датчик, содержащий оптическое волокно, заканчивающееся проксимально относительно дистального отверстия, причем лазерный датчик выполнен с возможностью измерения времени распространения лазерного излучения, посланного к эндометриальному эпителию и отраженного обратно к лазерному датчику по оптическому волокну.

10. Устройство по п. 1, в котором измерительный участок содержит источник света, имеющий фиксированную апертуру, выполненную с возможностью высвечивания фигуры на эндометриальном эпителии, и формирователь изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя подсвечиваемую область; при этом наблюдаемая фигура, имеющая размер больше, чем предварительно заданный размер, означает первое состояние, и наблюдаемая фигура, имеющая размер, согласующийся или меньше, чем предварительно заданный размер, означает второе состояние;

причем, дополнительно, индикаторное устройство содержит дисплей, связанный с формирователем изображения, причем дисплей содержит отображаемую картину подсвеченного эндометриального эпителия и накладку для сравнения, причем накладка для сравнения выполнена в размер и по форме таким образом, что наблюдаемая фигура, более крупная, чем накладка для сравнения, означает первое состояние, и наблюдаемая фигура, согласующаяся с накладкой для сравнения или меньше нее, означает второе состояние.

11. Устройство по п. 1, в котором измерительный участок содержит источник света и стереокамеру, выполненную с возможностью формирования изображения эндометриального эпителия, при этом измерительный узел выполнен с возможностью вычисления расстояния дистального отверстия от эндометриального эпителия.

12. Устройство по п. 1, в котором измерительный участок содержит источник света, выполненный с возможностью подсветки эндометриального эпителия, жесткий выступ, расположенный с возможностью отбрасывания тени на эндометриальный эпителий, и формирователь изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя тень; при этом выступ располагается так, что, когда край наблюдаемой тени пересекает предварительно заданное местоположение в поле обзора, измерительный узел переходит из первого состояния во второе состояние; причем, дополнительно, индикаторное устройство является дисплеем, связанным с формирователем изображения и отображающим отображаемую картину формирователя изображения, причем дисплей дополнительно содержит накладку для сравнения, причем накладка для сравнения расположена так, что, когда край наблюдаемой тени пересекает накладку для сравнения, когда корпус выдвигается, измерительный узел переходит из первого состояния во второе состояние.

13. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел содержит ультразвуковой датчик, содержащий излучатель и приемник в непосредственной близости от дистального отверстия, выполненный с возможностью излучения звуковых волн в направлении эндометриального эпителия, при этом измерительный узел выполнен с возможностью вычисления расстояния дистального отверстия до эндометриального эпителия.

14. Устройство по п. 1, в котором измерительный участок содержит источник света, выполненный с возможностью подсвечивания упруго деформируемого выступа, при этом выступ выполнен с возможностью продолжения в направлении эндометриального эпителия, и формирователь изображения, имеющий поле обзора,

закрывающее выступ; причем недеформированный выступ свидетельствует о первом состоянии, и деформированный выступ свидетельствует о втором состоянии; причем, дополнительно, индикаторное устройство содержит дисплей, связанный с формирователем изображения.

15. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел содержит датчик давления, расположенный на части дистального участка, которая выполнена с возможностью первой приходить в контакт с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается; при этом предварительно заданное расстояние равно нулю, и первое состояние выявляется по результату измерения давления ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения давления выше порогового значения.

16. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее направляющий механизм, выполненный с возможностью направления дистального участка корпуса, и третий исполнительный элемент для управления направляющим механизмом.

17. Устройство по п. 16, в котором направляющий механизм содержит:

множество соединенных колец, образующих трубчатую оболочку, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного охвата участка корпуса; и

по меньшей мере один тросик, продолжающийся продольно вдоль трубчатой оболочки и закрепленный к дистальному концу трубчатой оболочки;

при этом третий исполнительный элемент выполнен с возможностью укорачивания и удлинения по меньшей мере одного тросика, чтобы управлять направлением дистального участка корпуса;

причем направляющий механизм предпочтительно содержит множество упомянутых тросиков, расположенных в разных окружных положениях вокруг трубчатой оболочки.

18. Устройство по п. 17, в котором третий исполнительный элемент содержит:

внутренний элемент;

внешнюю оболочку, вмещающую внутренний элемент, при этом каждый из по меньшей мере одного тросика жестко соединен с внешней оболочкой на проксимальном участке;

внутренний элемент жестко соединен с трубчатой оболочкой;

внешняя оболочка допускает поворот относительно внутреннего элемента; и

дополнительно, к внутреннему элементу жестко прикреплена рукоятка через внешнюю оболочку.

19. Устройство по п. 18, в котором внутренний элемент содержит один или более компонентов, поджимаемых для упора во внешнюю оболочку.

20. Устройство по любому из пп. 16-19, в котором корпус способен сдвигаться со скольжением относительно направляющего механизма и третьего исполнительного элемента.

21. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее

баллонный катетер, при этом баллонный катетер содержит:

внешний трубчатый корпус; и

выворачивающуюся трубку, размещенную с возможностью скольжения во внешнем трубчатом корпусе и выполненную с возможностью вмещения направляющего механизма или корпуса; при этом

баллонный катетер выполнен с возможностью содержания текучей среды между внешним трубчатым корпусом и выворачивающейся трубкой; и

когда направляющий механизм или корпус выдвигается, выворачивающаяся трубка выворачивается.

22. Устройство по п. 21, в котором баллонный катетер содержит порт для текучей среды для заполнения баллонного катетера текучей средой.

23. Устройство по п. 22, в котором порт для текучей среды соединен по текучей среде с резервуаром для текучей среды.

24. Устройство по п. 23, в котором резервуар образован поршневой обоймой и поршнем, и поджимной механизм, выполнен с возможностью поджатия поршня в дистальном направлении для повышения давления текучей среды в резервуаре.

25. Устройство по п. 24, дополнительно содержащее освобождаемый механизм блокировки для запираания поршня в проксимальном положении.

26. Устройство по п. 23 или 24, в котором поршневая обойма и поршень выполнены с возможностью вмещения по скользящей посадке направляющего механизма или корпуса.

27. Устройство по любому из пп. 23-26, в котором максимальный объем резервуара меньше, чем объем переполнения баллонного катетера.

28. Устройство по любому из пп. 21-27, в котором направляющий механизм или корпус жестко закреплен к трубчатому баллону таким образом, что направляющий механизм или корпус можно выдвинуть в положение на максимальное расстояние.

29. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее плунжер, вмещенный с возможностью скольжения во внутреннем корпусе, при этом второй исполнительный элемент выполняет функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса посредством сдвига плунжера в дистальном направлении относительно внутреннего корпуса; причем, дополнительно, второй исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения плунжера.

30. Устройство по п. 29, в котором первый исполнительный элемент выполнен с возможностью отведения внутреннего корпуса, когда плунжер сдвигается в дистальном направлении относительно внутреннего корпуса.

31. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее контроллер движения, выполненный с возможностью соединения с проксимальным участком корпуса, при этом контроллер выполнен с возможностью приведения в действие одного или более из первого исполнительного элемента, второго исполнительного элемента и/или четвертого исполнительного элемента для выдвижения корпус

относительно контроллера движения.

32. Устройство по п. 31, в котором один или более из первого, второго и четвертого исполнительных элементов содержит ходовой винт, и контроллер движения выполнен с возможностью приведения в движение одного или более из ходовых винтов.

33. Устройство по п. 32, дополнительно содержащее соединитель, содержащий обойму соединителя и выполненный с возможностью соединения с контроллером движения, при этом обойма соединителя вмещает что-то одно или более из:

соединителя корпуса, неподвижно вмещающего проксимальный участок корпуса, причем соединитель корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя в неподвижной ориентации, причем четвертый исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя корпуса; и/или

соединителя внутреннего корпуса, неподвижно вмещающего проксимальный участок внутреннего корпуса, причем соединитель внутреннего корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, причем первый исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя внутреннего корпуса; и/или

соединителя плунжера, неподвижно вмещающего проксимальный участок плунжера, вмещенный с возможностью скольжения во внутреннем корпусе, причем соединитель плунжера способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, причем второй исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя плунжера.

34. Устройство по п. 33, в котором проксимальный конец одного или более из ходовых винтов для выдвижения соединителя корпуса, соединителя внутреннего корпуса или соединителя плунжера содержит зубья для сцепления с блокировкой поворота одного или более ходовых винтов с соответствующими ведущими элементами ходовых винтов контроллера движения, при этом, дополнительно, ведущие элементы ходовых винтов поджимаются в дистальном направлении к соединителю.

35. Устройство по п. 33 или 34, в котором соединитель выполнен с возможностью расцепляемого соединения с контроллером движения, при необходимости, в неподвижной ориентации.

36. Устройство по любому из пп. 32-35, в котором измерительный участок электрически подключен к первому электрическому компоненту ввода/вывода соединителя, и контроллер движения содержит соответствующий второй электрический компонент ввода/вывода, поджимаемый к первому электрическому компоненту ввода/вывода, чтобы поддерживать контакт с первым электрическим компонентом ввода/вывода; и/или в котором измерительный участок оптически связан с первым оптическим компонентом ввода/вывода соединителя, и контроллер движения содержит соответствующий второй оптический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью формирования торцевого уплотнения с первым оптическим компонентом ввода/вывода и поджимаемый к первому оптическому компоненту ввода/вывода, чтобы

поддерживать торцевое уплотнение с первым оптическим компонентом ввода/вывода.

37. Устройство по любому предыдущему п., в котором измерительный узел содержит электронные выходные данные, показывающие результат измерения измерительным участком, и индикаторное устройство выполнено с возможностью анализа электронных выходных данных, чтобы определять, находится ли измерительный узел в первом состоянии или втором состоянии.

38. Устройство по п. 37, в котором показание предназначено для подачи в электронный контроллер, выполненный с возможностью управления одним или более исполнительными элементами.

39. Устройство по любому предыдущему п., при этом один или более исполнительных элементов имеют электронное управление.

40. Компьютерный программный продукт, выполненный с возможностью управления устройством по п. 39, содержащий инструкции, которые, при выполнении программы компьютером, предписывают компьютеру выполнять следующие этапы:

получение инструкции на приведение в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов; и

приведение в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов.

Все вышеизложенное целиком находится в пределах объема настоящего изобретения и, как полагают, формирует основу для альтернативных вариантов осуществления, в которых применяются одна или более комбинаций из вышеописанных признаков, без ограничения раскрытой выше конкретной комбинацией.

В свете вышеизложенного будет много альтернативных вариантов, которые реализуют идею настоящего изобретения. Предполагается, что специалист в данной области техники сможет модифицировать и приспособить вышеизложенное раскрытие в соответствии с собственными обстоятельствами и требованиями в пределах объема настоящего изобретения, при сохранении некоторых или всех его технических эффектов, раскрытых или выводимых из вышеизложенных, с учетом общеизвестных общих знаний в данной области техники. Все такие эквиваленты, модификации или адаптации находятся в пределах объема настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство пригодное для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки у людей или любых других видов млекопитающих, содержащее корпус, выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, при этом корпус содержит:

просвет, продолжающийся от проксимального конца корпуса до дистального участка корпуса и имеющий дистальное отверстие на дистальном участке корпуса, причем просвет выполнен с возможностью вмещения по скользящей посадке внутреннего корпуса, имеющего дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия;

причем устройство дополнительно содержит:

первый исполнительный элемент, выполняющий функцию выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия корпуса, и второй исполнительный элемент, выполняющий функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса.

2. Устройство по п. 1, дополнительно содержащее:

измерительный узел, выполненный с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; и

индикаторное устройство, связанное с измерительным узлом и выполненное с возможностью указания, что устройство находится в первом состоянии или втором состоянии.

3. Устройство по п. 2, в котором измерительный узел выполнен с возможностью установления электрического контакта с дистальным участком внутреннего корпуса, который является электропроводящим, и обеспечения показания емкости, при этом первое состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения.

4. Устройство по п. 3, в котором предварительно заданное расстояние равно нулю.

5. Устройство по п. 1, дополнительно содержащее:

измерительный узел, содержащий измерительный участок, расположенный на дистальном участке корпуса, при этом измерительный узел выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или втором состоянии, означающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; и

индикаторное устройство, соединенное с измерительным узлом и выполненное с возможностью указания, что измерительный узел находится в первом состоянии или втором состоянии;

причем первый исполнительный элемент выполнен с возможностью выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия на по меньшей мере предварительно заданное расстояние.

6. Устройство по п. 5, в котором измерительный узел содержит:

один или более источников света, находящихся проксимально от дистального отверстия, каждый из которых выполнен с возможностью испускания света из дистального участка корпуса; и

одну или более положительных линз, выполненных с возможностью фокусирования одного или более источников света в фокальной точке на удалении от дистального отверстия; и

формирователь изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя фокальную точку;

при этом, когда испускаемый свет падает на эндометриальный эпителий в фокальной точке, дистальное отверстие находится на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия;

причем, дополнительно, индикаторное устройство содержит дисплей формирователя изображения; причем, дополнительно, формирователь изображения содержит камеру или оптоволоконный эндоскоп.

7. Устройство по п. 6, дополнительно содержащее вспомогательный источник света, выполненный с возможностью испускания несфокусированного света на эндометриальный эпителий из дистального участка корпуса.

8. Устройство по п. 6 или 7, в котором один или более источников света содержат два или более отдельных источников света таким образом, что источники света сводятся в фокальной точке, при этом, когда свет, падающий на эндометриальный эпителий от источников света, сводится, дистальное отверстие находится в пределах предварительно заданного расстояния сближения; причем один или более источников света предпочтительно содержат три или более отдельных источников света.

9. Устройство по п. 5, в котором измерительный узел содержит:

- сканирующий датчик для оптической когерентной томографии (ОКТ), содержащий волоконно-оптический жгут для ОКТ, заканчивающийся проксимально относительно дистального отверстия, при этом сканирующий датчик для ОКТ выполнен с возможностью вычисления расстояния дистального отверстия от участка эндометриального эпителия, или

- лазерный датчик, содержащий оптическое волокно, заканчивающееся проксимально относительно дистального отверстия, причем лазерный датчик выполнен с возможностью измерения времени распространения лазерного излучения, посланного к эндометриальному эпителию и отраженного обратно к лазерному датчику по оптическому

волокну, или

- датчик давления, расположенный на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой приходить в контакт с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается; при этом предварительно заданное расстояние равно нулю, и первое состояние выявляется по результату измерения давления ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения давления выше порогового значения, или

- ультразвуковой датчик, содержащий излучатель и приемник в непосредственной близости от дистального отверстия, выполненный с возможностью излучения звуковых волн в направлении эндометриального эпителия, причем измерительный узел выполнен с возможностью вычисления расстояния дистального отверстия до эндометриального эпителия,

- или любую их комбинацию.

10. Устройство по п. 5, в котором измерительный узел содержит емкостной датчик, расположенный на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой приходить в контакт с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается; при этом измерительный узел выполнен с возможностью обеспечения показания емкости, предпочтительно, когда расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием изменяется.

11. Устройство по п. 5, в котором измерительный узел содержит электропроводящий элемент, расположенный на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой приходить в контакт с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается; при этом измерительный узел выполнен с возможностью обеспечения показания емкости, предпочтительно, когда расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием изменяется.

12. Устройство по п. 10 или 11, в котором предварительно заданное расстояние равно нулю, и первое состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения.

13. Устройство по любому из пп. 5-12, в котором измерительный узел дополнительно выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в третьем состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или четвертом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; и при этом индикаторное устройство дополнительно выполнено с возможностью указания, что устройство находится в третьем состоянии или четвертом состоянии.

14. Устройство по п. 13, в котором измерительный узел выполнен с возможностью установления электрического контакта с дистальным участком внутреннего корпуса,

который является электропроводящим, и обеспечения показания емкости, при этом третье состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и четвертое состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения; причем предварительно заданное расстояние предпочтительно равно нулю.

15. Устройство по любому предыдущему п., в котором корпус содержит реперную метку, которая устанавливает предварительно заданное положение внутреннего корпуса внутри просвета корпуса, при этом в предварительно заданном положении дистальный конец внутреннего корпуса является смещенным на предварительно заданное расстояние относительно дистального конца корпуса.

16. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее внутренний корпус, имеющий дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия.

17. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее формирователь изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя фокальную точку на расстоянии от дистального отверстия.

18. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее направляющий механизм, выполненный с возможностью направления дистального участка корпуса, и третий исполнительный элемент для управления направляющим механизмом.

19. Устройство по п. 18, в котором направляющий механизм содержит:

множество соединенных колец, образующих трубчатую оболочку, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного охвата участка корпуса; и

по меньшей мере один тросик, продолжающийся продольно вдоль трубчатой оболочки и закрепленный к дистальному концу трубчатой оболочки;

при этом третий исполнительный элемент выполнен с возможностью укорачивания и удлинения по меньшей мере одного тросика, чтобы управлять направлением дистального участка корпуса;

причем направляющий механизм предпочтительно содержит множество упомянутых тросиков, расположенных в разных окружных положениях вокруг трубчатой оболочки.

20. Устройство по п. 19, в котором третий исполнительный элемент содержит:

внутренний элемент;

внешнюю оболочку, вмещающую внутренний элемент, при этом каждый из по меньшей мере одного тросика жестко соединен с внешней оболочкой на проксимальном участке;

причем внутренний элемент жестко соединен с трубчатой оболочкой;

внешняя оболочка допускает поворот относительно внутреннего элемента; и

дополнительно, к внутреннему элементу жестко прикреплена рукоятка через внешнюю оболочку.

21. Устройство по п. 20, в котором внутренний элемент содержит один или более

компонентов, поджимаемых для упора во внешнюю оболочку.

22. Устройство по любому из пп. 18-21, в котором корпус способен сдвигаться со скольжением относительно направляющего механизма и третьего исполнительного элемента.

23. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее баллонный катетер, при этом баллонный катетер содержит:

внешний трубчатый корпус; и

выворачивающуюся трубку, размещенную с возможностью скольжения во внешнем трубчатом корпусе и выполненную с возможностью вмещения направляющего механизма или корпуса; причем

баллонный катетер выполнен с возможностью содержания текучей среды между внешним трубчатым корпусом и выворачивающейся трубкой; и

когда направляющий механизм или корпус выдвигается, выворачивающаяся трубка выворачивается.

24. Устройство по п. 23, в котором баллонный катетер содержит порт для текучей среды для заполнения баллонного катетера текучей средой.

25. Устройство по п. 24, в котором порт для текучей среды соединен по текучей среде с резервуаром для текучей среды; при этом, дополнительно, максимальный объем резервуара меньше, чем объем переполнения баллонного катетера.

26. Устройство по п. 25, в котором резервуар образован поршневой обоймой и поршнем, и поджимной механизм, выполнен с возможностью поджатия поршня в дистальном направлении для повышения давления текучей среды в резервуаре.

27. Устройство по п. 26, дополнительно содержащее освобождаемый механизм блокировки для запираания поршня в проксимальном положении.

28. Устройство по п. 26 или 27, в котором поршневая обойма и поршень выполнены с возможностью вмещения по скользящей посадке направляющего механизма или корпуса.

29. Устройство по любому из пп. 23-28, в котором направляющий механизм или корпус жестко закреплен к трубчатому баллону таким образом, что направляющий механизм или корпус можно выдвинуть в положение на максимальное расстояние.

30. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее плунжер, вмещенный с возможностью скольжения во внутреннем корпусе, при этом второй исполнительный элемент выполняет функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса посредством сдвига плунжера в дистальном направлении относительно внутреннего корпуса; причем, дополнительно, второй исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения плунжера.

31. Устройство по п. 30, в котором первый исполнительный элемент выполнен с возможностью отведения внутреннего корпуса, когда плунжер сдвигается в дистальном направлении относительно внутреннего корпуса.

32. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее

контроллер движения, выполненный с возможностью соединения с проксимальным участком корпуса, при этом контроллер движения содержит один или более ходовых винтов, выполненных с возможностью выдвижения/отведения корпуса и/или выдвижения/отведения и/или поворота внешнего катетера, вмещающего корпус.

33. Устройство по п. 32, в котором контроллер движения содержит один или более приводных механизмов выполненный с возможностью приведения в движение одного или более из ходовых винтов.

34. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее контроллер движения, выполненный с возможностью соединения с проксимальным участком корпуса, при этом контроллер выполнен с возможностью приведения в действие одного или более из первого исполнительного элемента, второго исполнительного элемента и/или четвертого исполнительного элемента для выдвижения корпуса относительно контроллера движения.

35. Устройство по п. 34, в котором один или более из первого, второго и четвертого исполнительных элементов содержит ходовой винт, и контроллер движения выполнен с возможностью приведения в движение одного или более из ходовых винтов.

36. Устройство по п. 35, дополнительно содержащее соединитель, содержащий обойму соединителя и выполненный с возможностью соединения с контроллером движения, при этом обойма соединителя вмещает что-то одно или более из:

соединителя корпуса, неподвижно вмещающего проксимальный участок корпуса, причем соединитель корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя в неподвижной ориентации, причем четвертый исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя корпуса; и/или

соединителя внутреннего корпуса, неподвижно вмещающего проксимальный участок внутреннего корпуса, причем соединитель внутреннего корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, причем первый исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя внутреннего корпуса; и/или

соединителя плунжера, неподвижно вмещающего проксимальный участок плунжера, вмещенный с возможностью скольжения во внутреннем корпусе, причем соединитель плунжера способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, причем второй исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя плунжера.

37. Устройство по п. 36, в котором проксимальный конец одного или более из ходовых винтов для выдвижения соединителя корпуса, соединителя внутреннего корпуса или соединителя плунжера содержит зубья для сцепления с блокировкой поворота одного или более ходовых винтов с соответствующими ведущими элементами ходовых винтов контроллера движения, при этом, дополнительно, ведущие элементы ходовых винтов поджимаются в дистальном направлении к соединителю.

38. Устройство по п. 36 или 37, в котором соединитель выполнен с возможностью

расцепляемого соединения с контроллером движения, при необходимости, в неподвижной ориентации.

39. Устройство по любому из пп. 35-38, в котором измерительный участок электрически подключен к первому электрическому компоненту ввода/вывода соединителя, и контроллер движения содержит соответствующий второй электрический компонент ввода/вывода, поджимаемый к первому электрическому компоненту ввода/вывода, чтобы поддерживать контакт с первым электрическим компонентом ввода/вывода; и/или в котором измерительный участок оптически связан с первым оптическим компонентом ввода/вывода соединителя, и контроллер движения содержит соответствующий второй оптический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью формирования торцевого уплотнения с первым оптическим компонентом ввода/вывода и поджимаемый к первому оптическому компоненту ввода/вывода, чтобы поддерживать торцевое уплотнение с первым оптическим компонентом ввода/вывода.

40. Устройство по любому предыдущему п., в котором измерительный узел содержит электронные выходные данные, показывающие результат измерения измерительным участком, и индикаторное устройство выполнено с возможностью анализа электронных выходных данных, чтобы определять, находится ли измерительный узел в первом состоянии или втором состоянии.

41. Устройство по п. 40, в котором показание предназначено для подачи в электронный контроллер, выполненный с возможностью управления одним или более исполнительными элементами.

42. Устройство по любому предыдущему п., в котором один или более исполнительных элементов имеют электронное управление.

43. Компьютерный программный продукт, выполненный с возможностью управления устройством по п. 42, содержащий инструкции, которые, при выполнении программы компьютером, предписывают компьютеру выполнять следующие этапы:

получение инструкции на приведение в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов; и приведением в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов.

ИЗМЕНЕННАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ ПО СТ.34 РСТ

1. Устройство пригодное для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки у людей или любых других видов млекопитающих, содержащее корпус, выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, при этом корпус содержит:

просвет, продолжающийся от проксимального конца корпуса до дистального участка корпуса и имеющий дистальное отверстие на дистальном участке корпуса, причем просвет выполнен с возможностью вмещения с возможностью скольжения внутреннего корпуса, имеющего дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия;

причем устройство дополнительно содержит:

первый исполнительный элемент, функционирующий для выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия корпуса, и второй исполнительный элемент, работающий для вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса;

измерительный узел, выполненный с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, указывающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние в направлении, в котором внутренний корпус выдвигается из дистального отверстия, или втором состоянии, указывающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием равно или меньше предварительно заданного расстояния в направлении, в котором внутренний корпус выдвигается из дистального отверстия; и

индикаторное устройство, связанное с измерительным узлом и выполненное с возможностью указания, что устройство находится в первом состоянии или втором состоянии.

2. Устройство по п. 1, в котором измерительный узел выполнен с возможностью установления электрического контакта с дистальным участком внутреннего корпуса, который является электропроводящим, и обеспечения показания емкости, при этом первое состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения.

3. Устройство по п. 2, в котором предварительно заданное расстояние равно нулю.

4. Устройство, пригодное для доставки оплодотворенной яйцеклетки или эмбриона в материнский эндометрий матки у людей или любых других видов млекопитающих, содержащее корпус, выполненный с возможностью установки в просвет репродуктивной системы женщин, при этом корпус содержит:

просвет, продолжающийся от проксимального конца корпуса до дистального участка корпуса и имеющий дистальное отверстие на дистальном участке корпуса, причем просвет выполнен с возможностью вмещения с возможностью скольжения внутреннего

корпуса, имеющего дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия;

причем устройство дополнительно содержит:

первый исполнительный элемент, функционирующий для выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия корпуса, и второй исполнительный элемент, функционирующий для вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса ;измерительный узел, содержащий измерительный участок, расположенный на дистальном участке корпуса, при этом измерительный узел выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в первом состоянии, указывающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние в направлении, в котором внутренний корпус выдвигается из дистального отверстия, или втором состоянии, указывающем, что расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием равно или меньшей предварительно заданного расстояния в направлении, в котором внутренний корпус выдвигается из дистального отверстия; и

индикаторное устройство, соединенное с измерительным узлом и выполненное с возможностью указания, что измерительный узел находится в первом состоянии или втором состоянии;

причем первый исполнительный элемент выполнен с возможностью выдвижения внутреннего корпуса из дистального отверстия на по меньшей мере предварительно заданное расстояние.

5. Устройство по п. 4, в котором измерительный узел содержит:

один или более источников света, находящихся проксимально от дистального отверстия, каждый из которых выполнен с возможностью испускания света из дистального участка корпуса; и

одну или более положительных линз, выполненных с возможностью фокусирования одного или более источников света в фокальной точке на удалении от дистального отверстия; и

формирователь изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя фокальную точку;

при этом, когда испускаемый свет падает на эндометриальный эпителий в фокальной точке, дистальное отверстие находится на предварительно заданном расстоянии от эндометриального эпителия;

причем, дополнительно, индикаторное устройство содержит дисплей формирователя изображения; причем, дополнительно, формирователь изображения содержит камеру или оптоволоконный эндоскоп.

6. Устройство по п. 5, дополнительно содержащее вспомогательный источник света, выполненный с возможностью испускания несфокусированного света на эндометриальный эпителий из дистального участка корпуса.

7. Устройство по п. 5 или 6, в котором один или более источников света содержат

два или более отдельных источников света таким образом, что источники света сводятся в фокальной точке, при этом, когда свет, падающий на эндометриальный эпителий от источников света, сводится, дистальное отверстие находится в пределах предварительно заданного расстояния сближения; причем один или более источников света предпочтительно содержат три или более отдельных источников света.

8. Устройство по п. 4, в котором измерительный узел содержит:

- сканирующий датчик для оптической когерентной томографии (ОКТ), содержащий волоконно-оптический жгут для ОКТ, заканчивающийся проксимально относительно дистального отверстия, при этом сканирующий датчик для ОКТ выполнен с возможностью вычисления расстояния дистального отверстия от участка эндометриального эпителия, или

- лазерный датчик, содержащий оптическое волокно, заканчивающееся проксимально относительно дистального отверстия, причем лазерный датчик выполнен с возможностью измерения времени распространения лазерного излучения, посланного к эндометриальному эпителию и отраженного обратно к лазерному датчику по оптическому волокну, или

- датчик давления, расположенный на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой приходить в контакт с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается; при этом предварительно заданное расстояние равно нулю, и первое состояние выявляется по результату измерения давления ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения давления выше порогового значения, или

- ультразвуковой датчик, содержащий излучатель и приемник в непосредственной близости от дистального отверстия, выполненный с возможностью излучения звуковых волн в направлении эндометриального эпителия, причем измерительный узел выполнен с возможностью вычисления расстояния дистального отверстия до эндометриального эпителия,

- или любую их комбинацию.

9. Устройство по п. 4, в котором измерительный узел содержит емкостной датчик, расположенный на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой приходить в контакт с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается; при этом измерительный узел выполнен с возможностью обеспечения показания емкости, предпочтительно, когда расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием изменяется.

10. Устройство по п. 4, в котором измерительный узел содержит электропроводящий элемент, расположенный на части дистального участка корпуса, которая выполнена с возможностью первой приходить в контакт с эндометриальным эпителием, когда корпус выдвигается; при этом измерительный узел выполнен с возможностью обеспечения показания емкости, предпочтительно, когда расстояние между дистальным участком корпуса и эндометриальным эпителием изменяется.

11. Устройство по п. 9 или 10, в котором предварительно заданное расстояние равно нулю, и первое состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и второе состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения.

12. Устройство по любому из пп. 4-11, в котором измерительный узел дополнительно выполнен с возможностью измерения, находится ли устройство в третьем состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием превышает предварительно заданное расстояние, или четвертом состоянии, означающем, что расстояние между дистальным концом внутреннего корпуса и эндометриальным эпителием не превышает предварительно заданного расстояния; и при этом индикаторное устройство дополнительно выполнено с возможностью указания, что устройство находится в третьем состоянии или четвертом состоянии.

13. Устройство по п. 12, в котором измерительный узел выполнен с возможностью установления электрического контакта с дистальным участком внутреннего корпуса, который является электропроводящим, и обеспечения показания емкости, при этом третье состояние выявляется по результату измерения емкости ниже порогового значения, и четвертое состояние выявляется по результату измерения емкости выше порогового значения; причем предварительно заданное расстояние предпочтительно равно нулю.

14. Устройство по любому предыдущему п., в котором корпус содержит реперную метку, которая устанавливает предварительно заданное положение внутреннего корпуса внутри просвета корпуса, при этом в предварительно заданном положении дистальный конец внутреннего корпуса является смещенным на предварительно заданное расстояние относительно дистального конца корпуса.

15. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее внутренний корпус, имеющий дистальный конец, пригодный для проникания внутрь эндометриального эпителия.

16. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее формирователь изображения, имеющий поле обзора, включающее в себя фокальную точку на расстоянии от дистального отверстия.

17. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее направляющий механизм, выполненный с возможностью направления дистального участка корпуса, и третий исполнительный элемент для управления направляющим механизмом.

18. Устройство по п. 17, в котором направляющий механизм содержит:
множество соединенных колец, образующих трубчатую оболочку, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного охвата участка корпуса; и
по меньшей мере один тросик, продолжающийся продольно вдоль трубчатой оболочки и закрепленный к дистальному концу трубчатой оболочки;
при этом третий исполнительный элемент выполнен с возможностью укорачивания

и удлинения по меньшей мере одного тросика, чтобы управлять направлением дистального участка корпуса;

причем направляющий механизм предпочтительно содержит множество упомянутых тросиков, расположенных в разных окружных положениях вокруг трубчатой оболочки.

19. Устройство по п. 18, в котором третий исполнительный элемент содержит:

внутренний элемент;

внешнюю оболочку, вмещающую внутренний элемент, при этом каждый из по меньшей мере одного тросика жестко соединен с внешней оболочкой на проксимальном участке;

при чем внутренний элемент жестко соединен с трубчатой оболочкой;

внешняя оболочка допускает поворот относительно внутреннего элемента; и

дополнительно, к внутреннему элементу жестко прикреплена рукоятка через внешнюю оболочку.

20. Устройство по п. 19, в котором внутренний элемент содержит один или более компонентов, поджимаемых для упора во внешнюю оболочку.

21. Устройство по любому из пп. 17-20, в котором корпус способен сдвигаться со скольжением относительно направляющего механизма и третьего исполнительного элемента.

22. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее баллонный катетер, при этом баллонный катетер содержит:

внешний трубчатый корпус; и

выворачивающуюся трубку, размещенную с возможностью скольжения во внешнем трубчатом корпусе и выполненную с возможностью вмещения направляющего механизма или корпуса; причем

баллонный катетер выполнен с возможностью содержания текучей среды между внешним трубчатым корпусом и выворачивающейся трубкой; и

когда направляющий механизм или корпус выдвигается, выворачивающаяся трубка выворачивается.

23. Устройство по п. 22, в котором баллонный катетер содержит порт для текучей среды для заполнения баллонного катетера текучей средой.

24. Устройство по п. 23, в котором порт для текучей среды соединен по текучей среде с резервуаром для текучей среды; при этом, дополнительно, максимальный объем резервуара меньше, чем объем переполнения баллонного катетера.

25. Устройство по п. 24, в котором резервуар образован поршневой обоймой и поршнем, и поджимной механизм, выполнен с возможностью поджатия поршня в дистальном направлении для повышения давления текучей среды в резервуаре.

26. Устройство по п. 25, дополнительно содержащее освобождаемый механизм блокировки для запираания поршня в проксимальном положении.

27. Устройство по п. 25 или 26, в котором поршневая обойма и поршень

выполнены с возможностью вмещения по скользящей посадке направляющего механизма или корпуса.

28. Устройство по любому из пп. 22-27, в котором направляющий механизм или корпус жестко закреплен к трубчатому баллону таким образом, что направляющий механизм или корпус можно выдвинуть в положение на максимальное расстояние.

29. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее плунжер, вмещенный с возможностью скольжения во внутреннем корпусе, при этом второй исполнительный элемент выполняет функцию вытеснения оплодотворенной яйцеклетки из внутреннего корпуса посредством сдвига плунжера в дистальном направлении относительно внутреннего корпуса; причем, дополнительно, второй исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения плунжера.

30. Устройство по п. 29, в котором первый исполнительный элемент выполнен с возможностью отведения внутреннего корпуса, когда плунжер сдвигается в дистальном направлении относительно внутреннего корпуса.

31. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее контроллер движения, выполненный с возможностью соединения с проксимальным участком корпуса, при этом контроллер движения содержит один или более ходовых винтов, выполненных с возможностью выдвижения/отведения корпуса и/или выдвижения/отведения и/или поворота внешнего катетера, вмещающего корпус.

32. Устройство по п. 31, в котором контроллер движения содержит один или более приводных механизмов выполненный с возможностью приведения в движение одного или более из ходовых винтов.

33. Устройство по любому предыдущему п., дополнительно содержащее контроллер движения, выполненный с возможностью соединения с проксимальным участком корпуса, при этом контроллер выполнен с возможностью приведения в действие одного или более из первого исполнительного элемента, второго исполнительного элемента и/или четвертого исполнительного элемента для выдвижения корпуса относительно контроллера движения.

34. Устройство по п. 33, в котором один или более из первого, второго и четвертого исполнительных элементов содержит ходовой винт, и контроллер движения выполнен с возможностью приведения в движение одного или более из ходовых винтов.

35. Устройство по п. 34, дополнительно содержащее соединитель, содержащий обойму соединителя и выполненный с возможностью соединения с контроллером движения, при этом обойма соединителя вмещает что-то одно или более из:

соединителя корпуса, неподвижно вмещающего проксимальный участок корпуса, причем соединитель корпуса способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя в неподвижной ориентации, причем четвертый исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя корпуса; и/или

соединителя внутреннего корпуса, неподвижно вмещающего проксимальный участок внутреннего корпуса, причем соединитель внутреннего корпуса способен

сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, причем первый исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя внутреннего корпуса; и/или

соединителя плунжера, неподвижно вмещающего проксимальный участок плунжера, вмещенный с возможностью скольжения во внутреннем корпусе, причем соединитель плунжера способен сдвигаться со скольжением относительно обоймы соединителя, при необходимости, в неподвижной ориентации, причем второй исполнительный элемент содержит ходовой винт для выдвижения соединителя плунжера.

36. Устройство по п. 35, в котором проксимальный конец одного или более из ходовых винтов для выдвижения соединителя корпуса, соединителя внутреннего корпуса или соединителя плунжера содержит зубья для сцепления с блокировкой поворота одного или более ходовых винтов с соответствующими ведущими элементами ходовых винтов контроллера движения, при этом, дополнительно, ведущие элементы ходовых винтов поджимаются в дистальном направлении к соединителю.

37. Устройство по п. 35 или 36, в котором соединитель выполнен с возможностью расцепляемого соединения с контроллером движения, при необходимости, в неподвижной ориентации.

38. Устройство по любому из пп. 34-37, в котором измерительный участок электрически подключен к первому электрическому компоненту ввода/вывода соединителя, и контроллер движения содержит соответствующий второй электрический компонент ввода/вывода, поджимаемый к первому электрическому компоненту ввода/вывода, чтобы поддерживать контакт с первым электрическим компонентом ввода/вывода; и/или в котором измерительный участок оптически связан с первым оптическим компонентом ввода/вывода соединителя, и контроллер движения содержит соответствующий второй оптический компонент ввода/вывода, выполненный с возможностью формирования торцевого уплотнения с первым оптическим компонентом ввода/вывода и поджимаемый к первому оптическому компоненту ввода/вывода, чтобы поддерживать торцевое уплотнение с первым оптическим компонентом ввода/вывода.

39. Устройство по любому предыдущему п., в котором измерительный узел содержит электронные выходные данные, показывающие результат измерения измерительным участком, и индикаторное устройство выполнено с возможностью анализа электронных выходных данных, чтобы определять, находится ли измерительный узел в первом состоянии или втором состоянии.

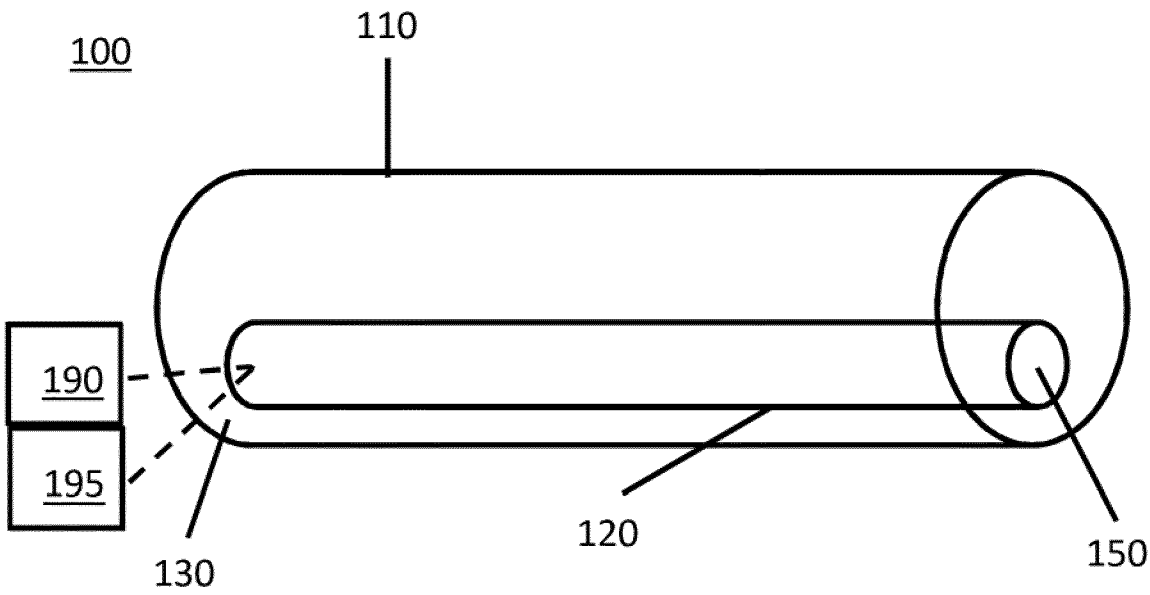
40. Устройство по п. 39, в котором показание предназначено для подачи в электронный контроллер, выполненный с возможностью управления одним или более исполнительными элементами.

41. Устройство по любому предыдущему п., в котором один или более исполнительных элементов имеют электронное управление.

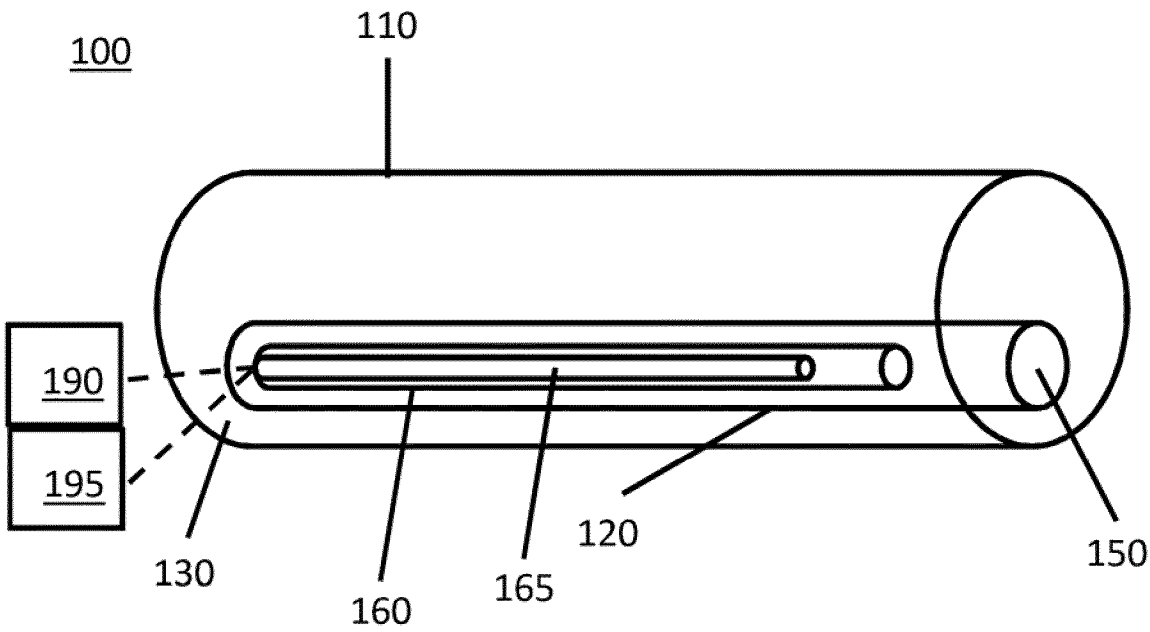
42. Компьютерный программный продукт, выполненный с возможностью управления устройством по п. 41, содержащий инструкции, которые, при выполнении

программы компьютером, предписывают компьютеру выполнять следующие этапы:

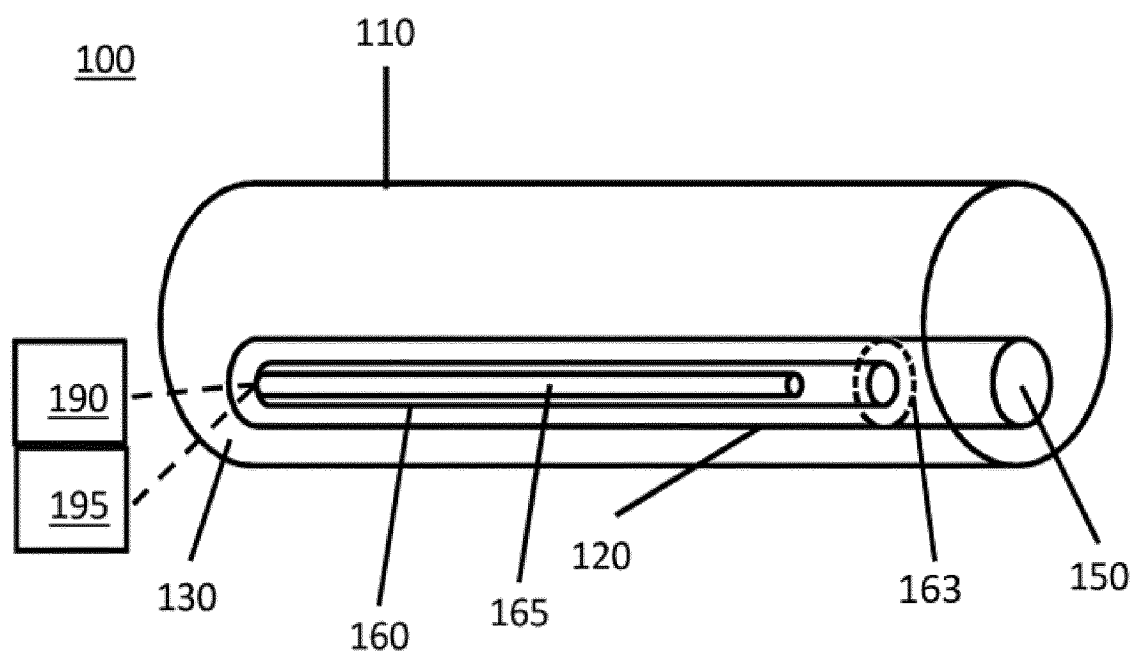
получение инструкции на приведение в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов; и приведением в действие одного или более электронно-управляемых исполнительных элементов.



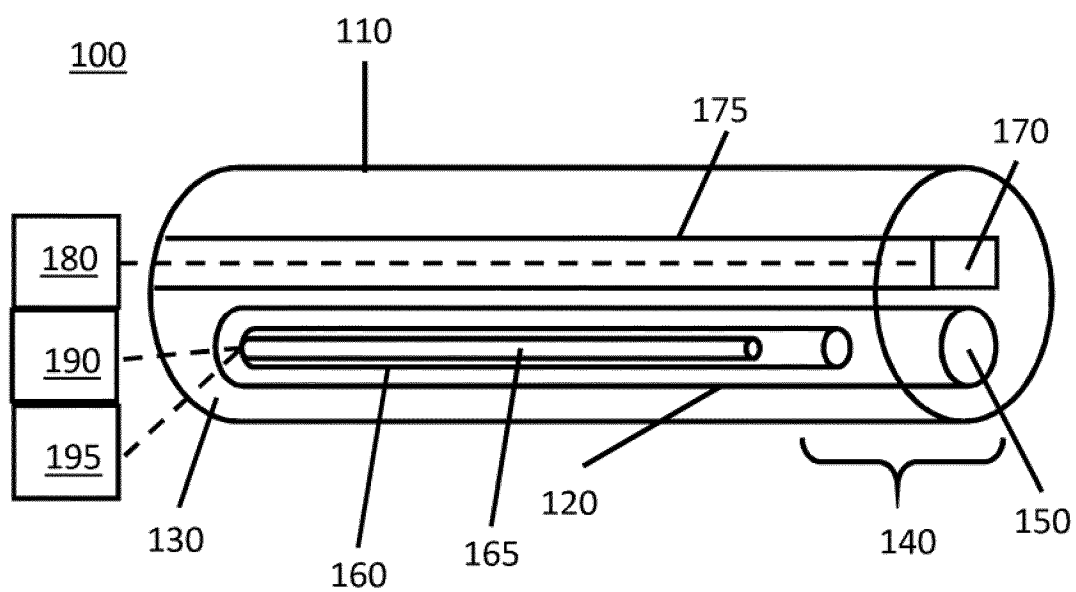
ФИГ. 1А



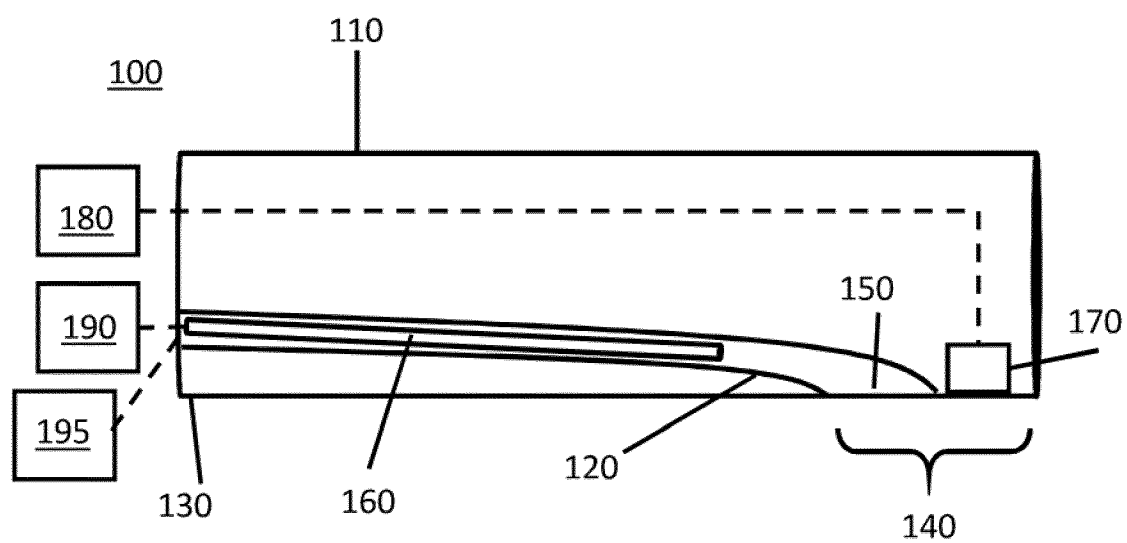
ФИГ. 1В



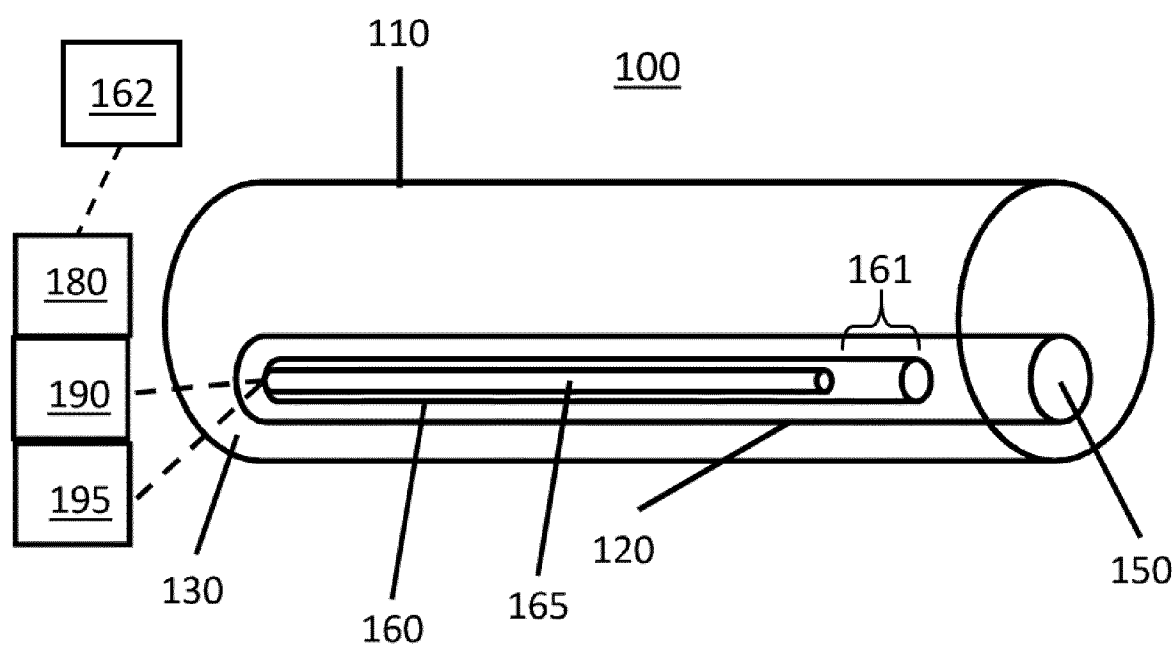
ФИГ. 1С



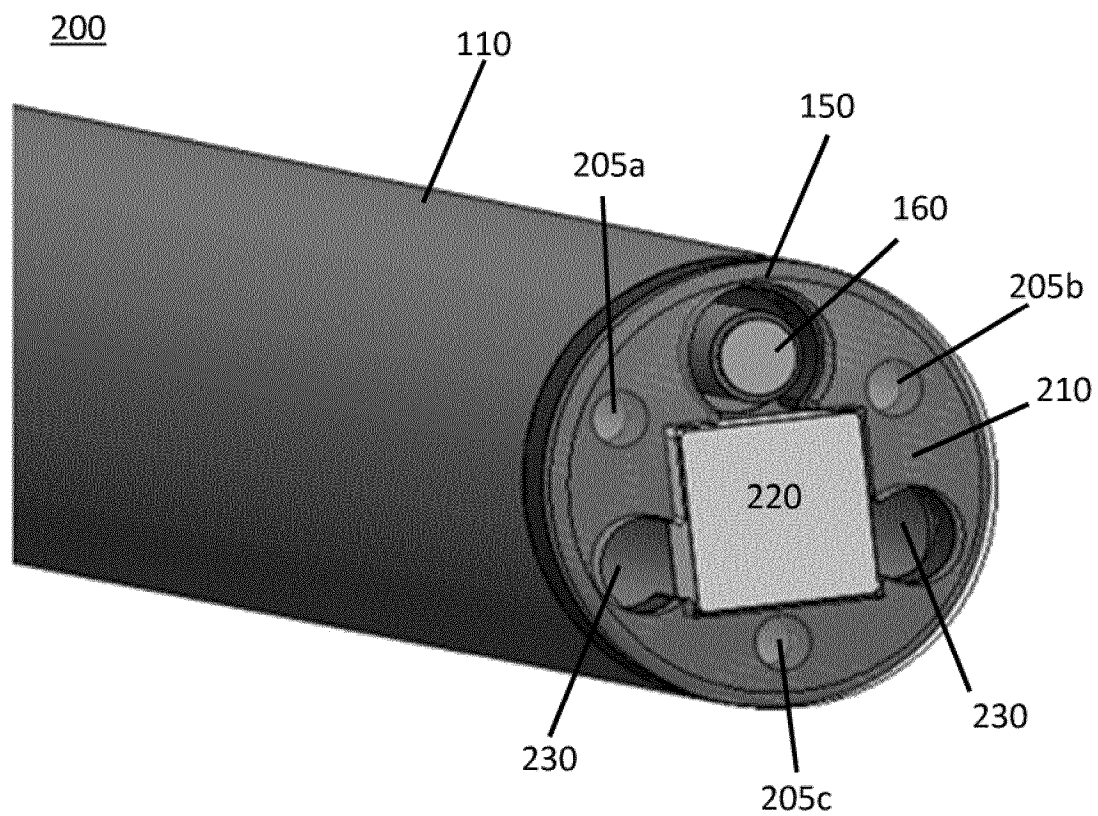
ФИГ. 1D



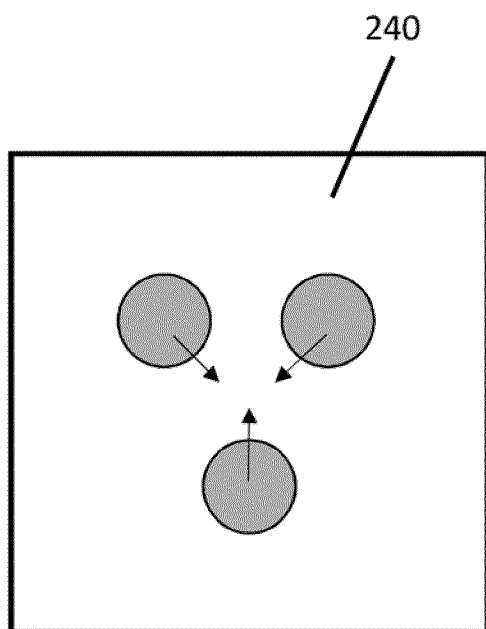
ФИГ. 1Е



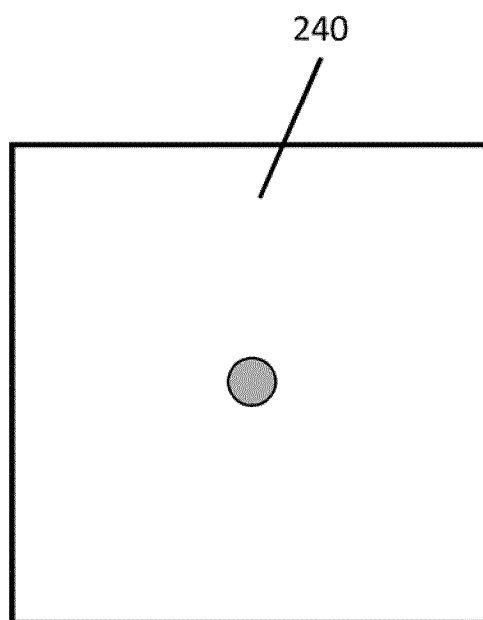
ФИГ. 1F



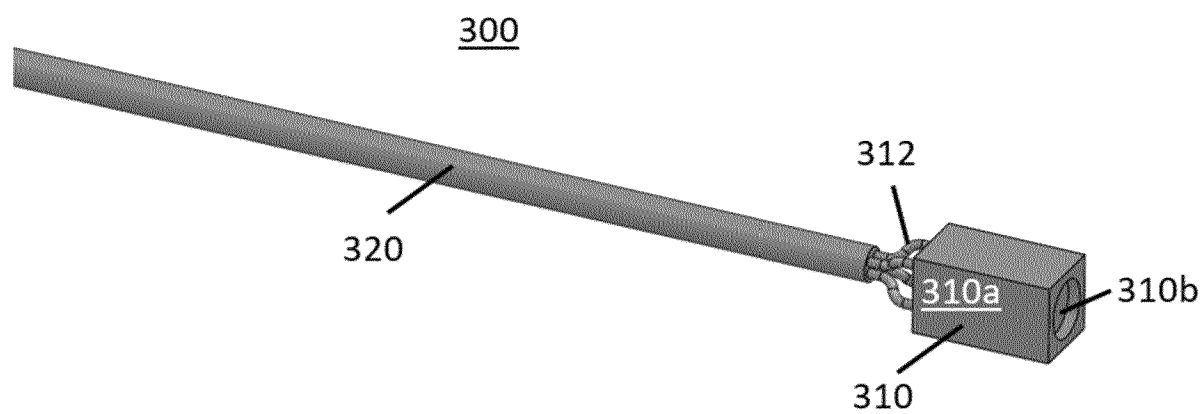
ФИГ. 2А



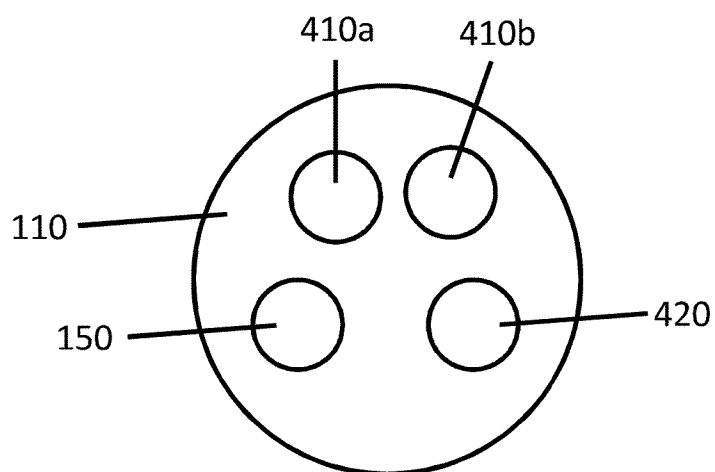
ФИГ. 2В



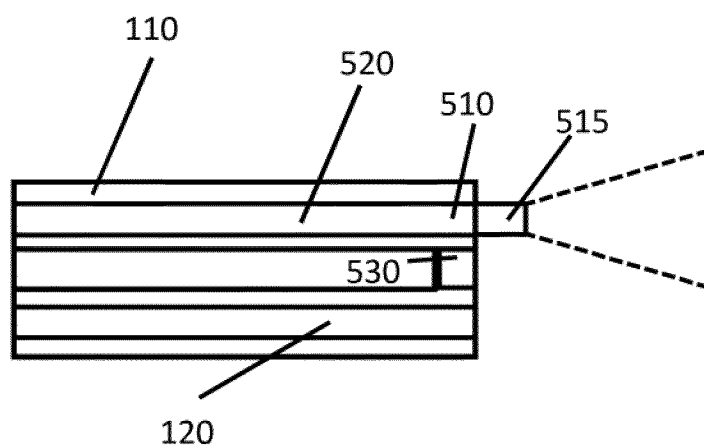
ФИГ. 2С



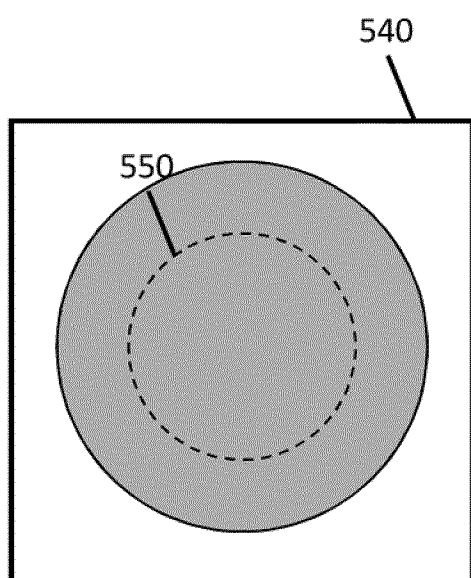
ФИГ. 3



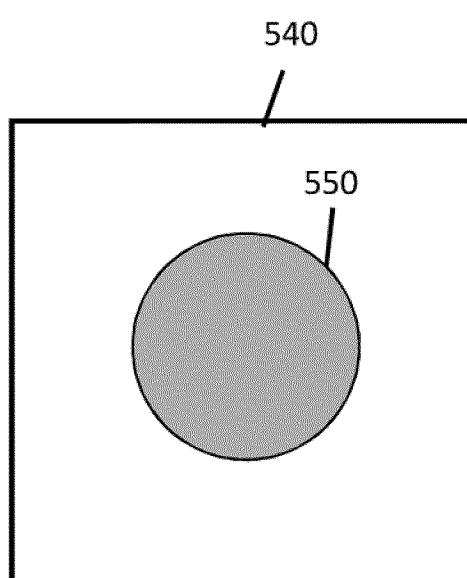
ФИГ. 4



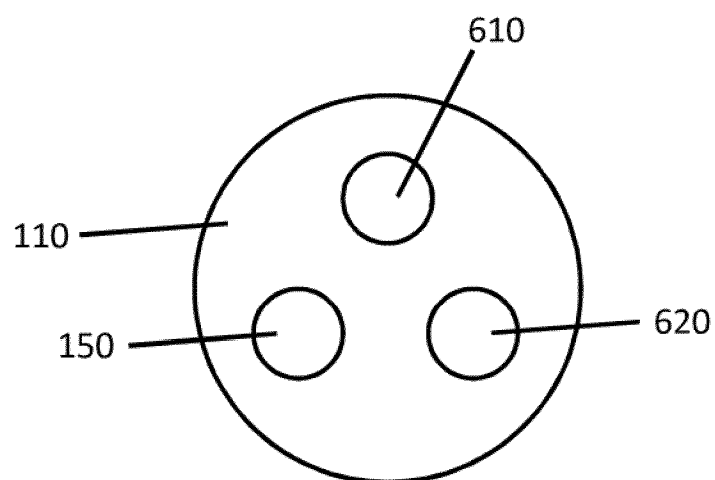
ФИГ. 5А



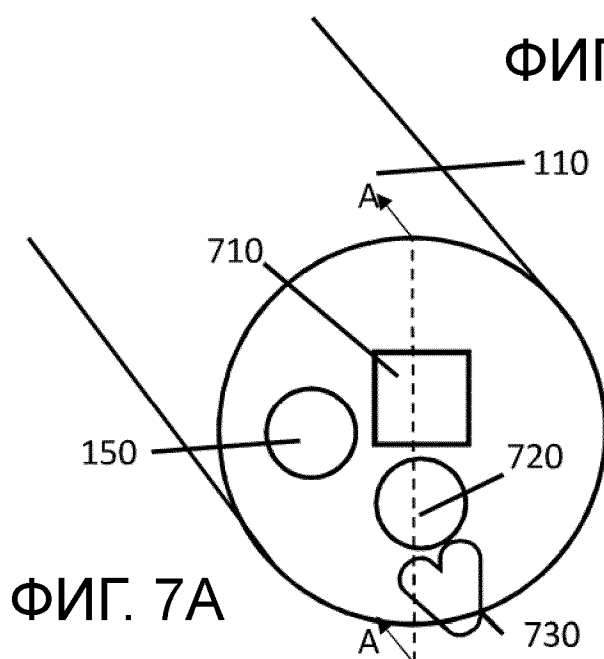
ФИГ. 5В



ФИГ. 5С

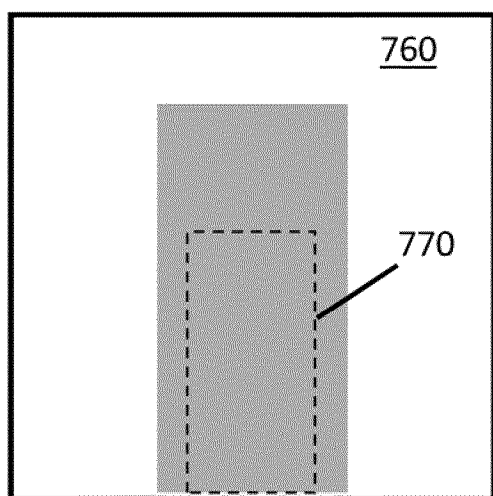
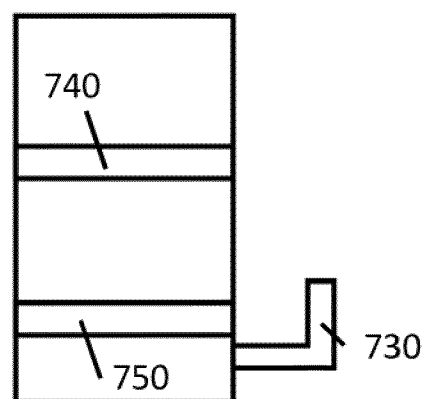


ФИГ. 6

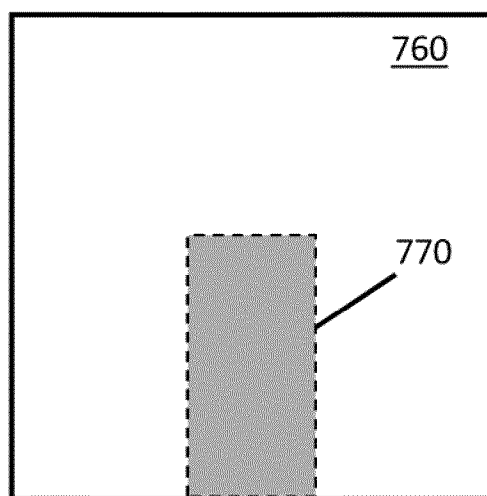


ФИГ. 7А

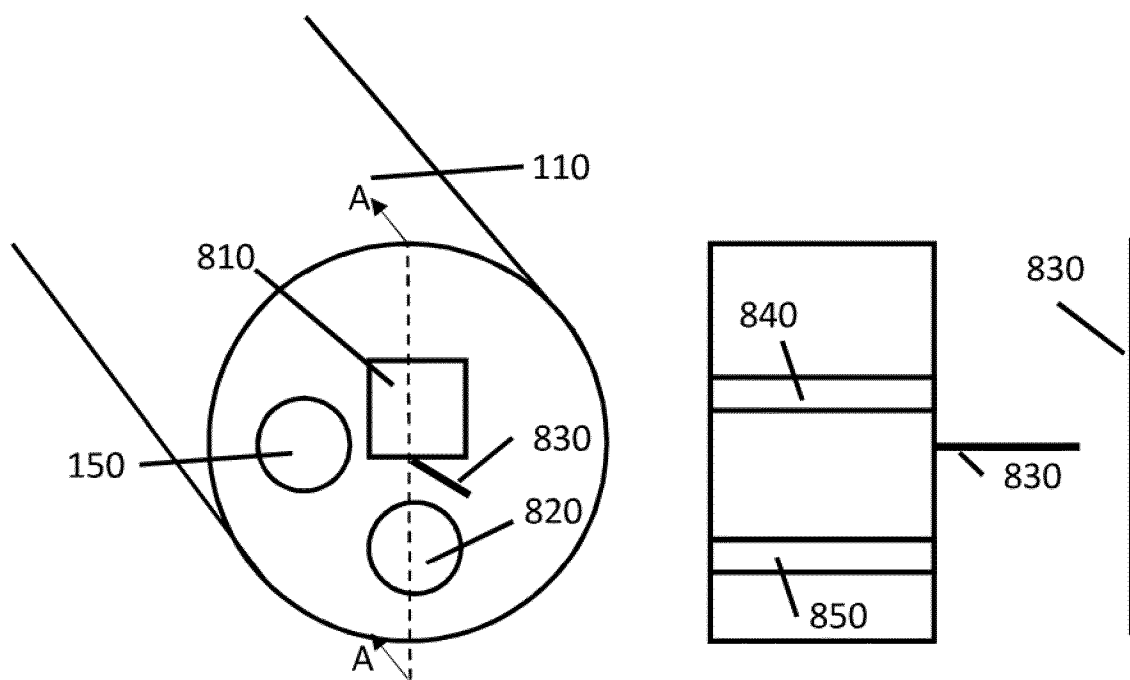
ФИГ. 7В



ФИГ. 7С

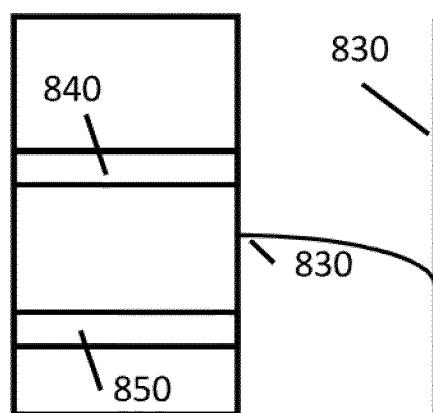


ФИГ. 7D

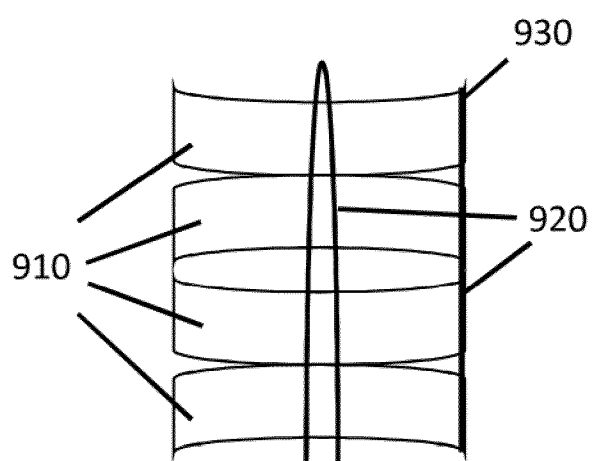


ФИГ. 8А

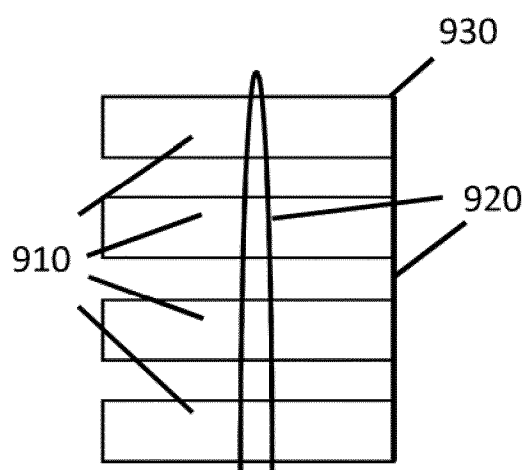
ФИГ. 8В



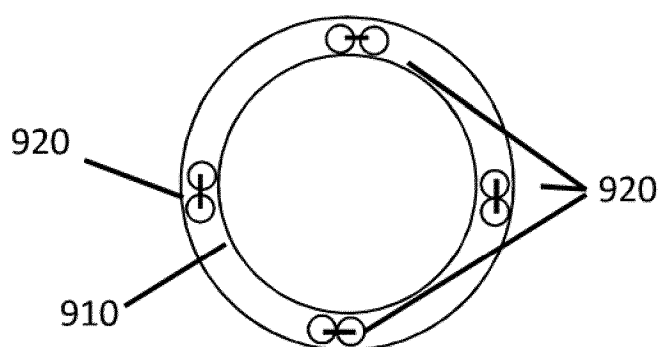
ФИГ. 8С



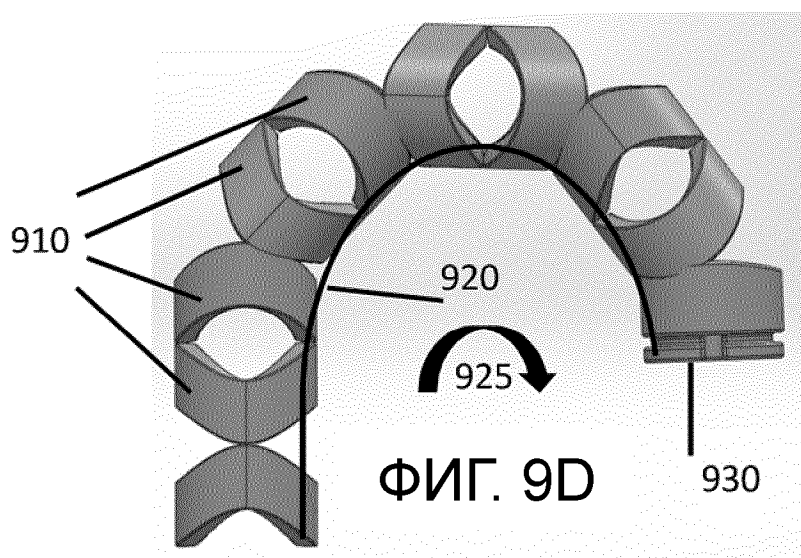
ФИГ. 9А



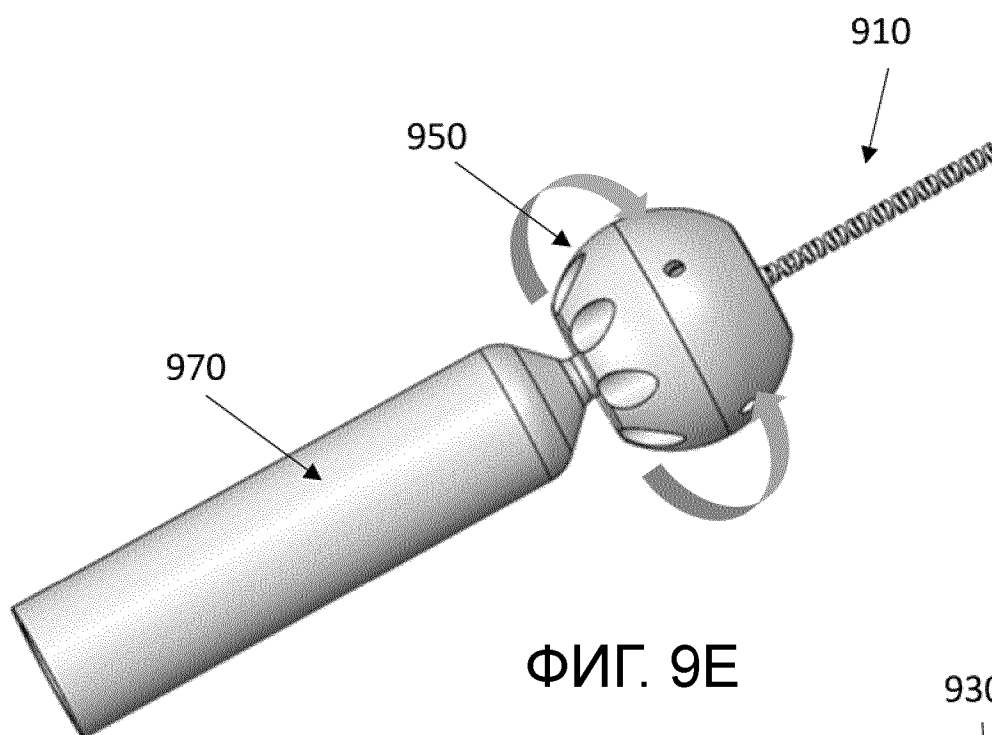
ФИГ. 9В



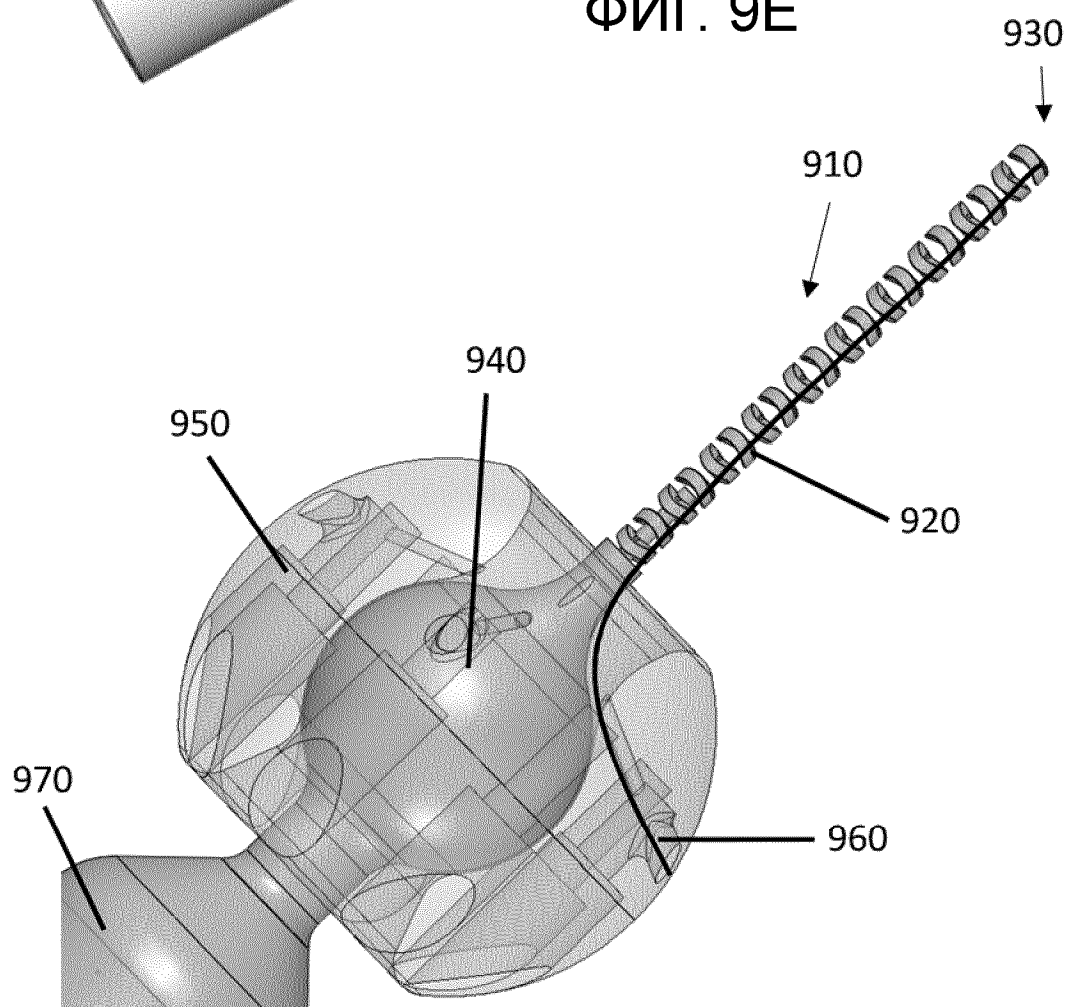
ФИГ. 9С



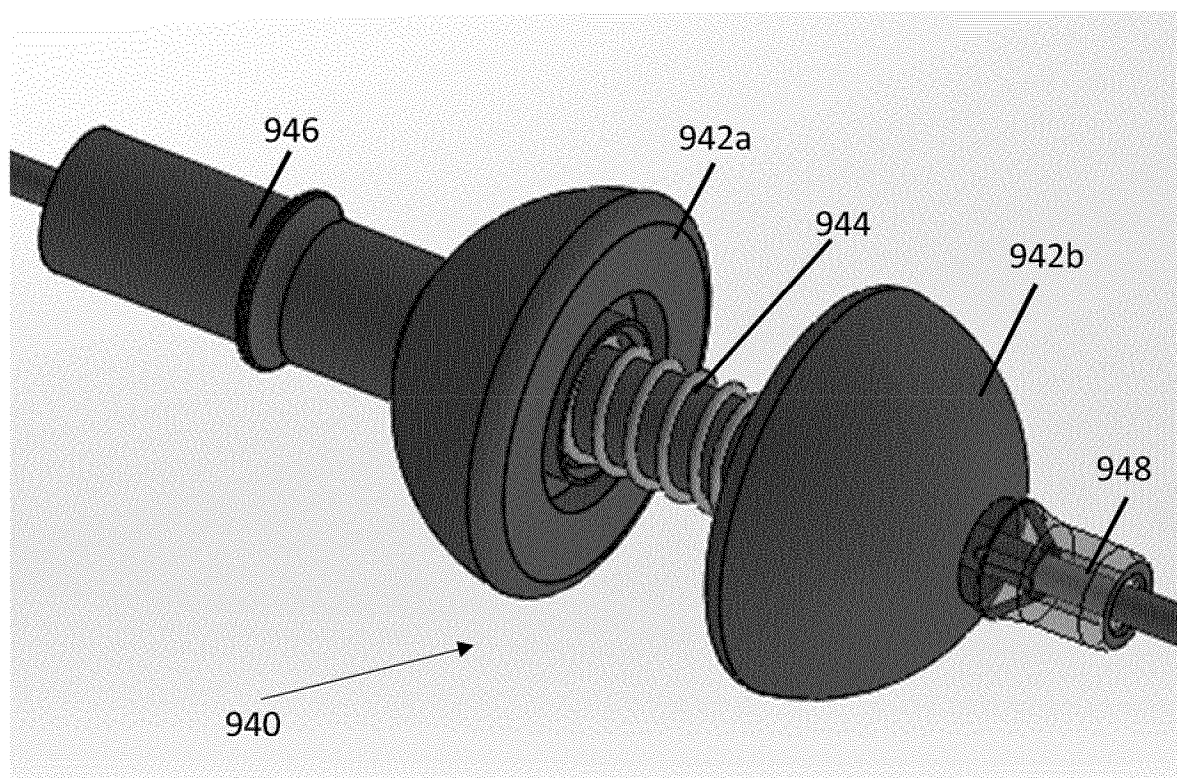
ФИГ. 9D



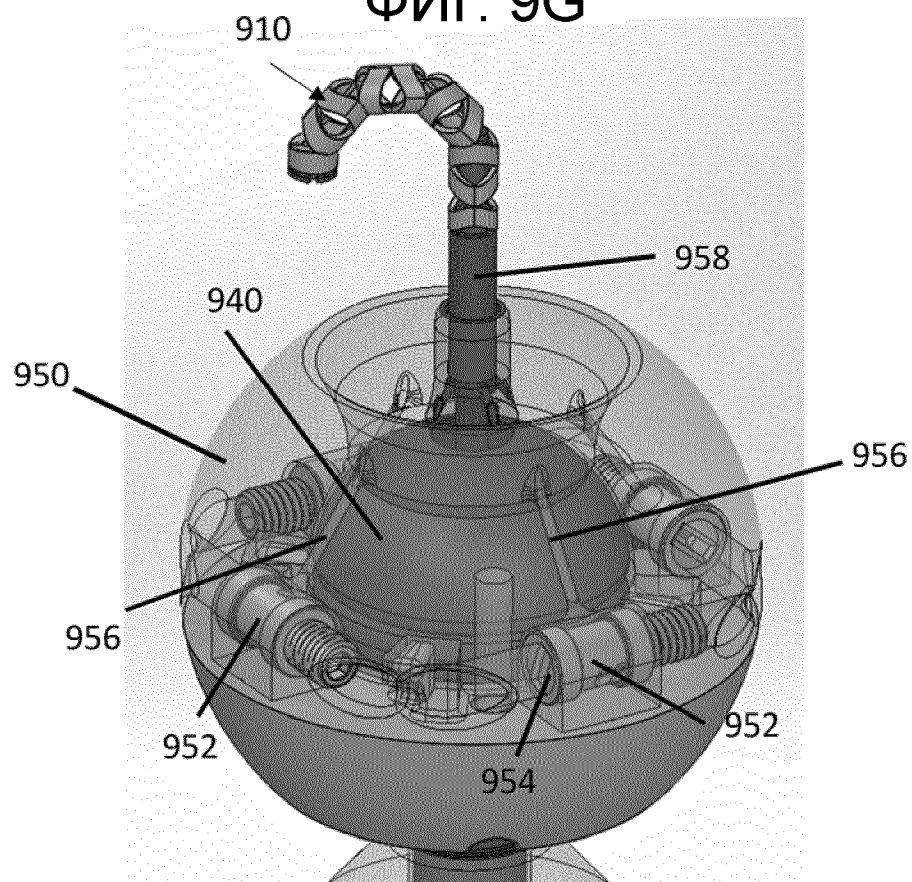
ФИГ. 9Е



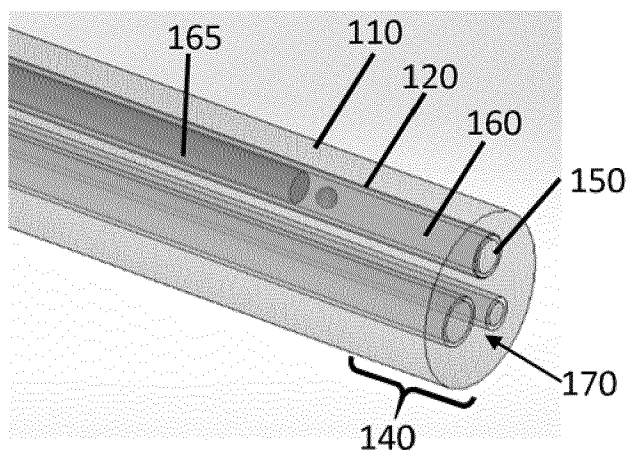
ФИГ. 9F



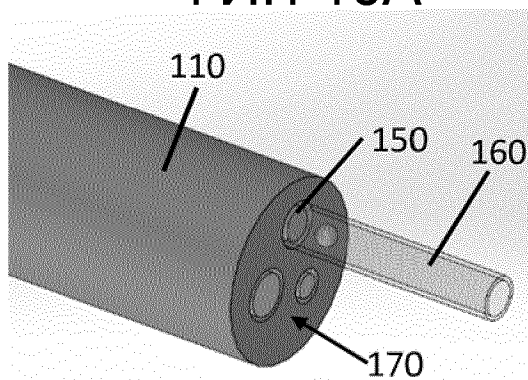
ФИГ. 9Г



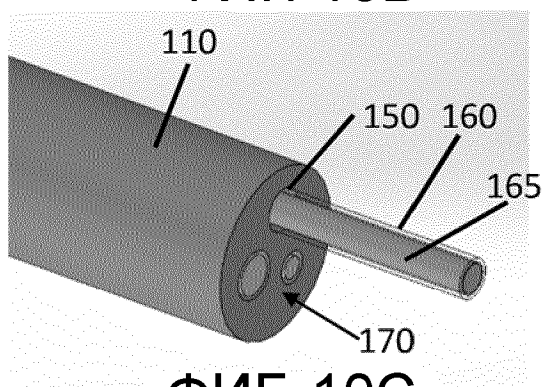
ФИГ. 9Н



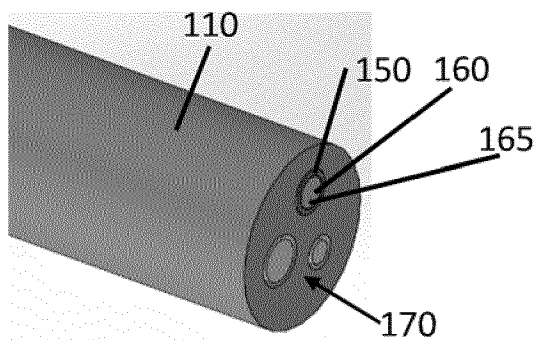
ФИГ. 10А



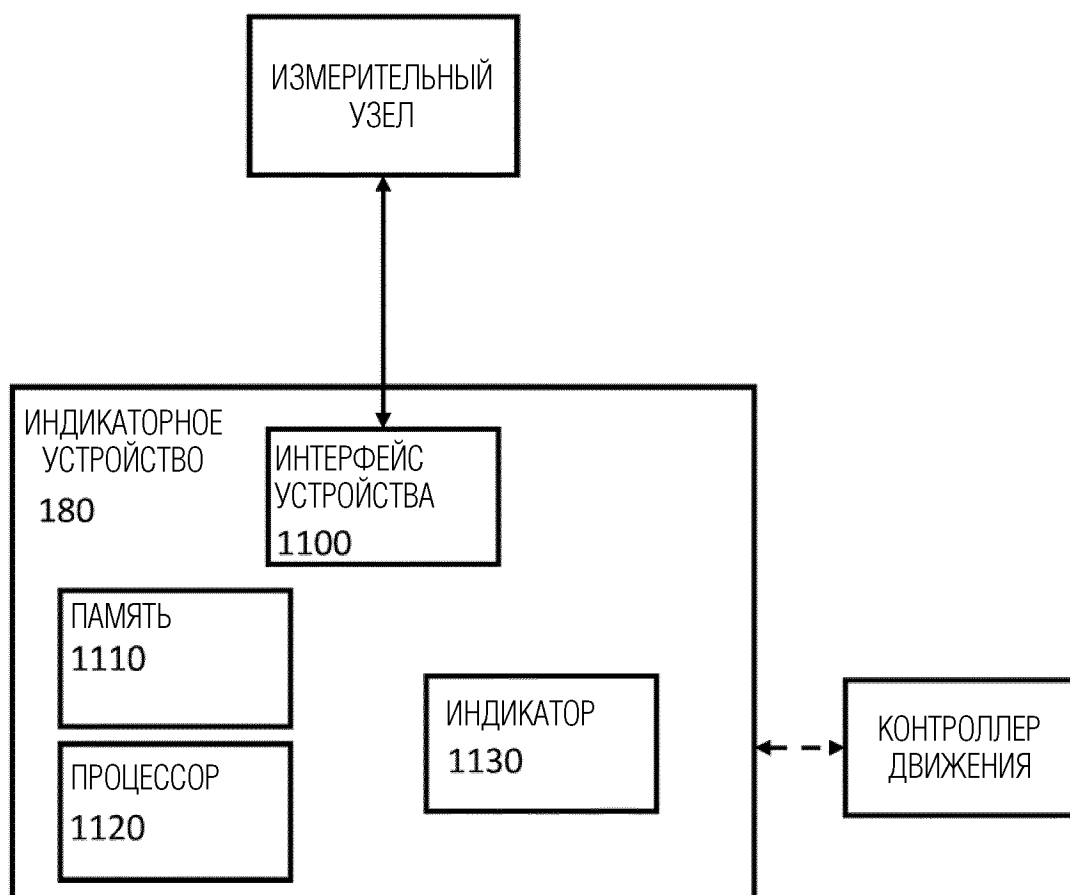
ФИГ. 10В



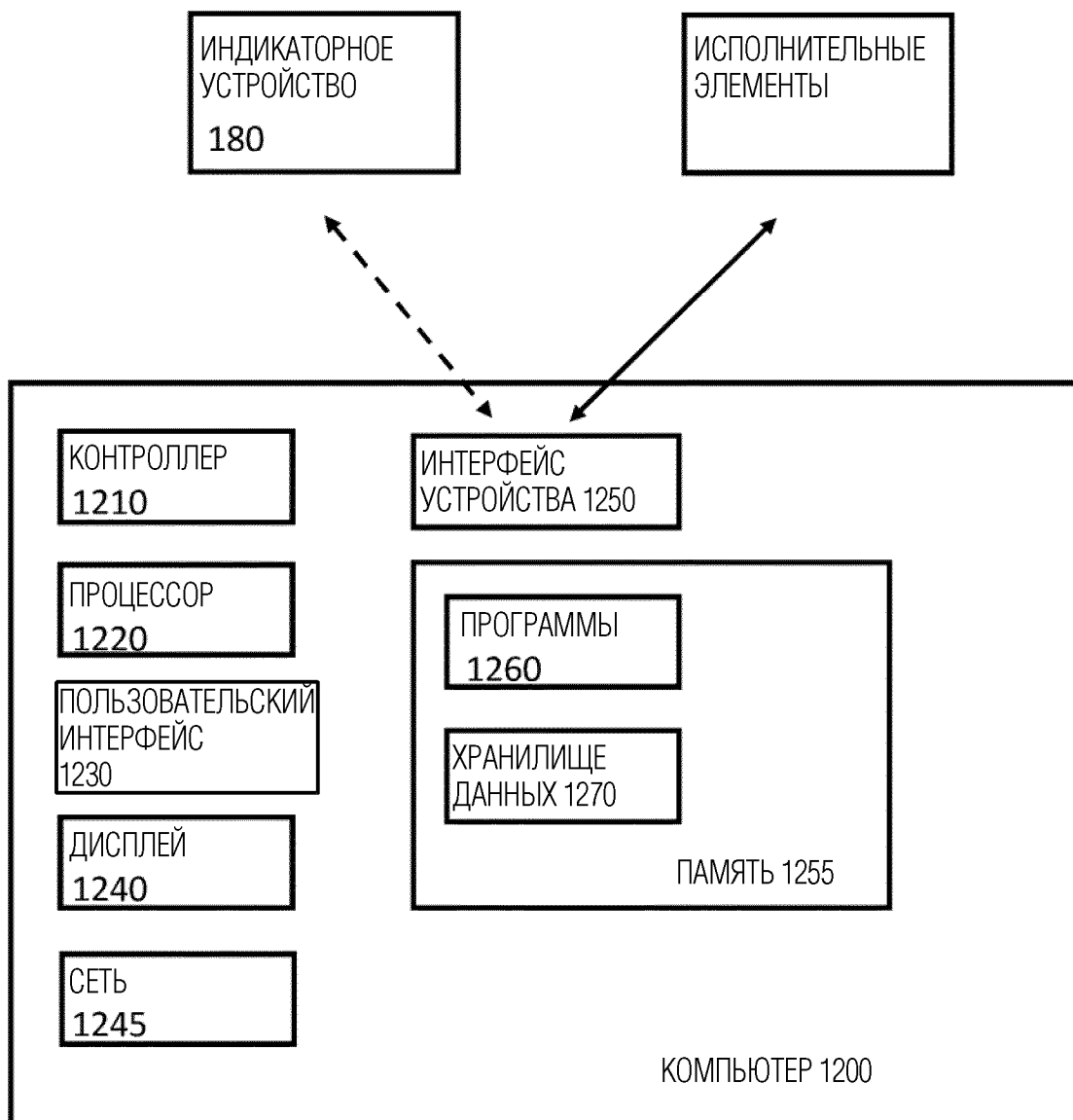
ФИГ. 10С



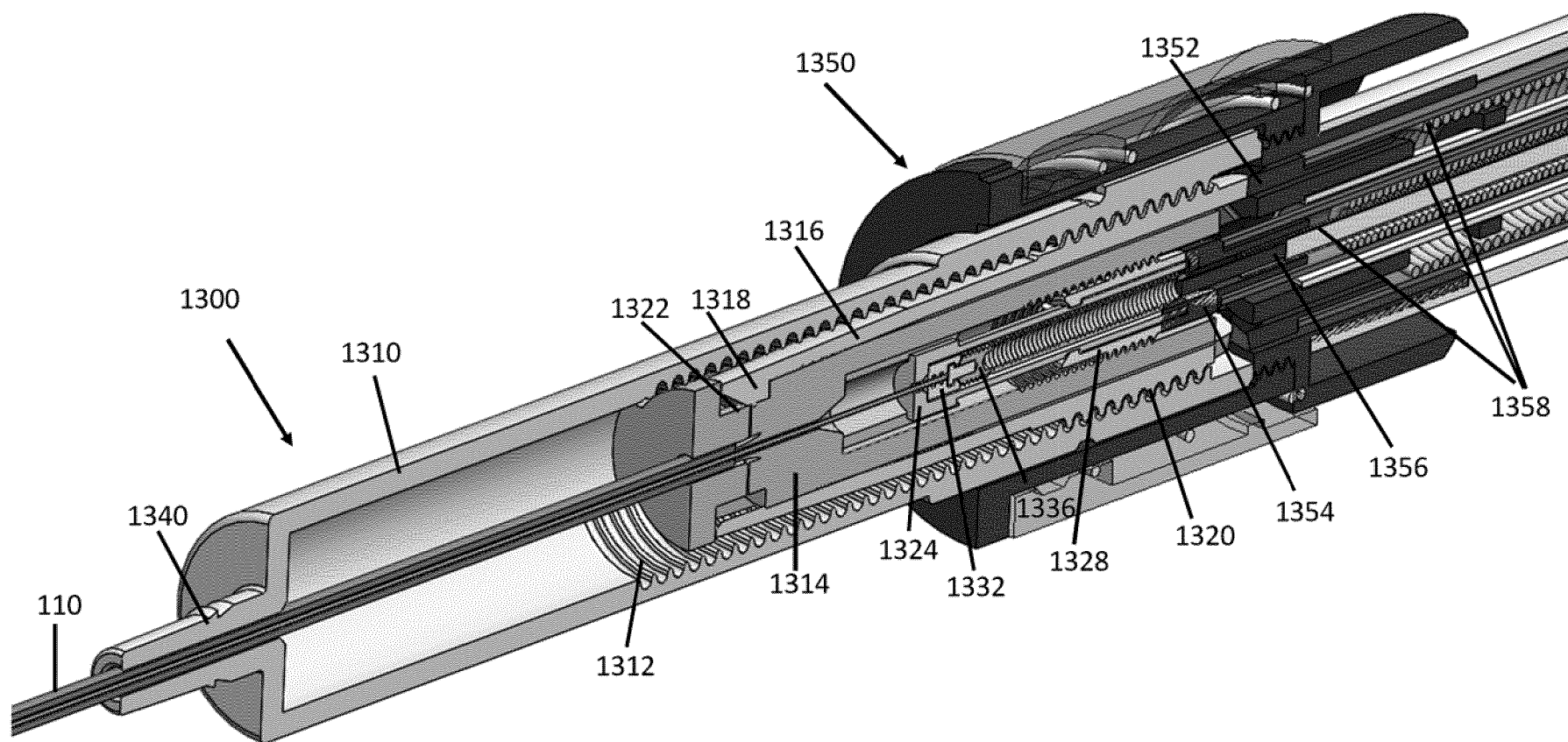
ФИГ. 10D



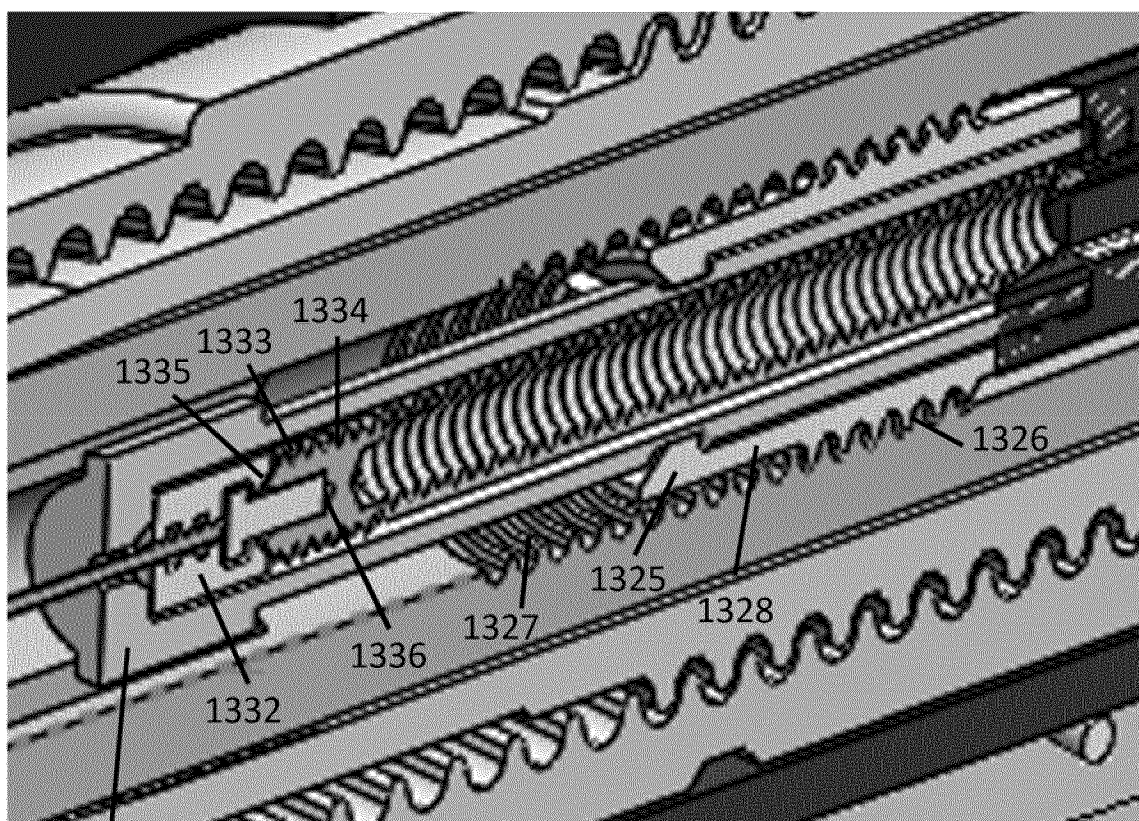
ФИГ. 11



ФИГ. 12



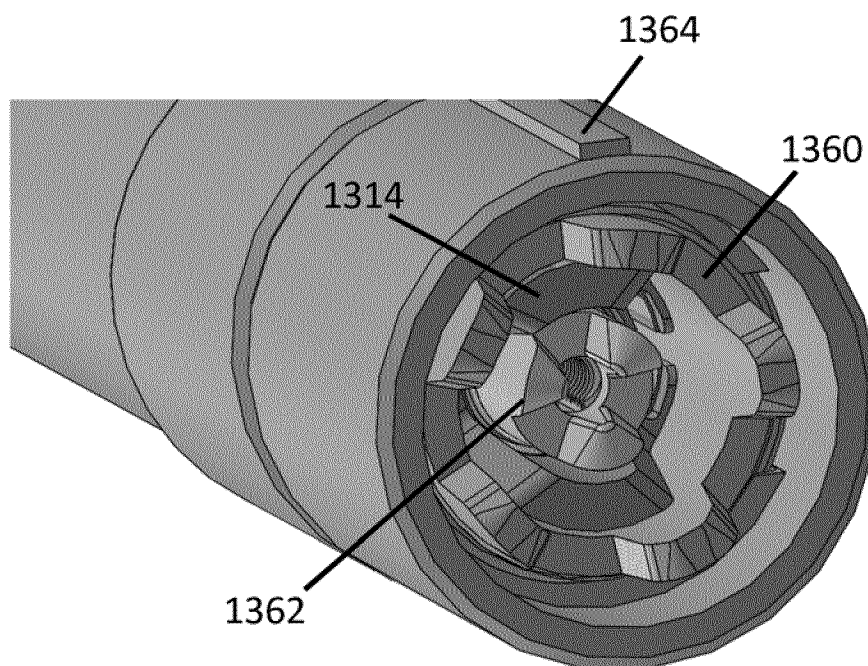
ФИГ. 13А



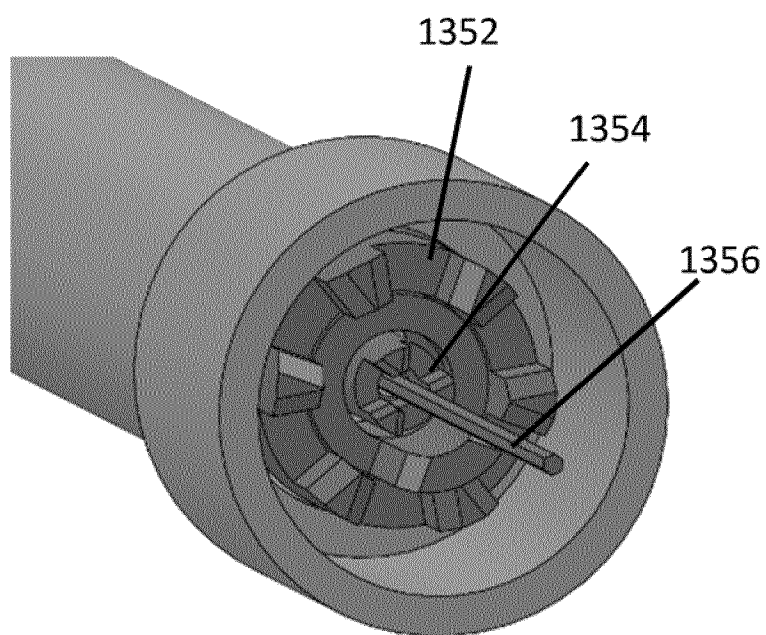
1324

ФИГ. 13В

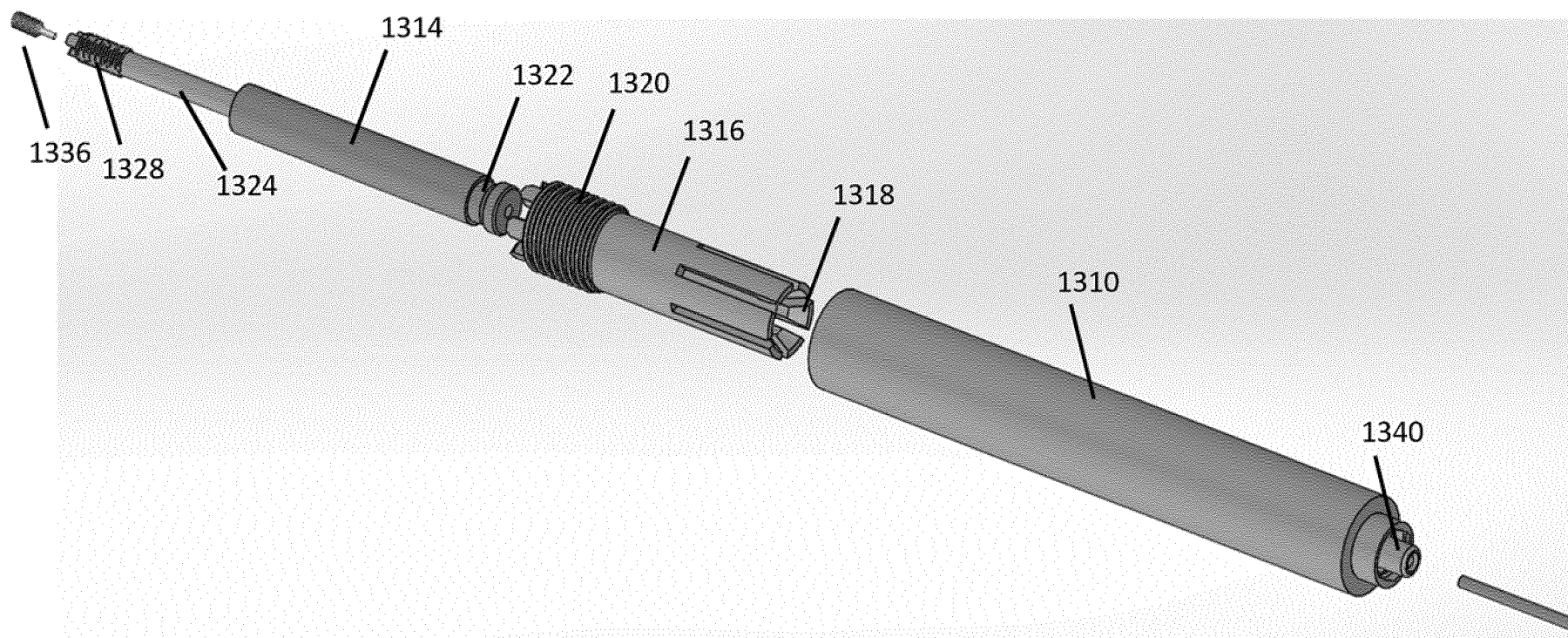
17/26



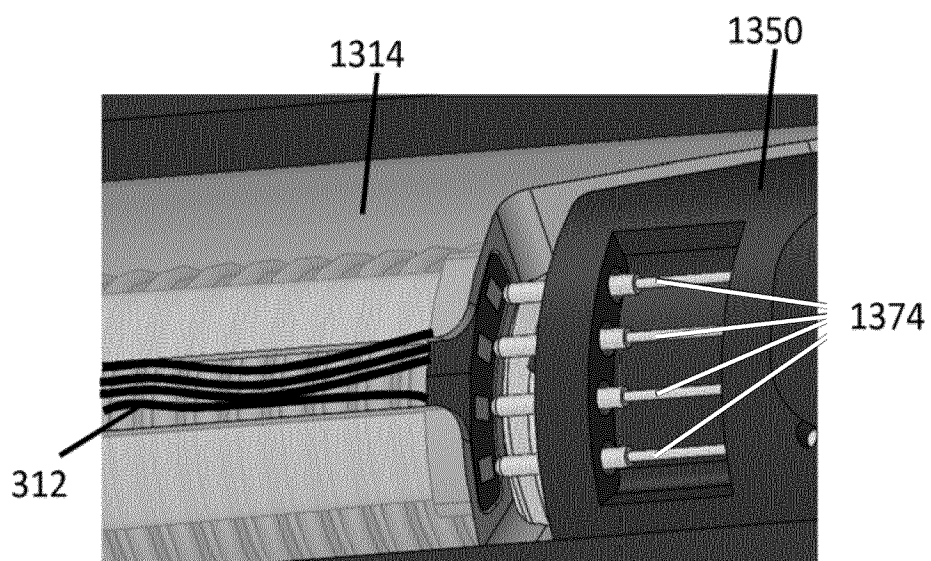
ФИГ. 13С



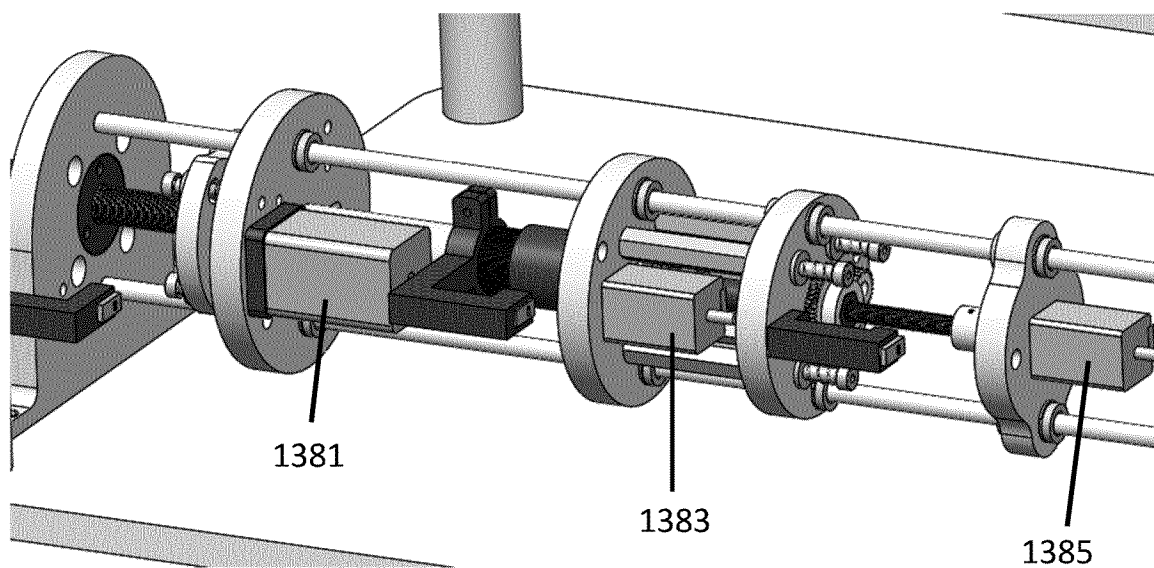
ФИГ. 13D



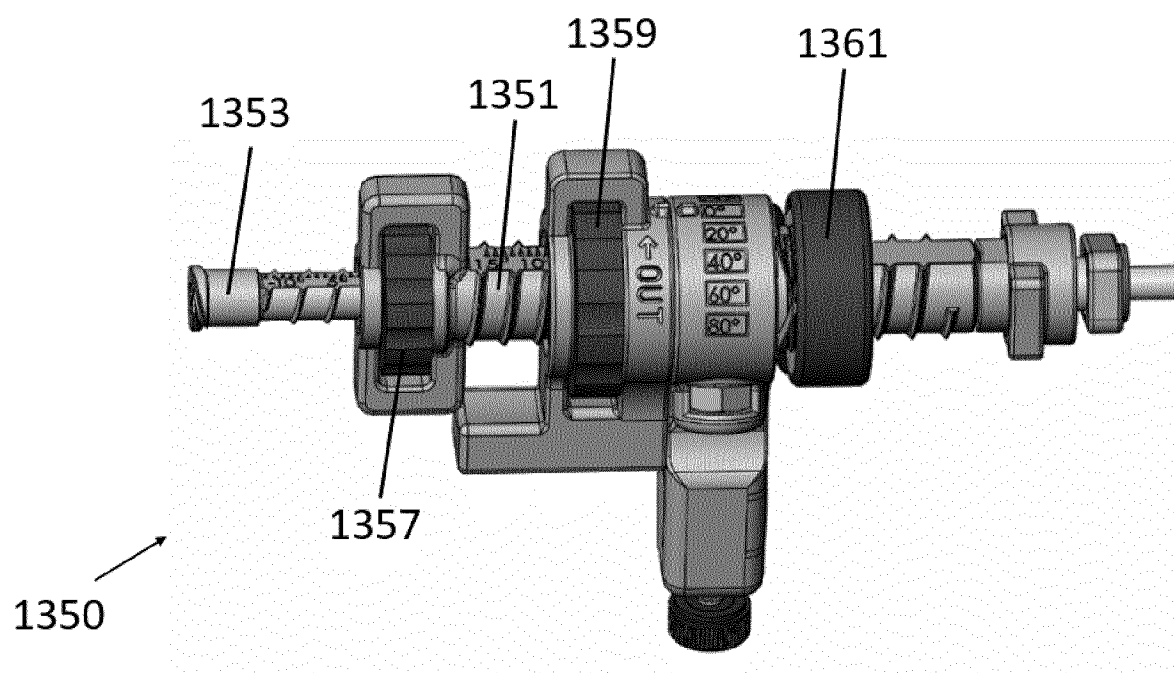
ФИГ. 13Е



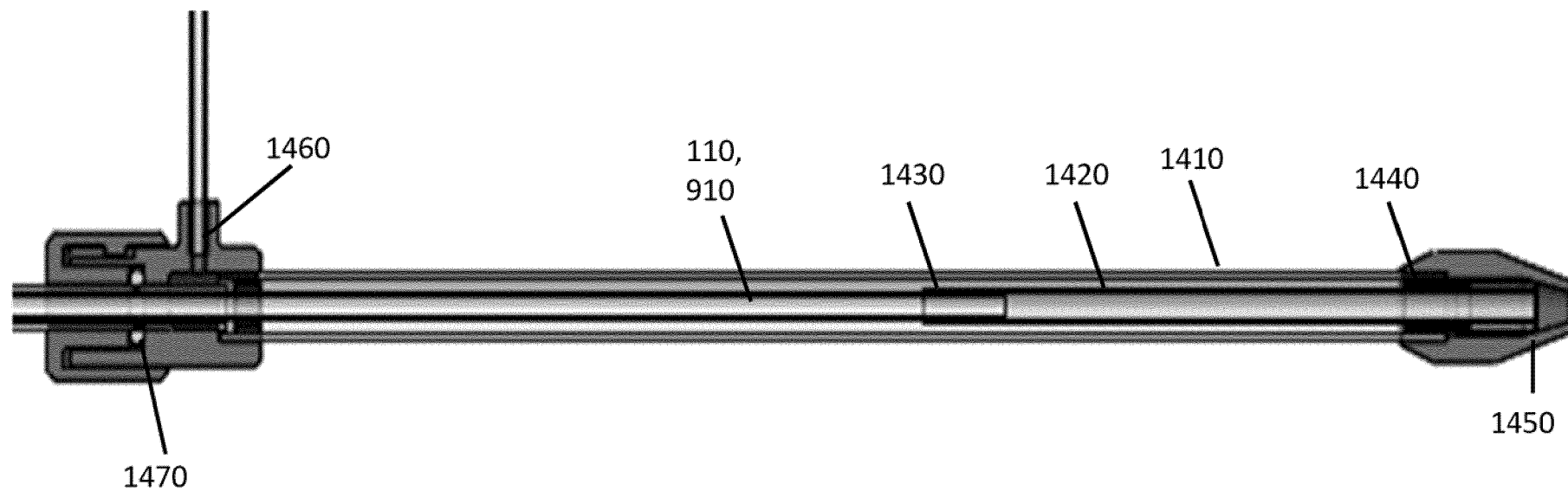
ФИГ. 13F



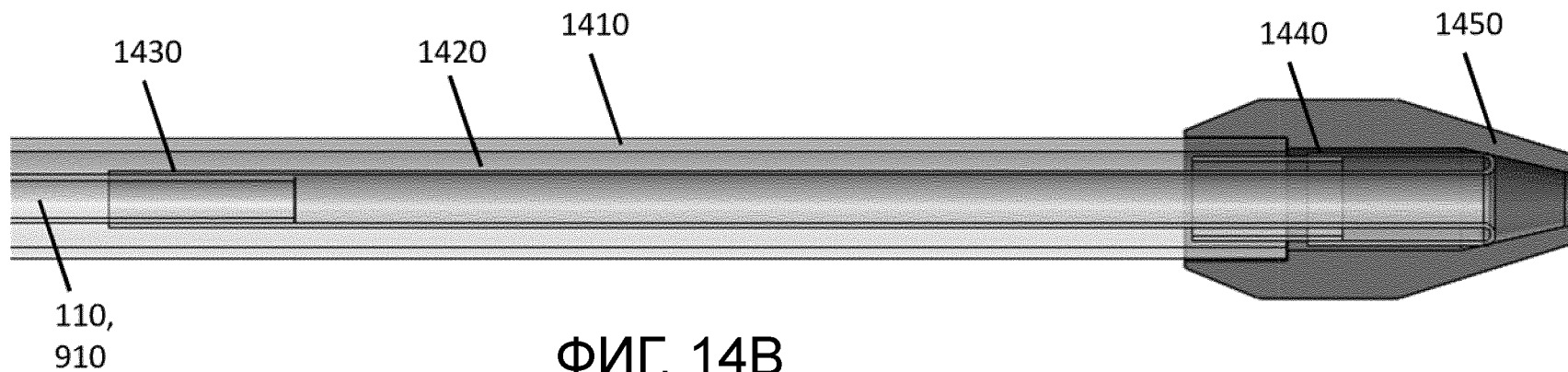
ФИГ. 13G



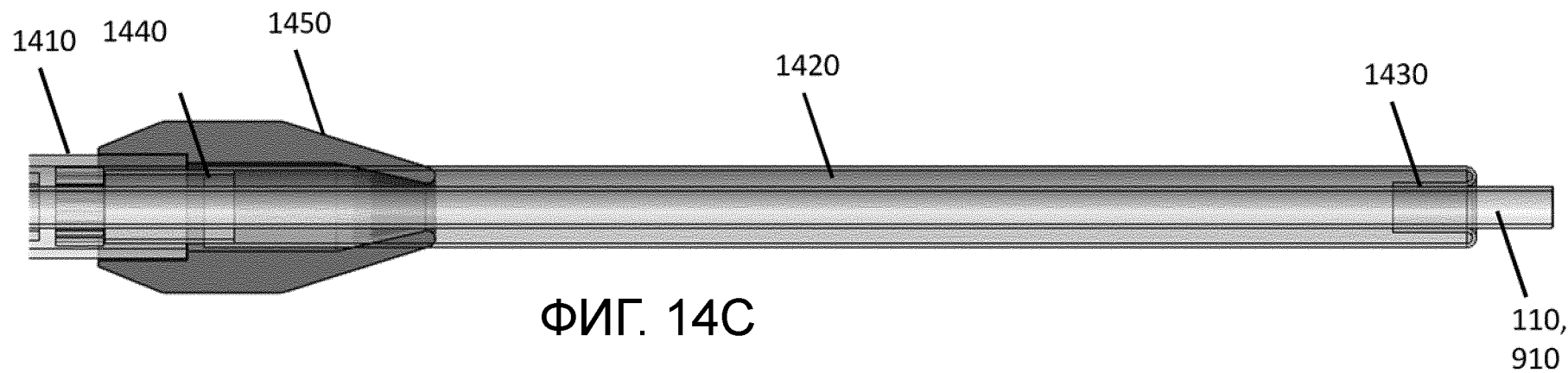
ФИГ. 13Н



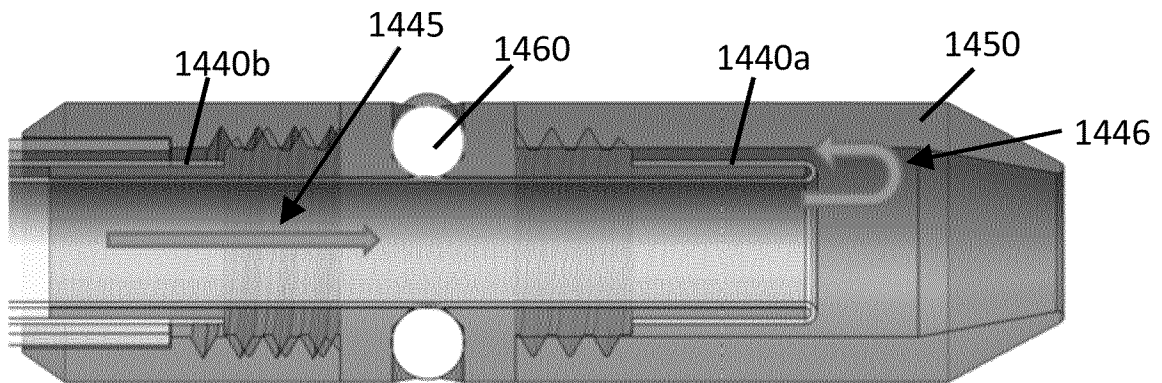
ФИГ. 14А



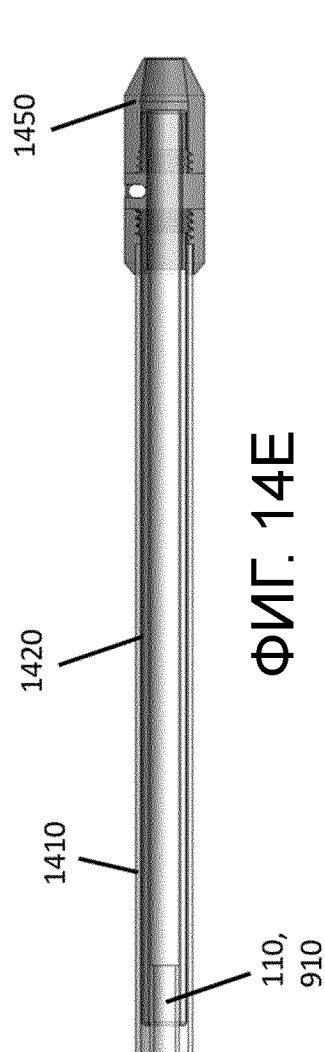
ФИГ. 14В



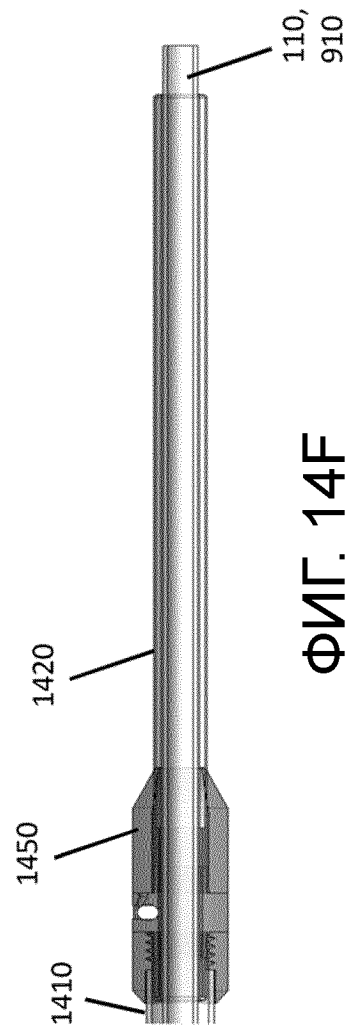
ФИГ. 14С



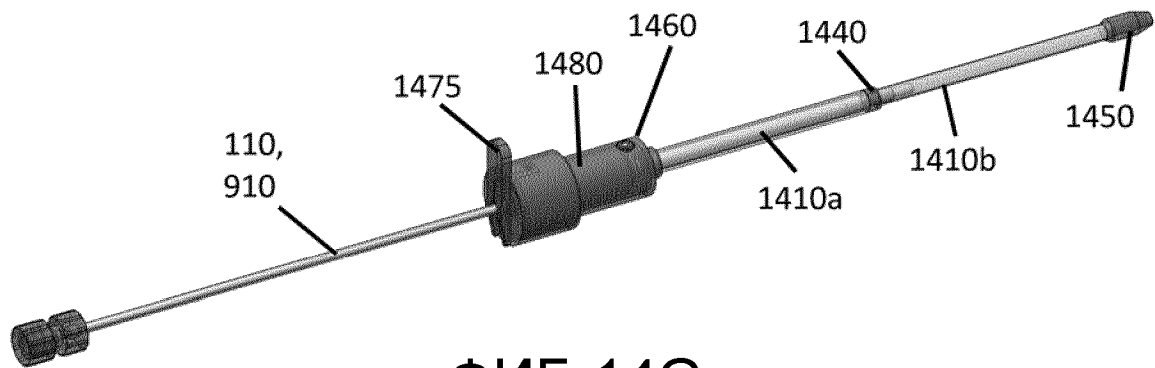
ФИГ. 14D



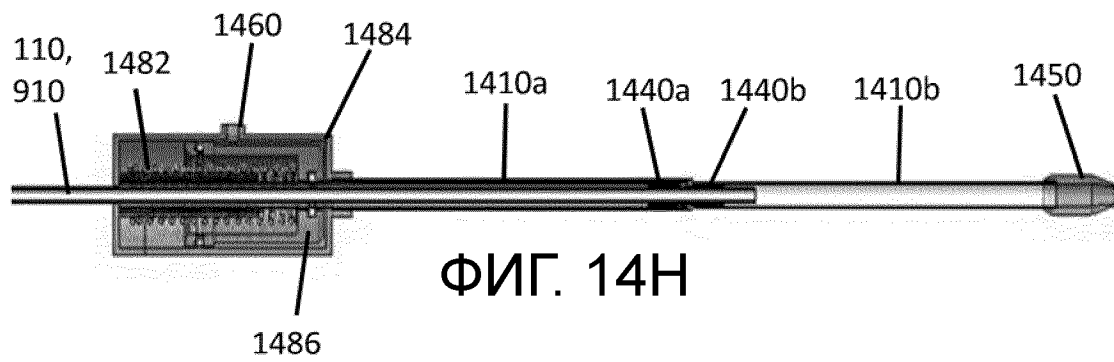
ФИГ. 14E



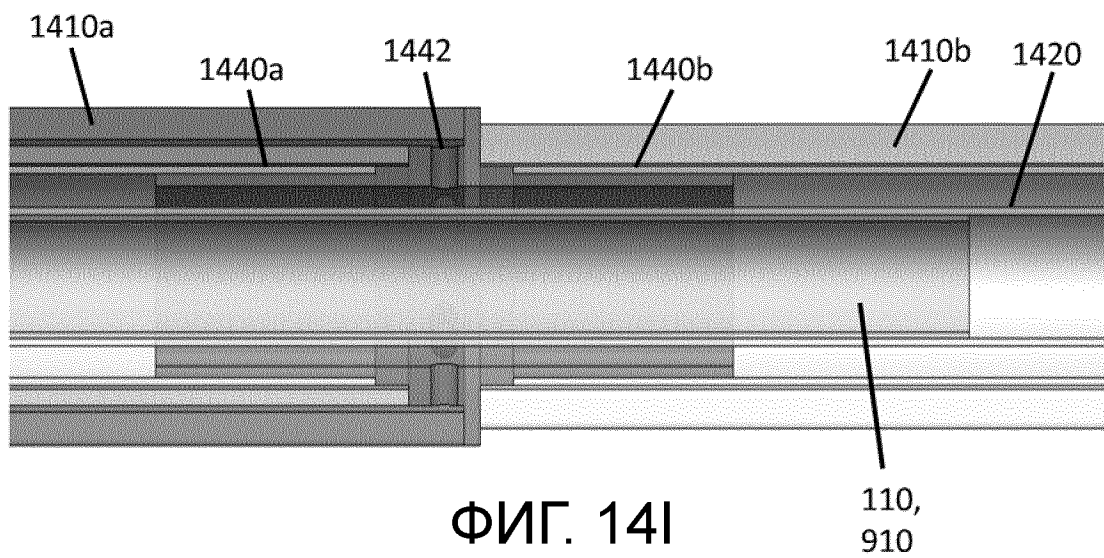
ФИГ. 14F



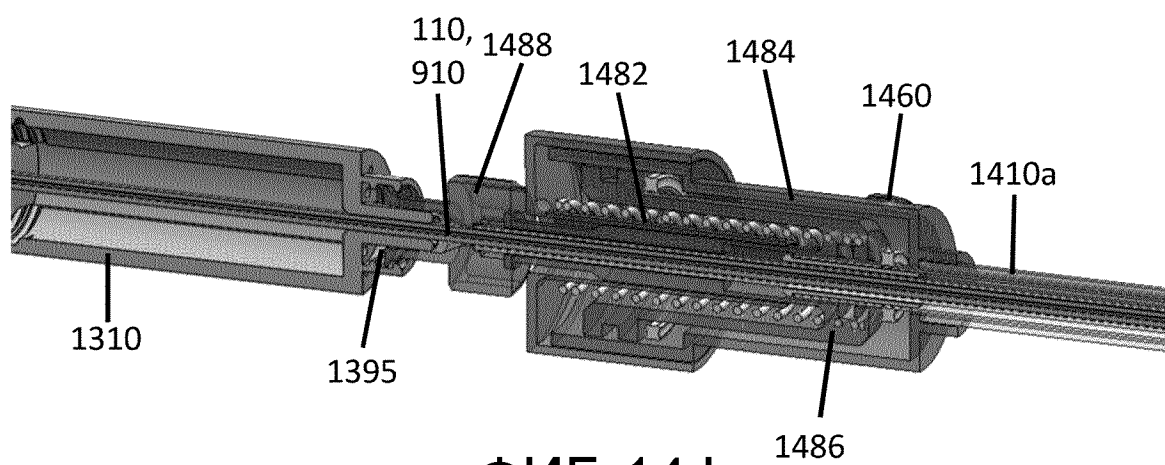
ФИГ. 14G



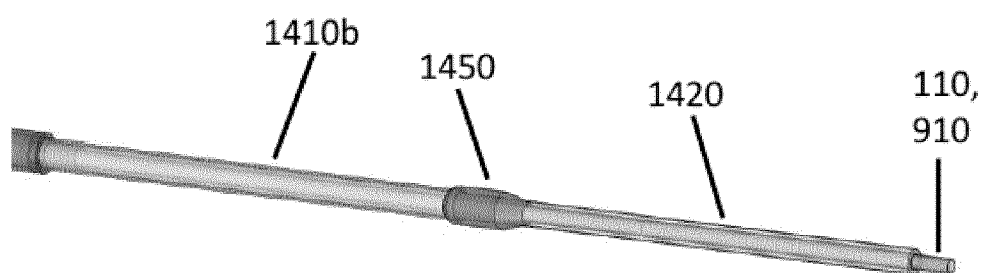
ФИГ. 14H



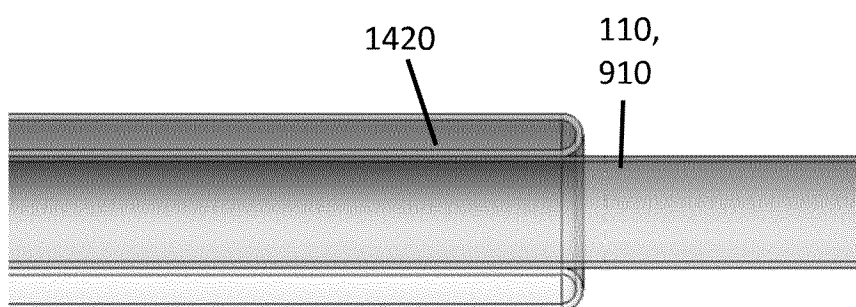
ФИГ. 14I



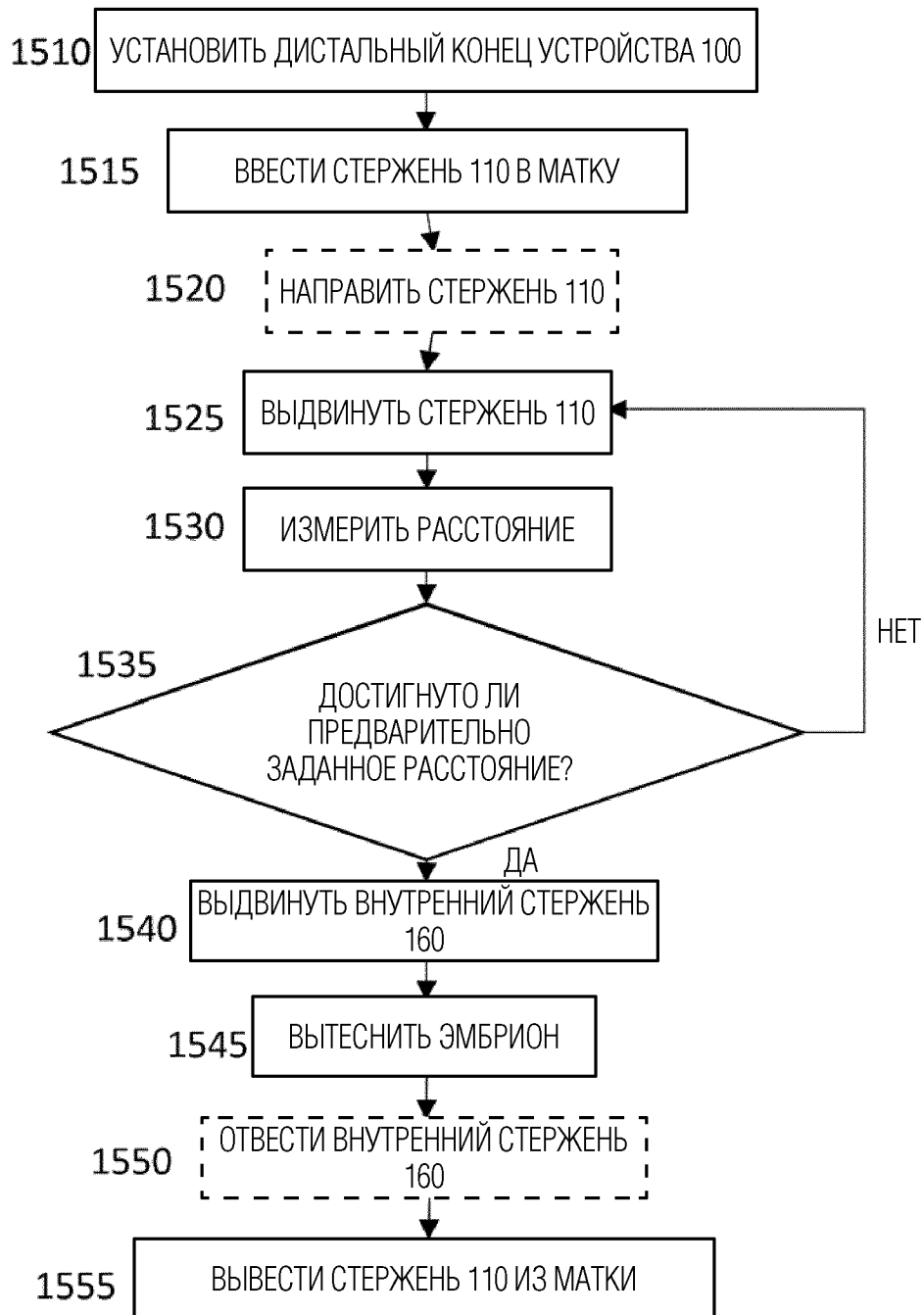
ФИГ. 14J



ФИГ. 14K



ФИГ. 14L



ФИГ. 15