

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **037635**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2021.04.23**

**(51)** Int. Cl. *A61M 5/14* (2006.01)  
*G01F 15/06* (2006.01)

**(21)** Номер заявки  
**201890324**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2012.12.21**

---

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОМ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ**

---

**(31)** 61/578,649; 61/578,658; 61/578,674;  
13/333,574; PCT/US11/66588;  
61/651,322; 61/679,117

**(56)** US-A1-20100309005  
ROSSI M. et al. Tracking and counting moving  
people. IRST-Istituto per la Ricerca Scientifica e  
Technologica, 1994, IEEE, p. 212-216

**(32)** 2011.12.21; 2011.12.21; 2011.12.21;  
2011.12.21; 2011.12.21; 2012.05.24;  
2012.08.03

**(33)** US

**(43)** 2018.10.31

**(62)** 201491218; 2012.12.21

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**ДЕКА ПРОДАКТС ЛИМИТЕД  
ПАРТНЕРШИП (US)**

**(72)** Изобретатель:  
**Кеймен Дин, Перет Боб Д., Кейн  
Дерек Г., Йоо Брайан Х., Трейсн  
Брайан Д., Джонсон Мэттью Дж.,  
Шнеллингер Томас С., Лангенфелд  
Кристофер К., Лэниган Ричард Дж.,  
Брайант Мл. Роберт Дж., Мерфи  
Колин Х., Кервин Джон М., Слейт  
Майкл Дж., Усман Фаррук, Кларк  
Кейтлин С. (US)**

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

---

**(57)** Раскрыты устройство, система и способ для регулирования расхода текучей среды. Устройство включает в себя искривленную, удлиненную опорную деталь, упруго деформируемую и имеющую первый и второй концы. Устройство также включает в себя противоположную опорную деталь, выполненную с возможностью размещения трубки напротив искривленной, удлиненной опорной детали между первым и вторым концами. Деформация искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубки.

---

**B1**

**037635**

**037635**

**B1**

### Перекрестная ссылка на родственные заявки

Заявка на данное изобретение является непредварительной международной заявкой, поданной согласно Договору о патентной кооперации, по которой испрашивается приоритет следующих:

предварительной патентной заявки США № 61/578649, поданной 21 декабря 2011 г., под названием System, Method, and Apparatus for Infusing Fluid (номер в реестре патентного поверенного J02);

предварительной патентной заявки США № 61/578658, поданной 21 декабря 2011 г., под названием System, Method, and Apparatus for Estimating Liquid Delivery (номер в реестре патентного поверенного J04);

предварительной патентной заявки США № 61/578674, поданной 21 декабря 2011 г., под названием System, Method, and Apparatus for Dispensing Oral Medications (номер в реестре патентного поверенного J05);

предварительной патентной заявки США № 61/651322, поданной 24 мая 2012 г., под названием System, Method, and Apparatus for Electronic Patient Care (номер в реестре патентного поверенного J46);

предварительной патентной заявки США № 61/679117, поданной 3 августа 2012 г., под названием System, Method, and Apparatus for Monitoring, Regulating, or Controlling Fluid Flow (номер в реестре патентного поверенного J30),

каждая из которых, таким образом, включена в данное описание изобретения посредством ссылки в полном объеме.

По заявке на данное изобретение испрашивается приоритет и также она является частичным продолжением следующего:

патентной заявки США № 13/333574, поданной 21 декабря 2011 г., под названием System, Method, and Apparatus for Electronic Patient Care, ныне, опубликованная заявка США № US-2012-0185267-A1, опубликованный 19 июля 2012 г. (номер в реестре патентного поверенного I97); и

заявки PCT № PCT/US11/66588, поданной 21 декабря 2011 г., под названием System, Method, and Apparatus for Electronic Patient Care (номер в реестре патентного поверенного I97WO),

которые, обе, таким образом, включены в данное описание изобретения посредством ссылки в полном объеме.

Заявка на данное изобретение также может быть связана с одной или более из следующих патентных заявок, поданных того же числа, которые все, таким образом, включены в данное описание изобретения посредством ссылки в полном объеме:

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для ограничения (номер в реестре патентного поверенного J47);

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для раздачи пероральных лекарственных препаратов (номер в реестре патентного поверенного J74);

заявки PCT на систему, способ и устройство для раздачи пероральных лекарственных препаратов (номер в реестре патентного поверенного J74WO);

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для оценивания доставки жидкости (номер в реестре патентного поверенного J75);

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для инфузии текучей среды (номер в реестре патентного поверенного J76);

заявки PCT на систему, способ и устройство для инфузии текучей среды (номер в реестре патентного поверенного J76WO);

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для электронного ухода за пациентом (номер в реестре патентного поверенного J77);

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для электронного ухода за пациентом (номер в реестре патентного поверенного J78);

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для контроля, регулирования или управления расходом текучей среды (номер в реестре патентного поверенного J79);

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для оценивания доставки жидкости (номер в реестре патентного поверенного J81);

заявки PCT на систему, способ и устройство для оценивания доставки жидкости (номер в реестре патентного поверенного J81WO); и

непредварительной заявки на систему, способ и устройство для электронного ухода за пациентом (номер в реестре патентного поверенного J85).

### Предпосылки изобретения

#### Область техники

Настоящее изобретение относится к контролю, регулированию или управлению расходом текучей среды. В частности, настоящее изобретение относится к системе, способу и устройству для контроля, регулирования или управления расходом текучей среды, например, для использования в таких медицинских областях применения, как внутривенная инфузионная терапия, диализ, трансфузионная терапия, перитонеальная инфузионная терапия, доставка болюсов, терапия энтерального питания, терапия парэнтерального питания, гемоперфузионная терапия, жидкостная реанимация или доставка инсулина и пр.

### Уровень техники

Во многих медицинских установках один общий режим медицинского лечения предусматривает введение текучих сред пациенту, например человеку, животному или домашнему животному. Может возникать необходимость быстро производить инфузию текучей среды в тело пациента, точно производить инфузию текучей среды в тело пациента, и/или медленно производить инфузию текучей среды в тело пациента. Физиологический раствор и лактат Рингера являются примерами широко используемых текучих сред. Такие текучие среды можно использовать для поддержания или повышения кровяного давления и усиления адекватного кровоснабжения. В условиях травматического шока или септического шока жидкостная реанимация часто является неотложной терапией для поддержания или повышения кровяного давления.

Доставку текучей среды в тело пациента можно облегчать с использованием самотечной линии (или трубки) вставленной в тело пациента. Обычно резервуар для текучей среды (например, пакет для внутривенного вливания) вешается на штатив и присоединяется к трубке для текучей среды. Трубка для текучей среды иногда присоединяется к капельнице для захвата воздуха и оценивания расхода текучей среды. Под трубкой для текучей среды может располагаться клапан, приводимый в действие вручную, используемый для регулировки расхода текучей среды. Например, отсчитывая количество капель, образующихся в капельнице за определенный промежуток времени, лицо, осуществляющее уход, может вычислять расход текучей среды, которая течет через капельницу, и регулировать клапан (при необходимости) для достижения желаемого расхода.

Определенные методы лечения требуют, чтобы система доставки текучей среды строго следовала расходу, установленному лицом, осуществляющим уход. Обычно такие применения предусматривают использование инфузионного насоса, но такие насосы могут использоваться не во всех ситуациях или условиях.

### Сущность изобретения

Кратко, и в общих словах, настоящее изобретение относится к системе, способу и устройству для контроля, регулирования или управления расходом текучей среды, например, для использования в таких медицинских областях применения, как внутривенная инфузионная терапия, диализ, трансфузионная терапия, перитонеальная инфузионная терапия, доставка болусов, терапия энтерального питания, терапия парэнтерального питания, гемоперфузионная терапия, жидкостная реанимация или доставка инсулина, и пр. В частности, настоящее изобретение относится к прибору для измерения расхода текучей среды для контроля расхода текучих сред, связанных с пациентом, клапану для регулирования расхода текучей среды, связанной с пациентом, и/или прибору для измерения расхода текучей среды, подключенному к клапану (например, в конфигурации замкнутого цикла, открытого цикла или обратной связи), для контроля, регулирования и/или управления использованием текучей среды, связанной с пациентом.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, расходомер включает в себя один или более оптических датчиков для контроля расхода текучей среды в трубке, например, с использованием датчика изображения для контроля капель в капельнице, присоединенной к трубке. Расходомер может быть самостоятельным устройством, может использоваться совместно с насосом или клапаном или обоими вместе, и/или может использоваться для обеспечения обратной связи с любым электронным устройством. Расходомер допускает дистанционное управление, например, с помощью клиента контроля, удаленного коммуникатора, смартфона, компьютера и т.д. Расходомер может измерять средний расход, мгновенный расход, объем капли, скорость роста капли или другой параметр, связанный с потоком текучей среды.

Расходомер может использовать расход или параметр, связанный с потоком текучей среды, для (1) отображения расхода или параметра на экране, (2) обеспечения обратной связи, например, по расходу или параметру, связанному с потоком текучей среды (в беспроводном режиме или по проводам, с инфузионным насосом, например, перистальтическим насосом), (3) обеспечения обратной связи с клиентом контроля или клиентом дистанционного контроля, например смартфоном, (4) выдачи предупреждающих сигналов, когда расход или параметр, связанный с потоком текучей среды, выходит за пределы заранее определенного диапазона, (5) выдачи предупреждающего сигнала, когда расход или параметр, связанный с потоком текучей среды, превышает заранее определенный порог, (6) выдачи предупреждающего сигнала при обнаружении свободного потока, (7) передачи предупреждающих сигналов на насос, клиент контроля или клиент дистанционного контроля, (8), предписания клапану останавливать поток текучей среды при обнаружении свободного потока, выдачи предупреждающего сигнала, и/или когда расход или параметр, связанный с потоком текучей среды, превышает порог или выходит за пределы заранее определенного диапазона, и/или (9) рассылки расхода или параметра, связанного с потоком текучей среды.

В некоторых описанных здесь вариантах осуществления клапан регулирует расход текучей среды, связанный с пациентом. Раскрытые здесь клапаны могут приводиться в действие вручную или с помощью привода (или обоими способами). Клапан можно использовать с насосом или без него, с расходомером или без него и/или он может быть самостоятельным устройством. Клапан допускает дистанционное управление, например, с помощью клиента контроля, удаленного коммуникатора, смартфона, компьютера и т.д. Клапан может сжимать трубку на протяжении участка, который существенно больше диаметра

трубки, например в 2 раза больше, в 5 раз больше, в 10 раз больше и т.д.

Клапан может быть выполнен из двух или более частей, которые сжимают трубку, или может быть выполнен из одной части, которая сжимает трубку, когда часть перемещается или деформируется. Две или более части и/или одну часть можно получить с использованием инъекционного формования, ультразвуковой сварки, с использованием множественных частей, склеенных или сформованных друг с другом, и т.п. Каждую из двух или более частей можно получить из одной или более деталей, которые могут соединяться друг с другом либо постоянно, либо временно. Одну часть можно получить из одной или более деталей, которые соединяются друг с другом либо постоянно, либо временно, например, с использованием ультразвуковой сварки, склеивания, защелкивания, или другим методом. Части могут состоять из пластика, металла, сплава, полимера или другого материала.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер подключен к клапану для регулировки расхода текучей среды, например расхода текучей среды, вводимой пациенту. Расходомер, подключенный к клапану, можно использовать вместо насоса, например перистальтического инфузионного насоса, или он может служить заменой инфузионному насосу. Комбинация расходомера и клапана допускает дистанционное управление, например, с помощью клиента контроля, удаленного коммуникатора, смартфона, компьютера и т.д. или дистанционный контроль. Клиент контроля может управлять расходомером или клапаном, может быть посредником между расходомером и клапаном, может контролировать работу расходомера или клапана, может передавать информацию, связанную с расходомером или клапаном, на сервер и/или может не использоваться в системе.

Расходомер может контролировать расход текучей среды и регулировать, прямо или косвенно, работу клапана или насоса (например, инфузионного насоса). Расходомер может выдавать предупреждающий сигнал, когда он обнаруживает условия свободного потока, определяет, что расход превышает заранее определенный порог или выходит за пределы заранее определенного диапазона и/или обнаруживает любое аномальное поведение. Расходомер, в ответ на предупреждающий сигнал или условие может предписывать расходомеру останавливать поток текучей среды, предписывать клапану останавливать поток текучей среды, предписывать предохранительному клапану останавливать поток текучей среды, извещать клиент контроля или удаленный коммуникатор, рассылать обнаруженное условие или осуществлять заранее заданную процедуру или алгоритм.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя искривленную, удлиненную опорную деталь и противоположную опорную деталь. Искривленная, удлиненная опорная деталь является упруго деформируемой и имеет первый и второй концы. Противоположная опорная деталь выполнена с возможностью размещения трубки напротив искривленной, удлиненной опорной детали между первым и вторым концами, таким образом, что деформация искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубки. Противоположная опорная деталь может быть другой искривленной, удлиненной опорной деталью.

Устройство может включать в себя привод, присоединенный к искривленной, удлиненной опорной детали для деформации искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу путем активации привода. В некоторых таких вариантах осуществления приводом может быть ходовой винт, и к ходовому винту может быть присоединен маховичок для приведения в движение ходового винта.

Привод, искривленная, удлиненная опорная деталь и противоположная опорная деталь могут быть выполнены с возможностью регулировки расхода текучей среды путем активации привода в соответствии с кривой Гомперца. Привод может быть дополнительно выполнен с возможностью в некоторых вариантах осуществления приведения в движение первого и второго концов навстречу друг к другу на протяжении заранее определенного участка кривой Гомперца. Например, привод может активировать привод только на протяжении участка активируемого диапазона искривленной, удлиненной опорной детали и противоположной опорной детали.

Привод, искривленная, удлиненная опорная деталь и противоположная опорная деталь могут быть выполнены с возможностью регулировки расхода текучей среды путем активации привода в соответствии с сигмоидальной кривой. Привод может быть дополнительно выполнен с возможностью приведения в движение первого и второго концов навстречу друг к другу на протяжении заранее определенного участка сигмоидальной кривой.

Искривленная, удлиненная опорная деталь может быть полужесткой и/или может состоять, по существу, из растяжимого материала. Искривленная, удлиненная опорная деталь может быть дугообразной, удлиненной опорной деталью и/или может быть С-образной.

Устройство может дополнительно содержать удлиненную соединительную деталь, оперативно присоединенную к первому и второму концам искривленной, удлиненной опорной детали.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство может содержать привод, присоединенный к удлиненной соединительной детали и искривленной, удлиненной опорной детали, для приложения раздвигающей силы, чтобы, таким образом, деформировать первый и второй концы искривленных, удлиненных опорных деталей навстречу друг к другу.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения искривленная, удлиненная опорная деталь располагается приблизительно параллельно другой искривленной, удлиненной опорной детали напротив существенного ее участка. Например, искривленная, удлиненная опорная деталь образует длину, и другая искривленная, удлиненная опорная деталь образует длину, и длина другой искривленной, удлиненной опорной детали располагается приблизительно параллельно длине искривленной, удлиненной опорной детали.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство включает в себя привод, оперативно присоединенный к искривленной, удлиненной опорной детали на первом и втором концах и к другой искривленной, удлиненной опорной детали на первом и втором концах. Активация привода вынуждает первый и второй концы искривленной, удлиненной опорной детали сближаться друг с другом и также вынуждает первый и второй концы другой искривленной, удлиненной опорной детали сближаться друг с другом, таким образом приводя к уменьшению расстояния между искривленной, удлиненной опорной деталью и другой искривленной, удлиненной опорной деталью для сжатия, таким образом, трубки.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения искривленная, удлиненная опорная деталь образует длину, и противоположная опорная деталь располагается ортогонально длине на протяжении ее участка.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения искривленная, удлиненная опорная деталь включает в себя множество расположенных на ней ребер для сопряжения с трубкой.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения противоположная опорная деталь включает в себя множество расположенных на ней ребер, выполненных с возможностью сопряжения с трубкой.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения искривленная, удлиненная опорная деталь включает в себя гребень, проходящий от ее длины, выполненный с возможностью удержания трубки. Противоположная опорная деталь может включать в себя другой гребень, проходящий от ее длины, выполненный с возможностью удержания трубки, таким образом, что гребень и другой гребень располагаются приблизительно параллельно друг другу и приблизительно параллельно центральной оси, заданной трубкой, когда трубка располагается между ними.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую удлиненную опорную деталь, вторую удлиненную опорную деталь и привод. Первая удлиненная опорная деталь образует длину, и вторая удлиненная опорная деталь также образует свою собственную длину таким образом, что длина второй удлиненной опорной детали располагается на некотором удалении от длины первой удлиненной опорной детали, чтобы совместно с первой удлиненной опорной деталью сжимать трубку. Привод механически сопряжен по меньшей мере с одной из первой и второй удлиненных опорных деталей для приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия, таким образом, трубки, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке таким образом, что активация привода приводит в движение первую и вторую удлиненные опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии с приближенной сигмоидальной кривой.

Длина второй удлиненной опорной детали может располагаться приблизительно параллельно длине первой удлиненной опорной детали. Первая и вторая удлиненные опорные детали могут быть выполнены с возможностью действовать совместно друг с другом для сжатия трубки на протяжении длины трубки, по меньшей мере, существенно большей диаметра трубки. Привод может быть выполнен с возможностью приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей для сжатия трубки для регулировки расхода текучей среды в трубке на протяжении заранее определенного участка сигмоидальной кривой.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую удлиненные опорные детали. Первая удлиненная опорная деталь образует длину, и вторая удлиненная опорная деталь образует длину. Длина второй удлиненной опорной детали располагается на некотором удалении от длины первой удлиненной опорной детали чтобы, совместно с первой удлиненной опорной деталью, сжимать трубку. Привод механически сопряжен по меньшей мере с одной из первой и второй удлиненных опорных деталей для приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия, таким образом, трубки, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке таким образом, что активация привода приводит в движение первую и вторую удлиненные опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии с приближенной кривой Гомперца.

Длина второй удлиненной опорной детали может располагаться приблизительно параллельно длине первой удлиненной опорной детали. Первая и вторая удлиненные опорные детали могут быть выполнены с возможностью действовать совместно друг с другом для сжатия трубки на протяжении длины, по меньшей мере, существенно большей диаметра трубки.

Привод может быть выполнен с возможностью приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей для сжатия трубки для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии

с заранее определенным участком кривой Гомперца.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую удлиненные опорные детали. Первая удлиненная опорная деталь образует длину, и вторая удлиненная опорная деталь образует длину таким образом, что длина второй удлиненной опорной детали располагается на некотором удалении от длины первой удлиненной опорной детали, чтобы совместно с первой удлиненной опорной деталью сжимать трубку. Привод механически сопряжен по меньшей мере с одной из первой и второй удлиненных опорных деталей для приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия таким образом трубки, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке таким образом, что активация привода приводит в движение первую и вторую удлиненные опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии с приближенной обобщенной логистической функцией.

Длина второй удлиненной опорной детали может располагаться приблизительно параллельно длине первой удлиненной опорной детали. Первая и вторая удлиненные опорные детали могут быть выполнены с возможностью действовать совместно друг с другом для сжатия трубки на протяжении длины трубки, по меньшей мере, существенно большей диаметра трубки. Привод может быть дополнительно выполнен с возможностью приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей для сжатия трубки для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии с заранее определенным участком обобщенной логистической функции.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую опорные детали и привод. Первая опорная деталь образует по меньшей мере одну из дуги, множества дуг, кривой, множества кривых, дугообразной формы, множества дугообразных форм, S-образной формы, C-образной формы, выпуклой формы, множества выпуклых форм, вогнутой формы и множества выпуклых форм. Вторая опорная деталь располагается на некотором удалении от первой опорной детали, чтобы совместно с первой опорной деталью сжимать трубку на протяжении длины трубки, по меньшей мере, существенно большей диаметра трубки. Привод механически сопряжен по меньшей мере с одной из первой и второй опорных деталей для приведения в движение первой и второй опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия, таким образом, трубки, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке таким образом, что активация привода приводит в движение первую и вторую опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии с приближенной нелинейной функцией.

Приближенная нелинейная функция может быть приближенной обобщенной логистической функцией, приближенной сигмоидальной кривой и/или приближенной кривой Гомперца. Привод может быть выполнен с возможностью активации, чтобы, таким образом, регулировать расход текучей среды в трубке в соответствии с заранее определенным участком приближенной нелинейной функции.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения первая опорная деталь образует дугу, имеет форму, состоящую, по существу, из дуги, образует множество дуг, имеет форму, состоящую, по существу, из множества дуг, образует кривую, имеет форму, состоящую, по существу, из кривой, образует множество кривых, имеет форму, состоящую, по существу, из множества кривых, образует дугообразную форму, имеет форму, состоящую, по существу, из дугообразной формы, образует множество дугообразных форм, имеет форму, состоящую, по существу, из множества дугообразных форм, образует S-образную форму, имеет форму, состоящую, по существу, из S-образной формы, образует C-образную форму, имеет форму, состоящую, по существу, из C-образной формы, образует выпуклую форму, имеет форму, состоящую, по существу, из выпуклой формы, образует множество выпуклых форм, имеет форму, состоящую, по существу, из множества выпуклых форм, образует вогнутую форму, имеет форму, состоящую, по существу, из вогнутой формы, образует множество вогнутых форм и/или имеет форму, состоящую, по существу, из множества вогнутых форм.

Длина второй опорной детали может располагаться приблизительно параллельно длине первой опорной детали. Первая и вторая опорные детали могут быть выполнены с возможностью действовать совместно друг с другом для сжатия трубки на протяжении длины трубки, по меньшей мере, существенно большей диаметра трубки.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя искривленную, удлиненную опорную деталь и противоположную опорную деталь. Искривленная, удлиненная опорная деталь является упруго деформируемой и имеет первый и второй концы. Противоположная опорная деталь выполнена с возможностью образовывать трубопровод с искривленной, удлиненной опорной деталью таким образом, что трубопровод образуется между искривленной, удлиненной опорной деталью и противоположной деталью; деформация искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубопровода. В некоторых вариантах осуществления трубопровод может быть выполнен с возможностью приема трубки. В других дополнительных вариантах осуществления трубопровод гидравлически изолирован, и устройство дополнительно содержит первый и второй порты, гидравлически связанные с трубопроводом таким образом, что каждый порт выполнен с возмож-

ностью присоединения к трубке.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения система для регулирования расхода текучей среды включает в себя гибкую трубку и обратный клапан трубки Бурдона. Гибкая трубка для текучей среды имеет проточный канал и выполнена с возможностью пропуска текучей среды. Обратный клапан трубки Бурдона присоединен к гибкой трубке для текучей среды для регулировки текучей среды, текущей через проточный канал гибкой трубки для текучей среды. Привод может быть присоединен к обратному клапану трубки Бурдона для приведения в действие обратного клапана трубки Бурдона для регулировки текучей среды, текущей через проточный канал гибкой трубки для текучей среды. Обратный клапан трубки Бурдона действует противоположно трубке Бурдона в том смысле, что деформация проточного канала приводит к изменению потока текучей среды, а не поток текучей среды приводит к деформации проточного канала.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения система для регулирования расхода текучей среды включает в себя трубку для текучей среды, клапан и привод. Трубка для текучей среды образует проточный канал, выполненный с возможностью пропуска текучей среды. Клапан оперативно присоединен к трубке для текучей среды и включает в себя первую и вторую гибкие детали. Вторая гибкая деталь оперативно присоединена к первой гибкой детали. Трубка для текучей среды располагается между первой и второй гибкими деталями, и первая и вторая гибкие детали выполнены с возможностью изгиба, чтобы, таким образом, регулировать расход текучей среды, проходящей через трубку для текучей среды. Привод присоединен по меньшей мере к первому концу первой гибкой детали и второму концу первой гибкой детали. Приводом может быть ходовой винт, и может быть предусмотрен электродвигатель, присоединенный к ходовому винту для вращения ходового винта.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения система может включать в себя маховичок, присоединенный к ходовому винту таким образом, что маховичок выполнен с возможностью вращения ходового винта. Маховичок может приводиться в действие моторизованным приводом.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения привод присоединен к первому концу первой гибкой детали и второму концу первой гибкой детали, и привод выполнен с возможностью по меньшей мере одного из изгиба первого и второго концов навстречу друг к другу и изгиба первого и второго концов друг от друга. Привод может изгибать первый и второй концы друг от друга и/или привод изгибает первую и вторую гибкие детали таким образом, что первый и второй концы сближаются друг с другом. Первая и вторая гибкие детали могут быть, в общем случае, прямоугольными. Первая деталь и/или вторая деталь могут натягиваться, чтобы, по меньшей мере, существенно останавливать поток текучей среды, когда привод прекращает прилагать силу.

Система может включать в себя расходомер, присоединенный к капельнице, которая присоединена к трубке для текучей среды таким образом, что расходомер оценивает расход текучей среды через капельницу и, таким образом, также оценивает расход текучей среды через трубку для текучей среды. Расходомер может представлять собой расходомер на основе датчика изображений.

Расходомер может быть оперативно подключен к двигателю для приведения в действие клапана, и система может включать в себя управляющий компонент для управления двигателем для приведения в действие клапана для достижения желаемого расхода, оцененного расходомером.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую детали С-образной формы. Первая деталь С-образной формы образует внутреннюю и внешнюю поверхности, и вторая деталь С-образной формы образует внутреннюю и внешнюю поверхности. По меньшей мере одна из внешней поверхности первой детали С-образной формы и внутренней поверхности второй детали С-образной формы выполнена с возможностью приема трубки. Внутренняя поверхность второй детали С-образной формы располагается на некотором удалении от внешней поверхности первой детали С-образной формы. Существенная область внутренней поверхности второй детали С-образной формы в некоторых конкретных вариантах осуществления может примыкать к внешней поверхности первой детали С-образной формы.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения вторая деталь С-образной формы является гибкой, и первая деталь С-образной формы является полужесткой, является жесткой и/или является эластомером.

Гибкая деталь может быть сформирована из материала, выбранного из группы, состоящей из пластика, полимера, мономера, полипропилена, термопластического полимера, керамики, поливинилхлорида и полиэтилена.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую гибкие пластины. Вторая гибкая пластина оперативно присоединена к первой гибкой пластине. Первая и вторая гибкие пластины выполнены с возможностью приема трубки для текучей среды между ними, и первая и вторая гибкие пластины также выполнены с возможностью изгиба, чтобы, таким образом, регулировать расход текучей среды, проходящей через трубку для текучей среды.

Устройство может включать в себя привод, присоединенный к первому концу первой гибкой пластины и второму концу первой гибкой пластины. Привод может быть выполнен с возможностью по

меньшей мере одного из изгибания первого и второго концов навстречу друг к другу и изгибания первого и второго концов друг от друга.

Устройство может включать в себя ходовой винт, присоединенный к первому концу первой гибкой пластины и второму концу первой гибкой пластины, и маховичок, присоединенный к ходовому винту таким образом, что вращение маховичка приводит к вращению ходового винта. Маховичок может быть выполнен с возможностью сопряжения с моторизованным приводом, благодаря чему моторизованный привод приводит в движение маховичок.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую детали искривленной формы. Первая деталь искривленной формы образует внутреннюю и внешнюю поверхности, и вторая деталь искривленной формы также образует внутреннюю и внешнюю поверхности. Внутренняя поверхность второй детали искривленной формы располагается на некотором удалении от внешней поверхности первой детали искривленной формы.

По меньшей мере одна из первой и второй деталей искривленной формы может быть выполнена с возможностью размещения трубки для текучей среды между ними. Первая деталь искривленной формы может быть по меньшей мере одной из полужесткой и жесткой. Вторая деталь искривленной формы может быть гибкой. Вторая деталь искривленной формы может содержать эластомер. Первая и вторая детали искривленной формы могут быть гибкими.

Устройство может содержать соединительную деталь, оперативно присоединенную по меньшей мере к одному из первого конца первой детали искривленной формы и первого конца второй детали искривленной формы таким образом, что соединительная деталь также оперативно присоединена по меньшей мере к одному из второго конца первой детали искривленной формы и второго конца второй детали искривленной формы. Соединительная деталь может быть гибкой, может быть жесткой и/или может быть полужесткой.

Устройство может включать в себя привод, расположенный между соединительной деталью и второй деталью искривленной формы для приложения силы между ними в случае его активации. Приводом может быть ходовой винт.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую детали искривленной формы. Первая деталь искривленной формы образует внутреннюю и внешнюю поверхности. Первая деталь искривленной формы имеет первую и вторую приемные детали на противоположных концах первой детали искривленной формы. Вторая деталь искривленной формы образует внутреннюю и внешнюю поверхности. Вторая деталь искривленной формы имеет первое и второе крепления на противоположных концах второй детали искривленной формы. По меньшей мере одно из первого и второго креплений может представлять собой крюк. Первая приемная деталь первой детали искривленной формы выполнена с возможностью сопряжения с первым креплением второй детали искривленной формы, и вторая приемная деталь первой детали искривленной формы выполнена с возможностью сопряжения со вторым креплением второй детали искривленной формы.

По меньшей мере одна из приемных деталей может представлять собой деталь цилиндрической формы, например цилиндрическую гайку, выполненную с возможностью присоединения к крюку.

По меньшей мере одна из приемных деталей может быть оперативно присоединена к приводу. Одна или более из приемных деталей может быть оперативно присоединена к электродвигателю.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство дополнительно включает в себя электродвигатель, присоединенный к первой приемной детали таким образом, что (1) электродвигатель вращает ротор, присоединенный к валу, имеющему резьбы на своей внешней поверхности; (2) вторая приемная деталь образует резьбовое отверстие, выполненное с возможностью приема вала; и (3) резьбовое отверстие и вал действуют совместно по меньшей мере для одного из увеличения или уменьшения расстояния между первой и второй приемными деталями, когда электродвигатель вращает ротор, чтобы, таким образом, вращать вал.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя первую и вторую искривленные, удлиненные опорные детали. Первая искривленная, удлиненная опорная деталь является упруго деформируемой и имеет первый и второй концы. Вторая искривленная, удлиненная опорная деталь является упруго деформируемой и имеет первый и второй концы. Вторая искривленная, удлиненная опорная деталь выполнена с возможностью размещения трубки напротив первой искривленной, удлиненной опоры таким образом, что деформация первой и второй искривленных, удлиненных опорных деталей за счет перемещения первого и второго концов первой искривленной, удлиненной опорной детали навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубки.

Первый соединитель присоединен к первому концу первой искривленной, удлиненной опорной детали и также присоединен к первому концу второй искривленной, удлиненной опорной детали. Вторым соединителем присоединен ко второму концу первой искривленной, удлиненной опорной детали и также присоединен ко второму концу второй искривленной, удлиненной опорной детали. Вторым соединителем

образует отверстие. Соединительная деталь имеет конец, присоединенный к первому соединителю, и другой конец, выполненный с возможностью введения в отверстие второго соединителя. Соединительная деталь образует резьбовую шпильку, по меньшей мере, на протяжении ее участка. Маховичок имеет храповик, выполненный с возможностью пошагового продвижения к детали соединителя при перемещении от другого конца соединительной детали к концу детали соединителя. Маховичок дополнительно выполнен с возможностью сопряжения с резьбовой шпилькой соединительной детали. Маховичок может включать в себя множество пальцев, выполненных с возможностью сопряжения с резьбовой шпилькой соединительной детали. Маховичок образует внешнюю периферию и включает в себя отверстие, образованное в центре внешней периферии маховичка. Отверстие выполнено с возможностью приема резьбовой шпильки. Каждый из множества пальцев изогнут для сопряжения с резьбовой шпилькой на соответствующем конце каждого из множества пальцев.

Первая искривленная, удлиненная опорная деталь образует первое отверстие рядом с первым концом первой искривленной, удлиненной опорной детали. Отверстие выполнено с возможностью удержания трубки для текучей среды.

Первая искривленная, удлиненная опорная деталь может образовывать первое углубление рядом с первым концом первой искривленной, удлиненной опорной детали таким образом, что углубление выполнено с возможностью приема трубки для текучей среды. Углубление может включать в себя горловину, выполненную с возможностью приема трубки для текучей среды, и круглую область, выполненную с возможностью удержания трубки для текучей среды.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя основание, множество пальцев и кольцо. Основание образует отверстие, выполненное с возможностью приема трубки для текучей среды. Каждый из множества пальцев имеет конец, присоединенный к основанию. Кольцо выполнено с возможностью скольжения от основания и вдоль множества пальцев. Перемещение кольца от основания к пальцам прижимает пальцы к трубке. Кольцо выполнено с возможностью фрикционной фиксации на множестве пальцев. Каждый палец включает в себя удлиненный конец, присоединенный к основанию, и искривленный конец, присоединенный к противоположному концу относительно основания.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя деталь конической формы, ответную деталь и привод. Деталь конической формы имеет поверхность для обматывания трубки вокруг нее. Ответная деталь выполнена с возможностью сопряжения с деталью конической формы для сжатия трубки. привод выполнен с возможностью прижатия детали конической формы к ответной детали для сжатия, таким образом, трубки.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения набор для внутривенного введения включает в себя гибкую трубку для направления потока текучей среды внутри нее; первый порт на первом конце гибкой трубки; второй порт на втором конце гибкой трубки; искривленную, удлиненную опорную деталь, упруго деформируемую и имеющую первый и второй концы; и противоположную опорную деталь, выполненную с возможностью размещения гибкой трубки напротив искривленной, удлиненной опорной детали между первым и вторым концами, таким образом, что деформация искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубки.

Набор для внутривенного введения может дополнительно включать в себя капельницу, присоединенную к гибкой трубке, другой порт, выполненный с возможностью приема шприца для инъекции текучей среды в поток текучей среды в гибкой трубке, и/или скользящий заградитель, присоединенный к гибкой трубке, выполненный с возможностью сопряжения с гибкой трубкой для создания препятствия потоку текучей среды через нее.

Первый конец искривленной, удлиненной опорной детали может образовывать первое отверстие для приема гибкой трубки, и второй конец искривленной, удлиненной опорной детали может образовывать второе отверстие для приема гибкой трубки.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, первый и второй датчики изображения и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Первый датчик изображения имеет первое поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали. Первый датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в первом поле зрения. Второй датчик изображения имеет второе поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали. Второй датчик изображения располагается для наблюдения капельницы во втором поле зрения.

По меньшей мере один процессор оперативно подключен к первому и второму датчикам изображения. По меньшей мере один процессор принимает первые данные изображения от первого датчика изображения и вторые данные изображения от второго датчика изображения, и по меньшей мере один процессор оценивает по меньшей мере один параметр жидкости в капельнице с использованием первых и вторых данных изображения.

По меньшей мере один параметр может представлять собой один из типа формации жидкости, объ-

ема жидкости и формы жидкости. По меньшей мере один процессор может определять наличие условия свободного потока с использованием по меньшей мере одного из первого и второго наборов данных изображения.

Расходомер может дополнительно включать в себя фоновый рисунок, расположенный в поле зрения первого датчика изображения таким образом, что капельница находится между первым датчиком изображения и фоновым рисунком.

По меньшей мере один процессор расходомера может оценивать по меньшей мере один параметр с использованием первого набора данных изображения, анализируя искажение фонового рисунка, вызванное жидкостью в первом поле зрения, при наблюдении первым датчиком изображения. Фоновым рисунком может быть массив линий, имеющих по меньшей мере один угол относительно отверстия капельницы при наблюдении от первого датчика изображения в первом поле зрения с использованием первого набора данных изображения.

По меньшей мере один процессор может определить, что условие свободного потока существует, когда жидкость заставляет массив линий изменять углы за счет искажения, вызванного жидкостью, для которой выполняется условие свободного потока, при наблюдении в первом поле зрения от первого датчика изображения.

По меньшей мере один процессор может сравнивать по меньшей мере одни из первых и вторых данных изображения с изображением фона для оценивания по меньшей мере одного параметра.

По меньшей мере один процессор может сравнивать по меньшей мере одни из первых и вторых данных изображения с изображением фона, вычисляя по меньшей мере одну из разности по меньшей мере между одними из первых и вторых данных изображения с изображением фона, абсолютной разности по меньшей мере между одними из первых и вторых данных изображения с изображением фона и/или квадрата абсолютной разности по меньшей мере между одними из первых и вторых данных изображения с изображением фона.

Расходомер может включать в себя неизменяемую процессорно-читываемую память, оперативно связанную по меньшей мере с одним процессором, таким образом, что в памяти хранится оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, конфигурированных для выполнения по меньшей мере одним процессором. Оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций при выполнении по меньшей мере одним процессором, управляет работой по меньшей мере одного процессора.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, фоновый рисунок и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали. Датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в поле зрения. Фоновый рисунок располагается в поле зрения датчика изображения. Фоновый рисунок располагается таким образом, что капельница находится между фоновым рисунком и датчиком изображения. По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения для приема от него данных изображения. По меньшей мере один процессор выполнен с возможностью оценивания по меньшей мере одного параметра жидкости в капельнице с использованием искажения фонового рисунка, вызванного жидкостью, как указано данными изображения. Искажение может наблюдаться в поле зрения датчика изображения датчиком изображения. По меньшей мере один параметр представляет собой по меньшей мере один из типа формации жидкости, объема жидкости и формы жидкости. Фоновым рисунком может быть массив линий, имеющих по меньшей мере один угол относительно отверстия капельницы при наблюдении от датчика изображения с использованием данных изображения.

По меньшей мере один процессор может определять наличие условия свободного потока с использованием искажения фонового рисунка, вызванного жидкостью, как указано данными изображения. По меньшей мере один процессор может определить, что условие свободного потока существует, когда жидкость заставляет массив линий изменять углы за счет искажения, вызванного жидкостью, для которой выполняется условие свободного потока, при наблюдении в поле зрения датчика изображения.

Расходомер может дополнительно включать в себя неизменяемую процессорно-читываемую память, оперативно связанную по меньшей мере с одним процессором. В неизменяемой процессорно-читываемой памяти может храниться оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, конфигурированных для выполнения, по меньшей мере, одним процессором таким образом, что оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций при выполнении по меньшей мере одним процессором управляет работой по меньшей мере одного процессора.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, датчик изображения и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали таким образом, что датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в поле зрения. По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения для приема от него данных изображения таким образом, что по меньшей мере

ре один процессор сравнивает изображение данных изображения с опорным изображением для оценивания, по меньшей мере, одного параметра жидкости в капельнице. Опорное изображение может быть динамическим опорным изображением. По меньшей мере один процессор может обновлять опорное изображение, умножая каждый пиксель опорного изображения на первую константу и прибавляя соответствующий пиксель изображения, умноженный на вторую константу.

Расходомер может включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, оперативно связанную по меньшей мере с одним процессором. Неизменяемая процессорно-считываемая память может включать в себя оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, конфигурированных для выполнения по меньшей мере, одним процессором таким образом, что оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций при выполнении по меньшей мере одним процессором управляет работой по меньшей мере одного процессора.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения способ экспонирования датчика изображения, реализованный посредством оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций, конфигурированных для выполнения, по меньшей мере, одним процессором, включает в себя этапы, на которых выбирают область, представляющую интерес; определяют, находится ли пиксель в области, представляющей интерес; активируют источник света подсветки, если пиксель находится в области, представляющей интерес; и экспонируют пиксель, действие активации может активировать поднабор источников света, включающий в себя источник света подсветки. Источник света подсветки может формировать однородную подсветку. Датчик изображения может включать в себя область, представляющую интерес, и пиксель.

Оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций может храниться в неизменяемой процессорно-считываемой памяти, оперативно связанной по меньшей мере с одним процессором, таким образом, что по меньшей мере один процессор может осуществлять способ.

По меньшей мере один процессор может быть подключен к датчику изображения таким образом, что по меньшей мере один процессор осуществляет способ с использованием датчика изображения. Область, представляющая интерес, может быть областью датчика изображения, которая изображает капельницу. Область, представляющая интерес, может соответствовать капельнице.

Способ может дополнительно включать в себя этапы, на которых принимают полевой синхронизирующий сигнал от датчика изображения; и принимают строчный синхронизирующий сигнал от датчика изображения. По меньшей мере один процессор может принимать полевой и строчный синхронизирующие сигналы от датчика изображения. По меньшей мере один процессор может активировать источник света подсветки в соответствии по меньшей мере с одним из полевого и строчного синхронизирующих сигналов. Источником света может быть светодиод.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, датчик изображения, подсветку и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали таким образом, что датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в поле зрения. Подсветка имеет по меньшей мере один источник света. Подсветка присоединена к опорной детали таким образом, что подсветка выполнена с возможностью освещения датчика изображения для экспонирования датчика изображения, причем поле зрения датчика изображения, по меньшей мере, частично изображает, по меньшей мере, участок капельницы. По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения для приема от него данных изображения.

По меньшей мере один процессор выполнен с возможностью: выбирать область, представляющую интерес, датчика изображения; определять, находится ли пиксель датчика изображения в области, представляющей интерес; активировать источник света подсветки, если пиксель датчика изображения находится в области, представляющей интерес; и экспонировать пиксель датчика изображения.

Расходомер может дополнительно включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, считываемую по меньшей мере одним процессором. Неизменяемая процессорно-считываемая память включает в себя оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, хранящийся в ней, сконфигурированный предписывать по меньшей мере одному процессору, при выполнении выбирать область, представляющую интерес, датчика изображения; определять, находится ли пиксель датчика изображения в области, представляющей интерес; активировать источник света подсветки, если пиксель датчика изображения находится в области, представляющей интерес; и экспонировать пиксель датчика изображения. По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью: принимать полевой синхронизирующий сигнал от датчика изображения; и принимать строчный синхронизирующий сигнал от датчика изображения. По меньшей мере один процессор может активировать источник света подсветки в соответствии по меньшей мере с одним из полевого и строчного синхронизирующих сигналов.

По меньшей мере один процессор может выбирать область, представляющую интерес, и определять, находится ли пиксель датчика изображения в области, представляющей интерес, в соответствии с

данными изображения. Область, представляющая интерес, является областью датчика изображения, которая изображает капельницу. Область, представляющая интерес, может соответствовать капельнице.

По меньшей мере один процессор может активировать поднабор источников света, включающий в себя источник света подсветки. Источник света подсветки может формировать однородную подсветку.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, способ включает в себя этапы, на которых

захватывают изображение, включающее в себя изображение капельницы, с использованием датчика изображения, имеющего поле зрения, включающее в себя капельницу;

вычитают изображение из изображения фона для генерации, таким образом, разностного изображения;

преобразуют каждый пиксель разностного изображения к значению "истина", если абсолютное значение соответствующего пикселя выходит за пределы заранее определенного порога или к значению "ложь", если абсолютное значение соответствующего пикселя меньше заранее определенного порога;

суммируют каждую строку преобразованного разностного изображения для генерации множества суммарных значений, причем каждое суммарное значение из множества суммарных значений соответствует соответствующей строке преобразованного разностного изображения; и

проверяют множество суммарных значений.

Способ можно реализовать посредством оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций, хранящихся в неизменяемой процессорно-считываемой памяти, оперативно связанной по меньшей мере с одним процессором таким образом, что по меньшей мере один процессор осуществляет способ.

Действие проверки множества суммарных значений может включать в себя определение, существует ли условие свободного потока в капельнице.

Действие определения, существует ли условие свободного потока, может включать в себя определение, включает ли в себя множество суммарных значений множество непрерывных суммарных значений, превышающих другой заранее определенный порог.

Действие проверки множества суммарных значений может включать в себя определение, сформировалась ли капля в капельнице.

Действие определения, сформировалась ли капля в капельнице, может включать в себя определение, включает ли в себя множество суммарных значений множество непрерывных суммарных значений в заранее определенном диапазоне, который больше минимального значения и меньше максимального значения.

Способ может, в необязательном порядке, включать в себя сглаживание множества суммарных значений до действия проверки. Действие сглаживания может осуществляться в соответствии по меньшей мере с одной из сплайн-функции, функции кубического сплайна, функции В-сплайна, функции сплайна Безье, полиномиальной интерполяции, скользящего среднего, функции сглаживания данных и функции типа кубического сплайна.

По меньшей мере один процессор может, в необязательном порядке, быть подключен к датчику изображения, и по меньшей мере один процессор может осуществлять способ с использованием датчика изображения.

Способ может, в необязательном порядке, включать в себя действие преобразования каждого пикселя разностного изображения в абсолютное значение каждого пикселя после действия вычитания и до действия преобразования.

Способ может, в необязательном порядке, включать в себя действие преобразования каждого пикселя разностного изображения в квадрат значения каждого пикселя после действия вычитания и до действия преобразования.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, источник света и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали таким образом, что датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в поле зрения. Источник света присоединен к опорной детали и выполнен с возможностью освещения датчика изображения для экспонирования датчика изображения таким образом, что поле зрения датчика изображения, по меньшей мере, частично изображает, по меньшей мере, участок капельницы.

По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения для приема от него данных изображения, и по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью: захватывать изображение, включающее в себя изображение капельницы, с использованием датчика изображения, имеющего поле зрения, включающее в себя капельницу; вычитать изображение из изображения фона для генерации, таким образом, разностного изображения; преобразовывать каждый пиксель разностного изображения к значению "истина", если абсолютное значение соответствующего пикселя выходит за пределы заранее определенного порога, или к значению "ложь", если абсолютное значение соответствующего пикселя меньше заранее определенного порога; суммировать каждую строку преобразованного разност-

ного изображения для генерации множества суммарных значений, причем каждое суммарное значение из множества суммарных значений соответствует соответствующей строке преобразованного разностного изображения; и проверять множество суммарных значений.

Расходомер может включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, считываемую, по меньшей мере, одним процессором таким образом, что неизменяемая процессорно-считываемая память включает в себя оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, хранящийся в ней, сконфигурированный предписывать по меньшей мере одному процессору, при выполнении захватывать изображение, включающее в себя изображение капельницы, с использованием датчика изображения, имеющего поле зрения, включающее в себя капельницу; вычитать изображение из изображения фона для генерации, таким образом, разностного изображения; преобразовывать каждый пиксель разностного изображения к значению "истина", если абсолютное значение соответствующего пикселя выходит за пределы заранее определенного порога, или к значению "ложь", если абсолютное значение соответствующего пикселя меньше заранее определенного порога; суммировать каждую строку преобразованного разностного изображения для генерации множества суммарных значений, причем каждое суммарное значение из множества суммарных значений соответствует соответствующей строке преобразованного разностного изображения; и проверять множество суммарных значений.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью определения, существует ли условие свободного потока в капельнице, когда процессор проверяет множество суммарных значений.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью определения, включает ли в себя множество суммарных значений множество непрерывных суммарных значений, превышающих другой заранее определенный порог, когда по меньшей мере один процессор определяет, существует ли условие свободного потока.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью определения, сформировалась ли капля в капельнице, когда по меньшей мере один процессор проверяет множество суммарных значений.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью определения, что капля сформировалась, если множество суммарных значений включает в себя множество непрерывных суммарных значений в заранее определенном диапазоне, который больше минимального значения и меньше максимального значения, и положение непрерывных суммарных значений соответствует заранее определенному диапазону положений, в которых может формироваться капля.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью сглаживать множество суммарных значений до того, как по меньшей мере один процессор проверит множество суммарных значений.

По меньшей мере один процессор может осуществлять сглаживание в соответствии по меньшей мере с одной из сплайн-функции, функции кубического сплайна, функции B-сплайна, функции сплайна Безье, полиномиальной интерполяции, скользящего среднего, функции сглаживания данных, и/или функции типа кубического сплайна.

Расходомер может дополнительно включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, где хранится оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций.

Неизменяемая процессорно-считываемая память оперативно связана по меньшей мере с одним процессором таким образом, что оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций управляет работой по меньшей мере одного процессора.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью преобразования каждого пикселя разностного изображения в абсолютное значение каждого пикселя после действия вычитания и до преобразования.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью преобразования каждого пикселя разностного изображения в квадрат значения каждого пикселя после действия вычитания и до преобразования.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения способ включает в себя этапы, на которых

- захватывают изображение капельницы с использованием датчика изображения;
- идентифицируют множество пикселей, представляющих интерес, в изображении;
- определяют поднабор пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, причем для каждого пикселя из множества пикселей определено, что он находится в поднаборе пикселей, когда существует путь к базовой линии, соответствующей капельнице;
- осуществляют операцию вращения на поднаборе пикселей;
- оценивают объем капли в капельнице путем отсчета количества пикселей в повернутом поднаборе пикселей.

Базовая линия может представлять собой заранее определенный набор пикселей в датчике изображения. Множество пикселей, представляющих интерес, можно идентифицировать, сравнивая изображение с изображением фона.

Способ может, в необязательном порядке, включать в себя один или более этапов, на которых инициализируют изображения фона;  
обновляют изображение фона с использованием изображения, захваченного датчиком изображения;  
обновляют массив значений дисперсии с использованием изображения, захваченного датчиком изображения; и/или

обновляют массив целых чисел в соответствии с изображением, захваченным датчиком изображения.

Изображение фона можно обновлять в соответствии с формулой

$$P_{\text{background},i,j} = P_{\text{background},i,j} (1 - \alpha_{\text{background}}) + \alpha_{\text{background}} P_{\text{input},i,j} \cdot$$

Массив значений дисперсии можно обновлять в соответствии с формулами

$$\sigma_{\text{temp}}^2 = (P_{\text{background},i,j} - P_{\text{input},i,j})^2$$

$$\sigma_{\text{background},i,j}^2 = \sigma_{\text{background},i,j}^2 (1 - \beta_{\text{background}}) + \beta_{\text{background}} \sigma_{\text{temp}}^2 \cdot$$

Каждое целое число массива целых чисел может соответствовать количеству обновлений пикселя изображения фона. В некоторых конкретных вариантах осуществления, сравнение изображения с изображением фона сравнивает пиксели в изображении с пикселями в изображении фона, только если соответствующее целое число массива целых чисел указывает, что соответствующий пиксель в изображении фона был обновлен, по меньшей мере, заранее определенное число раз.

Способ может, в необязательном порядке, включать в себя один или более этапов, на которых идентифицируют каплю в изображении и заранее определенную полосу вблизи границы капли и инициализируют изображение фона, задавая каждый пиксель изображения фона равным пикселю изображения, если он не находится в идентифицированной капле или заранее определенной полосе вблизи границы капли.

Способ может дополнительно включать в себя этап, на котором устанавливают пиксель изображения фона на заранее определенное значение, если соответствующий пиксель изображения находится в идентифицированной капле или заранее определенной полосе вблизи границы капли. Соответствующий пиксель изображения имеет положение, соответствующее пикселю изображения фона.

Способ может дополнительно включать в себя этап, на котором определяют базовую линию, соответствующую отверстию капельницы.

Действие определения поднабора пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, который соответствует капле, может включать в себя определение, что каждый из множества пикселей, представляющих интерес, находится в поднаборе пикселей, если соответствующий пиксель из множества пикселей имеет непрерывный путь обратно к базовой линии формирования капли на отверстии капельницы.

Способ может, в необязательном порядке, включать в себя один или более этапов, на которых захватывают первое изображение с использованием датчика изображения;  
идентифицируют каплю в первом изображении и заранее определенной полосе вблизи границы капли;

инициализируют изображение фона, устанавливая каждый пиксель равным пикселю первого изображения, если он не находится в идентифицированной капле или заранее определенной полосе вблизи границы капли;

устанавливают пиксели в области капли или в заранее определенной полосе на заранее определенное значение;

инициализируют массив целых чисел;

инициализируют массив значений дисперсии.

Способ также может включать в себя этап, на котором обновляют одно или более из изображений фона, массива целых чисел и/или массива значений дисперсии с использованием изображения.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, датчик изображения и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали. Датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в поле зрения.

По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения для приема от него данных изображения, и по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью захватывать изображение капельницы с использованием датчика изображения; идентифицировать множество пикселей, представляющих интерес, в изображении; определять поднабор пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, причем для каждого пикселя из множества пикселей определено, что он находится в поднаборе пикселей, когда существует путь к базовой линии, соответствующей капельнице; осуществлять операцию вращения на поднаборе пикселей и оценивать объем капли в капельнице путем отсчета

количества пикселей в повернутом поднаборе пикселей.

Расходомер также может включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, где хранится оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций.

Неизменяемая процессорно-считываемая память оперативно связана по меньшей мере с одним процессором таким образом, что оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций управляет работой по меньшей мере одного процессора.

Расходомер также может включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, считываемую по меньшей мере одним процессором таким образом, что неизменяемая процессорно-считываемая память включает в себя оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, хранящийся в ней, сконфигурированный предписывать по меньшей мере одному процессору, при выполнении захватывать изображение капельницы с использованием датчика изображения; идентифицировать множество пикселей, представляющих интерес, в изображении; определять поднабор пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, причем для каждого пикселя из множества пикселей определено, что он находится в поднаборе пикселей, когда существует путь к базовой линии, соответствующей капельнице; осуществлять операцию вращения на поднаборе пикселей; и оценивать объем капли в капельнице путем отсчета количества пикселей в повернутом поднаборе пикселей.

Базовая линия может представлять собой заранее определенный набор пикселей в датчике изображения. Множество пикселей, представляющих интерес, можно идентифицировать, сравнивая изображение с изображением фона. По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью инициализации изображения фона и/или обновления изображения фона с использованием изображения, захваченного датчиком изображения.

Изображение фона можно обновлять в соответствии с формулой

$$P_{\text{background},i,j} = P_{\text{background},i,j} (1 - \alpha_{\text{background}}) + \alpha_{\text{background}} P_{\text{input},i,j}.$$

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью обновления массива значений дисперсии с использованием изображения, захваченного датчиком изображения.

Массив значений дисперсии можно обновлять в соответствии с формулами

$$\sigma_{\text{temp}}^2 = (P_{\text{background},i,j} - P_{\text{input},i,j})^2$$

$$\sigma_{\text{background},i,j}^2 = \sigma_{\text{background},i,j}^2 (1 - \beta_{\text{background}}) + \beta_{\text{background}} \sigma_{\text{temp}}^2.$$

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью обновления массива целых чисел в соответствии с изображением, захваченным датчиком изображения. Каждое целое число массива целых чисел соответствует количеству обновлений пикселя изображения фона.

В необязательном порядке, в некоторых вариантах осуществления сравнение изображения с изображением фона сравнивает пиксели в изображении с пикселями в изображении фона, только если соответствующее целое число массива целых чисел указывает, что соответствующий пиксель в изображении фона был обновлен, по меньшей мере, заранее определенное число раз.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью идентифицировать каплю в изображении и заранее определенную полосу вблизи границы капли и инициализировать изображение фона, задавая каждый пиксель изображения фона равным пикселю изображения, если он не находится в идентифицированной капле или заранее определенной полосе вблизи границы капли.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью установления пикселя изображения фона на заранее определенное значение, если соответствующий пиксель изображения находится в идентифицированной капле или заранее определенной полосе вблизи границы капли.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения соответствующий пиксель изображения имеет положение, соответствующее положению пикселя изображения фона.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью определения базовой линии, соответствующей отверстию капельницы.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью определения, находится ли каждый из множества пикселей, представляющих интерес, в поднаборе пикселей, если соответствующий пиксель из множества пикселей имеет непрерывный путь обратно к базовой линии формирования капли на отверстии капельницы, для определения, содержится ли поднабор пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, которое соответствует капле.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью захватывать первое изображение с использованием датчика изображения; идентифицировать каплю в первом изображении и заранее определенную полосу вблизи границы капли; инициализировать изображение фона, устанавливая каждый пиксель равным пикселю первого изображения, если он не находится в идентифицированной капле или заранее определенной полосе вблизи границы капли; устанавливать пиксели в области капли или в заранее определенной полосе на заранее определенное значение; инициализировать

зирать массив целых чисел и инициализировать массив значений дисперсии.

По меньшей мере один процессор может быть дополнительно выполнен с возможностью обновления изображения фона, массива целых чисел и/или массива значений дисперсии с использованием изображения.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя средство датчика изображения и средство оценивания расхода. Средство датчика изображения предназначено для захвата множества изображений капельницы. Средство оценивания расхода предназначено для оценивания расхода текучей среды через капельницу с использованием множества изображений.

Средство оценивания расхода может включать в себя средство процессора для оценивания расхода текучей среды через капельницу с использованием множества изображений.

Расходомер может дополнительно включать в себя средство памяти, оперативно связанное со средством процессора для обеспечения оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций для предписания средству процессора оценивать расход текучей среды через капельницу с использованием множества изображений.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, расходомер включает в себя средство памяти, имеющее оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, сконфигурированный для исполнения; и средство процессора для выполнения оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций для реализации средства оценивания расхода для оценивания расхода текучей среды через капельницу с использованием множества изображений.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения способ включает в себя этап захвата множества изображений капельницы и этап оценивания расхода текучей среды через капельницу с использованием множества изображений. Способ можно реализовать посредством оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций, хранящихся в неизменяемой памяти и выполняемых по меньшей мере одним процессором.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройство включает в себя соединительное приспособление, выполненное с возможностью присоединения к капельнице; опорную деталь, оперативно присоединенную к соединительному приспособлению; датчик изображения, имеющий поле зрения и оперативно присоединенный к опорной детали, причем датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в поле зрения;

клапан, выполненный с возможностью присоединения к трубке для текучей среды, гидравлически связанной с капельницей, причем клапан выполнен с возможностью регулировки расхода через трубку для текучей среды чтобы, таким образом, регулировать расход текучей среды через капельницу; и

по меньшей мере один процессор, оперативно подключенный к датчику изображения для приема от него данных изображения, причем по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью захвата множества изображений капельницы с использованием датчика изображения;

оценивания скорости объемного роста капли в капельнице с использованием множества изображений; приема заданного значения, соответствующего расходу текучей среды через трубку для текучей среды;

регулировки системы управления в соответствии с оценочной скоростью объемного роста капли для достижения заданного значения;

вывода сигнала управления из системы управления на привод клапана для управления активацией клапана в соответствии с отрегулированной системой управления.

Устройство может включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, где хранится оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций. Неизменяемая процессорно-считываемая память может быть оперативно связана по меньшей мере с одним процессором таким образом, что оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций управляет работой, по меньшей мере, одного процессора.

Устройство может включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, считываемую по меньшей мере одним процессором. Неизменяемая процессорно-считываемая память может включать в себя оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, хранящийся в ней, сконфигурированный предписывать по меньшей мере одному процессору, при выполнении захватывать множество изображений капельницы с использованием датчика изображения; оценивать скорость объемного роста капли в капельнице с использованием множества изображений; принимать заданное значение, соответствующее расходу текучей среды через трубку для текучей среды; регулировать систему управления в соответствии с оценочной скоростью объемного роста капли для достижения заданного значения и вывести сигнал управления из системы управления на привод клапана для управления активацией клапана в соответствии с отрегулированной системой управления.

Система управления может быть по меньшей мере одной из пропорционально-интегрально-дифференциальной системы управления, пропорционально-интегральной системы управления, пропорционально-дифференциальной системы управления, пропорциональной системы управления, интегральной системы управления, системы управления на основе нейронной сети, системы управления на основе нечеткой логики и/или двухпозиционной системы управления.

Система управления может коррелировать оценочную скорость объемного роста капли с потоком текучей среды через трубку для текучей среды.

Клапан может включать в себя искривленную, удлиненную опорную деталь, упруго деформируемую и имеющую первый и второй концы; и противоположную опорную деталь, выполненную с возможностью размещения трубки для текучей среды напротив искривленной, удлиненной опорной детали между первым и вторым концами, причем деформация искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубки для текучей среды. Привод может быть выполнен с возможностью перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу.

Клапан может включать в себя: первую удлиненную опорную деталь, образующую длину; и вторую удлиненную опорную деталь, образующую длину, причем длина второй удлиненной опорной детали располагается на некотором удалении от длины первой удлиненной опорной детали, чтобы совместно с первой удлиненной опорной деталью сжимать трубку для текучей среды. Привод может механически сопрягаться по меньшей мере с одной из первой и второй удлиненных опорных деталей для приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия, таким образом, трубки для текучей среды, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке для текучей среды; активация привода приводит в движение первую и вторую удлиненные опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии с приближенной сигмоидальной кривой.

Клапан может включать в себя первую удлиненную опорную деталь, образующую длину; и вторую удлиненную опорную деталь, образующую длину, причем длина второй удлиненной опорной детали располагается на некотором удалении от длины первой удлиненной опорной детали, чтобы совместно с первой удлиненной опорной деталью сжимать трубку для текучей среды. Привод механически сопряжен по меньшей мере с одной из первой и второй удлиненных опорных деталей для приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия, таким образом, трубки для текучей среды, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке; активация привода приводит в движение первую и вторую удлиненные опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке для текучей среды в соответствии с приближенной кривой Гомперца.

Клапан может включать в себя первую удлиненную опорную деталь, образующую длину; и вторую удлиненную опорную деталь, образующую длину, причем длина второй удлиненной опорной детали располагается на некотором удалении от длины первой удлиненной опорной детали чтобы, совместно с первой удлиненной опорной деталью, сжимать трубку для текучей среды. Привод механически сопряжен по меньшей мере с одной из первой и второй удлиненных опорных деталей для приведения в движение первой и второй удлиненных опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия, таким образом, трубки для текучей среды, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке для текучей среды; активация привода приводит в движение первую и вторую удлиненные опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке в соответствии с приближенной обобщенной логистической функцией.

Клапан может включать в себя первую опорную деталь, которая образует по меньшей мере одну из дуги, множества дуг, кривой, множества кривых, дугообразной формы, множества дугообразных форм, S-образной формы, C-образной формы, выпуклой формы, множества выпуклых форм, вогнутой формы и множества выпуклых форм; и вторую опорную деталь, расположенную на некотором удалении от первой опорной детали, чтобы совместно с первой опорной деталью сжимать трубку для текучей среды на протяжении длины трубки для текучей среды, по меньшей мере существенно большей диаметра трубки для текучей среды. Привод механически сопряжен по меньшей мере с одной из первой и второй опорных деталей для приведения в движение первой и второй опорных деталей навстречу друг к другу для сжатия, таким образом, трубки для текучей среды, расположенной между ними, для регулировки расхода текучей среды в трубке для текучей среды; активация привода приводит в движение первую и вторую опорные детали для регулировки расхода текучей среды в трубке для текучей среды в соответствии с приближенной нелинейной функцией.

Клапан может включать в себя искривленную, удлиненную опорную деталь, упруго деформируемую и имеющую первый и второй концы; и противоположную опорную деталь, выполненную с возможностью образования трубопровода с искривленной, удлиненной опорной деталью. Трубопровод образуется между искривленной, удлиненной опорной деталью и противоположной деталью. Трубка для текучей среды располагается в трубопроводе, и деформация искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубки для текучей среды в трубопроводе.

Клапан может представлять собой обратный клапан трубки Бурдона, присоединенный к трубке для текучей среды для регулировки текучей среды, текущей через проточный канал трубки для текучей среды.

Клапан может включать в себя первую гибкую деталь и вторую гибкую деталь, оперативно присоединенную к первой гибкой детали. Трубка для текучей среды может располагаться между первой и вто-

рой гибкими деталями. Первая и вторая гибкие детали выполнены с возможностью изгиба, чтобы, таким образом, регулировать расход текучей среды, проходящей через трубку для текучей среды, и привод присоединен по меньшей мере к первому концу первой гибкой детали и второму концу первой гибкой детали.

Клапан может включать в себя первую деталь С-образной формы, образующую внутреннюю и внешнюю поверхности; и вторую деталь С-образной формы, образующую внутреннюю и внешнюю поверхности. По меньшей мере одна из внешней поверхности первой детали С-образной формы и внутренней поверхности второй детали С-образной формы выполнена с возможностью приема трубки для текучей среды. Внутренняя поверхность второй детали С-образной формы располагается на некотором удалении от внешней поверхности первой детали С-образной формы. Привод присоединен к первой и второй деталям С-образной формы для изгиба первой и второй деталей С-образной формы для сжатия трубки для текучей среды.

Клапан может включать в себя первую гибкую пластину и вторую гибкую пластину, оперативно присоединенную к первой гибкой пластине. Первая и вторая гибкие пластины выполнены с возможностью приема трубки для текучей среды между ними. Первая и вторая гибкие пластины выполнены с возможностью изгиба, чтобы, таким образом, регулировать расход текучей среды, проходящей через трубку для текучей среды. Привод присоединен к первой и второй гибким пластинам для регулировки расхода текучей среды, проходящей через трубку для текучей среды.

Клапан может включать в себя первую деталь искривленной формы, образующую внутреннюю и внешнюю поверхности; и вторую деталь искривленной формы, образующую внутреннюю и внешнюю поверхности. Внутренняя поверхность второй детали искривленной формы располагается на некотором удалении от внешней поверхности первой детали искривленной формы, причем трубка для текучей среды располагается между первой и второй деталями искривленной формы, и привод присоединен к первой и второй деталям искривленной формы для изгиба первой и второй деталей искривленной формы, чтобы, таким образом, регулировать расход текучей среды в трубке для текучей среды.

Клапан может включать в себя первую деталь искривленной формы, образующую внутреннюю и внешнюю поверхности, причем первая деталь искривленной формы имеет первую и вторую приемные детали на противоположных концах первой детали искривленной формы; и вторую деталь искривленной формы, образующую внутреннюю и внешнюю поверхности, причем вторая деталь искривленной формы имеет первое и второе крепления на противоположных концах второй детали искривленной формы. Первая приемная деталь первой детали искривленной формы выполнена с возможностью сопряжения с первым креплением второй детали искривленной формы. Вторая приемная деталь первой детали искривленной формы выполнена с возможностью сопряжения со вторым креплением второй детали искривленной формы. Привод присоединен к первой и второй деталям искривленной формы для изгиба первой и второй деталей искривленной формы для регулировки расхода текучей среды в трубке для текучей среды, расположенной между ними.

Клапан может включать в себя первую искривленную, удлиненную опорную деталь, упруго деформируемую и имеющую первый и второй концы; и вторую искривленную, удлиненную опорную деталь, упруго деформируемую и имеющую первый и второй концы, причем вторая искривленная, удлиненная опорная деталь выполнена с возможностью размещения трубки для текучей среды напротив первой искривленной, удлиненной опоры, причем деформация первой и второй искривленных, удлиненных опорных деталей за счет перемещения первого и второго концов первой искривленной, удлиненной опорной детали навстречу друг к другу уменьшает внутренний объем трубки для текучей среды; первый соединитель, присоединенный к первому концу первой искривленной, удлиненной опорной детали и присоединенный к первому концу второй искривленной, удлиненной опорной детали; второй соединитель, присоединенный ко второму концу первой искривленной, удлиненной опорной детали и присоединенный ко второму концу второй искривленной, удлиненной опорной детали, причем второй соединитель образует отверстие; соединительную деталь, имеющую конец, присоединенный к первому соединителю, и другой конец, выполненный с возможностью введения в отверстие второго соединителя, причем соединительная деталь образует резьбовую шпильку, по меньшей мере, на протяжении ее участка; и маховичок, имеющий храповик, выполненный с возможностью пошагового продвижения к детали соединителя при перемещении от другого конца соединительной детали к концу детали соединителя, причем маховичок дополнительно выполнен с возможностью сопряжения с резьбовой шпилькой соединительной детали; причем привод может быть присоединен к маховичку для вращения маховичка.

Клапан может включать в себя основание, образующее отверстие, выполненное с возможностью приема трубки для текучей среды; множество пальцев, каждый из которых имеет конец, присоединенный к основанию; и кольцо, выполненное с возможностью скольжения от основания и вдоль множества пальцев. Перемещение кольца от основания прижимает пальцы к трубке для текучей среды. Кольцо выполнено с возможностью фрикционной фиксации на множестве пальцев. Привод присоединен к кольцу для скольжения кольца.

Клапан может включать в себя деталь конической формы, имеющую поверхность для обматывания трубки для текучей среды вокруг нее; и ответную деталь, выполненную с возможностью сопряжения с

деталью конической формы для сжатия трубки. Привод выполнен с возможностью прижатия детали конической формы к ответной детали для сжатия, таким образом, трубки для текучей среды.

Систему управления можно реализовать аппаратными средствами, программными средствами, в виде комбинации аппаратного обеспечения и программного обеспечения и/или с помощью по меньшей мере одного операционного усилителя.

Устройство может включать в себя неизменяемую процессорно-считываемую память, в которой система управления реализована посредством оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций, конфигурированных для выполнения по меньшей мере одним процессором, оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций хранится в неизменяемой процессорно-считываемой памяти, и неизменяемая процессорно-считываемая память оперативно связана по меньшей мере с одним процессором для оперативной передачи оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций по меньшей мере один на процессор для выполнения по меньшей мере одним процессором.

Заданное значение можно сравнивать со скоростью объемного роста капли для регулировки системы управления. Заданное значение можно сравнивать со скоростью объемного роста капли для определения сигнала ошибки. Сигнал ошибки может представлять собой разность между заданным значением и скоростью объемного роста капли. Сигнал ошибки можно пропускать через устройство обработки сигнала для генерации выходного сигнала. Устройство обработки сигнала может реализовать пропорционально-интегрально-дифференциальный контроллер по меньшей мере с одним ненулевым параметром коэффициента усиления.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения устройство для регулирования расхода текучей среды включает в себя искривленную, удлиненную опорную деталь и противоположную опорную деталь. Искривленная, удлиненная опорная деталь является упруго деформируемой и имеет первый и второй концы. Первый конец выполнен с возможностью поворотного присоединения к первому и второму связующим элементам в форме восьмерки, и второй конец выполнен с возможностью поворотного присоединения к третьему и четвертому связующим элементам в форме восьмерки. Противоположная опорная деталь выполнена с возможностью размещения трубки напротив искривленной, удлиненной опорной детали между первым и вторым концами, таким образом, что деформация искривленной, удлиненной опорной детали за счет перемещения первого и второго концов навстречу друг к другу уменьшает внутреннее поперечное сечение на протяжении длины трубки. Первый конец противоположной опорной детали выполнен с возможностью поворотного присоединения к первому и второму связующим элементам в форме восьмерки, и второй конец противоположной опорной детали выполнен с возможностью поворотного присоединения к третьему и четвертому связующим элементам в форме восьмерки.

Первый конец искривленной, удлиненной опорной детали может включать в себя палец сопряжения, выполненный с возможностью сопряжения с зубчатой рейкой. Второй конец искривленной, удлиненной опорной детали может быть выполнен с возможностью поворотного присоединения к зубчатой рейке. Устройство может включать в себя маховичок, присоединенный к первому концу искривленной, удлиненной опорной детали для перемещения зубчатой рейки.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, датчик изображения, лазер и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали, и первый датчик изображения выполнен с возможностью наблюдения капельницы в поле зрения. Лазер выполнен с возможностью излучения света оптического диапазона на сборку двоичной оптики.

По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения таким образом, что (1) по меньшей мере один процессор принимает данные от датчика изображения, где представлен, по меньшей мере, участок фонового рисунка; и (2) по меньшей мере один процессор оценивает по меньшей мере один параметр жидкости в капельнице с использованием данных изображения.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, первый и второй электроды и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Первый электрод выполнен с возможностью присоединения к трубопроводу, гидравлически связанному с капельницей. Второй электрод выполнен с возможностью присоединения к трубопроводу, гидравлически связанному с капельницей.

По меньшей мере один процессор оперативно подключен к первому и второму электродам для измерения емкости между ними, и по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью контроля емкости. По меньшей мере один процессор может быть выполнен с возможностью определения, существует ли условие образования потока в капельнице, с использованием контролируемой емкости.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения предохранительный клапан включает в себя корпус, первый и второй перекрывающие рычаги, первый и второй шпиндели и пружину. Корпус выполнен с возможностью удержания трубки. Первый и второй перекрывающие рычаги поворотной

соединены друг с другом. Первый шпindel поворачивается к дальнему концу первого перекрывающего рычага. Второй шпindel поворачивается к дальнему концу второго перекрывающего рычага. Пружина располагается рядом с первым и вторым перекрывающими рычагами с противоположной стороны трубки, с возможностью подпружинивания первого и второго перекрывающих рычагов. Предохранительный клапан выполнен с возможностью расслабления пружины и перекрытия трубки, когда первый и второй перекрывающие рычаги отворачиваются от пружины вдоль своего общего шкворня на заранее определенную величину. Соленоид можно использовать для сопряжения с первым и вторым перекрывающими рычагами для расслабления пружины.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения устройство включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали. Датчик изображения выполнен с возможностью наблюдения капельницы в поле зрения. По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения для приема от него данных изображения, и по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью (1) захвата изображения капельницы; (2) помещения шаблона в захваченном изображении в первую позицию; (3) усреднения пикселей в шаблоне для определения первого среднего; (4) перемещения шаблона во вторую позицию; (5) усреднения пикселей в шаблоне для определения второго среднего; (6) определения, что шаблон располагается на границе капли, если разность между вторым средним и первым средним больше заранее определенного порогового значения; и (7) корреляции второй позиции с объемом капли.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения раскрыт способ, реализованный по меньшей мере одним процессором, выполняющим оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, сконфигурированный для исполнения, по меньшей мере, одним процессором для оценивания расхода. Способ включает в себя этапы, на которых:

- (1) захватывают изображения капельницы;
- (2) помещают шаблон в захваченном изображении в первую позицию;
- (3) усредняют пиксели в шаблоне для определения первого среднего;
- (4) перемещают шаблон во вторую позицию;
- (5) усредняют пиксели в шаблоне для определения второго среднего;
- (6) определяют, что шаблон располагается на границе капли, если разность между вторым средним и первым средним больше заранее определенного порогового значения; и
- (7) коррелируют вторую позицию с объемом капли.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, модулируемую сборку подсветки, датчик изображения и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Модулируемая сборка подсветки выполнена с возможностью обеспечения первой подсветки и второй подсветки. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали. Датчик изображения выполнен с возможностью наблюдения капельницы в поле зрения и модулируемой сборки подсветки. По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения и модулируемой сборке подсветки таким образом, что по меньшей мере один процессор принимает данные от датчика изображения, в котором представлен, по меньшей мере, участок модулируемой сборки подсветки, и по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью модуляции сборки подсветки к первой подсветке при оценивании размера капли и модуляции сборки подсветки ко второй подсветке. Первой подсветкой может быть подсветка с рассеивателем, не имеющим рисунка, и второй подсветкой может быть подсветка с рассеивателем, имеющим полосатый рисунок.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения восстановитель трубки включает в себя первую и вторую шестерни. Вторая шестерня располагается впритык напротив первой шестерни. Первая и вторая шестерни образуют промежуток на протяжении радиальных участков первой и второй шестерен, позволяющий трубке изгибаться между ними. Первая и вторая шестерни дополнительно выполнены с возможностью восстанавливать трубку при вращении, таким образом, что промежуток не располагается между первой и второй шестернями.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения клапан включает в себя первую и вторую металлические полоски и первый и второй направляющие детали. Первая направляющая деталь присоединена к дальним концам первой и второй металлических полосок. Вторая направляющая деталь присоединена к ближним концам первой и второй металлических полосок. Первая и вторая металлические полоски выполнены с возможностью сжатия трубки, когда дальние концы первой и второй металлических полосок приводятся в движение к ближним концам первой и второй металлических полосок. Клапан может дополнительно включать в себя струну (например, металлическую струну или струну, выполненную из любого другого материала), продетую через первую и вторую металлические полоски для обвивания вокруг трубки.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения клапан включает в себя первую и вторую створки, выполненные с возможностью обеспечения полости между первой и второй створками. Первая и вторая створки выполнены с возможностью приема трубки между собой и в полости. Клапан также включает в себя пузырь, расположенный в полости, и насос, выполненный с возможностью надуть и сдувать пузырь для регулировки расхода текучей среды в трубке.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения устройство включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, датчик изображения и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Датчик изображения имеет поле зрения и оперативно присоединен к опорной детали. Датчик изображения выполнен с возможностью наблюдения капельницы в поле зрения.

По меньшей мере один процессор оперативно подключен к датчику изображения для приема от него данных изображения и выполнен с возможностью:

- (1) захватывать первое изображение;
- (2) создавать первое ограниченное изображение из первого изображения, сравнивая каждый пиксель первого изображения с пороговым значением;
- (3) определять набор пикселей в первом ограниченном изображении, связанный с заранее определенным набором пикселей в первом ограниченном изображении;
- (4) фильтровать все остальные пиксели первого ограниченного изображения, которые не связаны с набором пикселей, причем фильтр действует на попиксельной основе во временной области для генерации первого фильтрованного изображения;
- (5) удалять пиксели, в отношении которых определено, что они не являются частью капли, из первого ограниченного изображения с использованием первого фильтрованного изображения для генерации второго изображения;
- (6) определять второй набор пикселей во втором изображении, связанный с заранее определенным набором пикселей во втором изображении, для генерации третьего изображения, причем третье изображение идентифицирует второй набор пикселей во втором изображении;
- (7) определять первую длину капли, отсчитывая количество строк, содержащих пиксели, соответствующие второму набору пикселей в третьем изображении, причем первая длина соответствует первому оценочному размеру капли;
- (8) обновлять изображение фона с использованием первого изображения;
- (9) создавать второе ограниченное изображение, сравнивая первое изображение с изображением фона;
- (10) суммировать строки второго ограниченного изображения для создания множества строковых сумм, причем каждая строковая сумма соответствует строке второго ограниченного изображения;
- (11) начинать в позиции строки второго ограниченного изображения, имеющего первую сумму из множества сумм, которая соответствует первой длине;
- (12) увеличивать позицию строки, пока позиция строки не будет соответствовать соответствующей строковой сумме, равной нулю;
- (13) определять, что вторая длина равна текущей позиции строки, причем вторая длина соответствует второму оценочному размеру капли; и
- (14) усреднять первую и вторую длины для определения средней длины, причем средняя длина соответствует третьему оценочному размеру капли.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения способ, реализованный, по меньшей мере, одним процессором, выполняющим оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, сконфигурированный для исполнения, по меньшей мере, одним процессором для оценивания расхода, включает в себя этапы, на которых:

- (1) захватывают первое изображение;
- (2) создают первое ограниченное изображение из первого изображения, сравнивая каждый пиксель первого изображения с пороговым значением;
- (3) определяют набор пикселей в первом ограниченном изображении, связанный с заранее определенным набором пикселей в первом ограниченном изображении;
- (4) фильтруют все остальные пиксели первого ограниченного изображения, которые не связаны с набором пикселей, причем фильтр действует на попиксельной основе во временной области для генерации первого фильтрованного изображения;
- (5) удаляют пиксели, в отношении которых определено, что они не являются частью капли, из первого ограниченного изображения с использованием первого фильтрованного изображения для генерации второго изображения;
- (6) определяют второй набор пикселей во втором изображении, связанный с заранее определенным набором пикселей во втором изображении, для генерации третьего изображения, причем третье изображение идентифицирует второй набор пикселей во втором изображении;
- (7) определяют первую длину капли, отсчитывая количество строк, содержащих пиксели, соответ-

ствующие второму набору пикселей в третьем изображении, причем первая длина соответствует первому оценочному размеру капли;

(8) обновляют изображение фона с использованием первого изображения;

(9) создают второе ограниченное изображение, сравнивая первое изображение с изображением фона;

(10) суммируют строки второго ограниченного изображения для создания множества строковых сумм, причем каждая строковая сумма соответствует строке второго ограниченного изображения;

(11) начинают в позиции строки второго ограниченного изображения, имеющего первую сумму из множества сумм, которая соответствует первой длине;

(12) увеличивают позицию строки, пока позиция строки не будет соответствовать соответствующей строковой сумме, равной нулю;

(13) определяют, что вторая длина равна текущей позиции строки, причем вторая длина соответствует второму оценочному размеру капли; и

(14) усредняют первую и вторую длины для определения средней длины, причем средняя длина соответствует третьему оценочному размеру капли.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения расходомер включает в себя соединительное приспособление, опорную деталь, первую и вторую рамочные антенны и по меньшей мере один процессор. Соединительное приспособление выполнено с возможностью присоединения к капельнице. Опорная деталь оперативно присоединена к соединительному приспособлению. Первая рамочная антенна располагается рядом с трубопроводом, гидравлически связанным с капельницей. Вторая рамочная антенна располагается рядом с трубопроводом. По меньшей мере один процессор оперативно подключен к первой и второй рамочным антеннам для измерения магнитной связи между ними. По меньшей мере один процессор выполнен с возможностью контроля магнитной связи между ними для определения, существует ли в капельнице условие образования потока.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения, способ, реализованный посредством оперативного набора процессорно-исполнимых инструкций, включает в себя этапы, на которых:

(1) определяют множество точек, представляющих интерес, в изображении;

(2) случайным образом выбирают N точек, представляющих интерес, из множества точек, представляющих интерес; и/или

(3) идентифицируют единственный, уникальный, геометрический признак, характеризующийся N параметрами, соответствующими N точкам, представляющим интерес.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения, система включает в себя неизменяемую память и один или более процессоров. В неизменяемой памяти хранится множество инструкций. Один или более процессоров оперативно связаны с неизменяемой памятью для выполнения множества инструкций. Множество инструкций сконфигурировано предписывать процессору:

(1) определять множество точек, представляющих интерес, в изображении;

(2) случайным образом выбирать N точек, представляющих интерес, из множества точек, представляющих интерес; и/или

(3) идентифицировать единственный, уникальный, геометрический признак, характеризующийся N параметрами, соответствующими N точкам, представляющим интерес.

#### **Краткое описание чертежей**

Эти и другие аспекты явствуют из нижеследующего подробного описания различных вариантов осуществления настоящего изобретения со ссылкой на чертежи, на которых:

фиг. 1 демонстрирует блок-схему системы для регулирования расхода текучей среды в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 2 демонстрирует блок-схему операций способа экспонирования датчика изображения в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 3 демонстрирует временную диаграмму, иллюстрирующую вариант осуществления способа, показанного на фиг. 2 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 4А, 4В демонстрируют иллюстрации данных изображения (т.е. изображения), захваченных расходомером капельницы для иллюстрации варианта осуществления способа экспонирования датчика изображения, показанного на фиг. 2, в соответствии с временной диаграммой, показанной на фиг. 3, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 5 демонстрирует схему расходомера и клапана, которые объединены друг с другом для присоединения к капельнице и пакет для внутривенного вливания в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 6 - блок-схема системы формирования изображений расходомера для формирования изображения капельницы в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 7 - графическая иллюстрация изображения, захваченного датчиком изображения системы, показанной на фиг. 6, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 8 - блок-схема системы формирования изображений расходомера для формирования изображения капельницы с использованием фонового рисунка в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 9 - графическая иллюстрация изображения, захваченного датчиком изображения раскрытого здесь расходомера, когда существует условие свободного потока, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 10 - графическая иллюстрация изображения, захваченного датчиком изображения расходомера для использования в качестве изображения фона в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 11 - графическая иллюстрация изображения, захваченного датчиком изображения, когда капли формируются в капельнице в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 12 - графическая иллюстрация изображения, захваченного датчиком изображения для использования в качестве изображения фона в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 13 - графическая иллюстрация разности между изображениями на фиг. 11 и 12 с дополнительной обработкой в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 14 - графическое представление некоторых методов обработки изображений, осуществляемых с использованием фиг. 11-13, для определения, существует ли условие свободного потока, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 15 - графическая иллюстрация изображения, захваченного датчиком изображения, когда существует условие свободного потока, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 16 - графическая иллюстрация изображения, захваченного датчиком изображения для использования в качестве изображения фона в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 17 - графическая иллюстрация разности между изображениями на фиг. 15 и 16 с некоторой дополнительной обработкой для использования при обнаружении условия свободного потока в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 18 - графическое представление некоторых методов обработки изображений, осуществляемых с использованием фиг. 15-17 для определения, существует ли условие свободного потока, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 19 иллюстрирует шаблон для согласования рисунка для определения, существует ли условие свободного потока, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 20 - графическая иллюстрация разности между опорным изображением и изображением, содержащим поток, обработанный с обнаружением краев и обнаружением линий, для использования при обнаружении условия свободного потока в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 21 - графическая иллюстрация изображения капельницы, захваченного датчиком изображения, когда существует условие свободного потока, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 22 - блок-схема системы формирования изображений для использования с расходомером, имеющим фоновый рисунок с полосками и источник света, освещающий полоски из положения рядом с датчиком изображения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 23 - блок-схема системы формирования изображений для использования с расходомером, имеющим фоновый рисунок с полосками и источник света, освещающий полоски сзади фонового рисунка относительно противоположного конца датчика изображения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 24 демонстрируют изображение от датчика изображения, когда капля искажает фоновый рисунок, показанный на фиг. 23, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 25 - блок-схема системы формирования изображений для использования с расходомером, имеющим фоновый рисунок с шахматным рисунком и источник света, освещающий полоски сзади фонового рисунка относительно противоположного конца датчика изображения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 26 демонстрирует изображение от датчика изображения, показанного на фиг. 25, когда капля искажает фоновый рисунок, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 27, 28 демонстрируют блок-схему операций, иллюстрирующую способ оценивания объема капли в капельнице в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 29-31 демонстрируют изображения, используемые или генерируемые расходомером для оценивания объема капли в капельнице с использованием способа, представленного на фиг. 27, 28, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 32 демонстрирует псевдокод для идентификации множества пикселей, представляющих интерес, согласно способу, представленному на фиг. 27, 28, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 33-36 демонстрируют дополнительные изображения, используемые или генерируемые расходомером для оценивания объема капли в капельнице с использованием способа, представленного на фиг. 27, 28, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 37 демонстрирует псевдокод для определения поднабора пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, который соответствует капле, в соответствии с вариантом осуществления на-

стоящего изобретения;

фиг. 38 иллюстрирует оптическую схему, демонстрирующую диаметр круга нерезкости для иллюстрации аспектов датчика изображения раскрытой здесь системы формирования изображений в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 39 - график, иллюстрирующий вычисленный круг нерезкости для различных расстояний от линзы до фокальной плоскости и расстояний от линзы до изображения для датчика изображения раскрытой здесь системы формирования изображений в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 40 - график, иллюстрирующий круг нерезкости, деленный на размер пикселя, когда линза с фокусным расстоянием 20 миллиметров датчика изображения раскрытой здесь системы формирования изображений используется в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 41 - график, иллюстрирующий круг нерезкости, деленный на размер пикселя когда линза с фокусным расстоянием 40 мм датчика изображения раскрытой здесь системы формирования изображений используется в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 42 демонстрирует таблицу, иллюстрирующую соответствующие поля зрения относительно оптической оси для углов двух конфигураций раскрытой здесь системы формирования изображений в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 43 демонстрирует расходомер, присоединенный к капельнице, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 44 демонстрирует расходомер и капельницу, показанные на фиг. 43, с открытой дверцей в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 45 демонстрирует расходомер, присоединенный к капельнице, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 46 демонстрирует расходомер и зажимной клапан, присоединенный к корпусу расходомера для управления расходом текучей среды, поступающей в тело пациента, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 47 демонстрирует увеличенный вид зажимного клапана, который присоединен к корпусу расходомера, показанному на фиг. 46, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 48 демонстрирует расходомер и зажимной клапан, где расходомер включает в себя два датчика изображения, в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 49 демонстрирует расходомер и клапан, включающий в себя две искривленные, удлиненные опорные детали для управления расходом текучей среды, поступающей в тело пациента, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 50A, 50B демонстрируют виды крупным планом клапана, показанного на фиг. 49, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 51A-51D демонстрируют несколько видов расходомера с клиентом контроля, клапаном, капельницей, пакетом для внутривенного вливания и трубкой для текучей среды, где расходомер включает в себя приемный участок для приема клапана, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 52A-52D демонстрируют несколько видов другого расходомера с клапаном, капельницей и трубкой, где расходомер имеет приемный участок для приема клапана, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 53A демонстрирует другой вид клапана, показанного на фиг. 51A-51D и 52A-52D, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 53B, 53C демонстрируют два поддетальных вида клапана, показанного на фиг. 53A, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 54 демонстрирует клапан, показанный на фиг. 53, с ручным управлением, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 55 демонстрирует клапан, который включает в себя две гибкие детали, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 56A-56C демонстрируют несколько видов клапана, имеющего две искривленные, удлиненные опорные детали, причем одна из удлиненных опорных деталей имеет множество ребер, выполненных с возможностью сопряжения с трубкой, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 57A-57C демонстрируют несколько видов клапана, имеющего храповик, который сопрягается с соединительной деталью, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 57D, 57E демонстрируют два поддетальных вида клапана, показанного на фиг. 57A-57C, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 58A-58D демонстрируют несколько видов клапана, имеющего две удлиненные опорные детали, соединительную деталь и привод винтового типа, в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 59A-59C демонстрируют несколько видов корпуса клапана в соответствии с вариантом осуществе-

ствления настоящего изобретения;

фиг. 59D-59G демонстрируют несколько видов маховичка для использования с корпусом, показанным на фиг. 59A-59C, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 59H демонстрирует клапан в сборе, который включает в себя корпус, показанный на фиг. 59A-59C, присоединенный к маховичку, показанному на фиг. 59D-59G, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 60 демонстрирует клапан, имеющий направляющий выступ, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 61 демонстрирует двигатель и крепежную конструкцию клапана для присоединения к клапану, показанному на фиг. 60, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 62 демонстрирует клапан, показанный на фиг. 60, прикрепленный к двигателю и крепежной конструкции клапана, показанным на фиг. 61, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 63 демонстрирует другие двигатель и крепежную конструкцию клапана для присоединения к клапану, показанному на фиг. 60, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 64A демонстрирует клапан, имеющий и хомут и несколько пальцев для регулирования расхода текучей среды через трубопровод в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 64B демонстрирует вид в разрезе клапана, показанного на фиг. 64A, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 65 демонстрирует вид в разрезе клапана, имеющего две искривленные поверхности для размещения трубки для текучей среды между ними для регулировки расхода текучей среды через трубку для текучей среды, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 66A-66G демонстрируют несколько видов клапана, имеющего маховичок для перемещения соединительной детали которая фиксируется на месте после перемещения маховичка, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 67 демонстрирует график, который иллюстрирует зависимость активации от расхода для клапана, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 68A демонстрирует расходомер, который использует двоичную оптику, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения; фиг. 68A демонстрирует альтернативный варианте осуществления, в первый и второй электроды являются рамочными антеннами.

фиг. 69A-69F демонстрируют несколько видов предохранительного клапана, который можно использовать с расходомером, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 70 демонстрирует блок-схему операций, иллюстрирующую способ оценивания роста капли и/или расхода в капельнице в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 71A-71E демонстрируют изображения, используемые расходомером, с наложенным на них шаблоном для иллюстрации способа, представленного на фиг. 70, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 72 демонстрирует модулируемую сборку подсветки в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 73A-73C демонстрируют несколько видов устройства восстановления трубки в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 74 демонстрирует систему для регулирования расхода текучей среды с использованием клапана, имеющего две гибкие полоски, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 75 демонстрирует клапан, показанный на фиг. 74, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 76A демонстрирует клапан, который использует пузырь на основе текучей среды, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 76B демонстрирует вид в разрезе клапана в сборе, показанного на фиг. 76A, с двумя эластомерными наполнителями в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 77 демонстрирует систему для регулирования расхода текучей среды с использованием клапана, имеющего две гибкие полоски, приводимые в движение линейным приводом, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 78 демонстрирует систему, показанную на фиг. 77, где клапан приводится в действие в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 79 демонстрирует крупный план клапана, показанного на фиг. 77, 78, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 80 демонстрирует крупный план клапана, приводимого в действие, как показано на фиг. 78, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 81 демонстрирует несколько изображений для использования с целью иллюстрации способа оценивания роста капли и/или расхода текучей среды, представленного на фиг. 82A, 82B, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

фиг. 82A, 82B демонстрируют блок-схему операций, иллюстрирующую способ оценивания роста

капли и/или расхода текучей среды в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения; фиг. 83 демонстрирует блок-схему операций способа понижения шума от конденсации в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

#### Подробное описание

Фиг. 1 демонстрирует блок-схему системы 1 для регулирования расхода текучей среды в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Например, система 1 может регулировать, контролировать и/или управлять расходом текучей среды, поступающей в тело пациента 3. Система 1 включает в себя резервуар 2 для текучей среды для инфузии текучей среды, содержащейся в нем, в тело пациента 3. Из резервуара 2 текучая среда самотеком поступает в капельницу 4 через трубку 5 для текучей среды. Резервуар 2 для текучей среды, капельницу 4 и пациента 3 можно рассматривать как часть системы 1, можно рассматривать как отдельные или необязательные рабочие части для системы 1 (например, любой резервуар 2 для текучей среды и капельницу 4 можно использовать для лечения любого пациента 3).

Расходомер 7 контролирует капельницу 4 для оценивания расхода жидкости, текущей через капельницу 4. Текучая среда из капельницы 4 самотеком поступает в клапан 6. Клапан 6 регулирует (т.е. изменяет) расход текучей среды из резервуара 2 для текучей среды к пациенту 3, путем регулировки расхода текучей среды из капельницы 4 к пациенту 3. Клапаном 6 может быть любой описанный здесь клапан, в том числе клапан, имеющий две детали искривленной формы, клапан, имеющий две гибкие пластины, клапан, который защемляет (или равномерно сжимает) трубку на протяжении значительной длины трубки, и т.п. Клапан 6 может представлять собой обратный клапан трубки Бурдона, который действует противоположно трубке Бурдона в том смысле, что деформация проточного канала приводит к изменению потока текучей среды, а не поток текучей среды приводит к деформации проточного канала.

В альтернативных вариантах осуществления, система 1, в необязательном порядке, включает в себя инфузионный насос 414 (например, перистальтический насос, пальцевый насос, линейный перистальтический насос, вращательный перистальтический насос, кассетный насос, мембранный насос, другой насос и т.д.), присоединенный к трубке 5 для текучей среды. Пунктирный прямоугольник, указанный как 414, представляет необязательный характер инфузионного насоса 414, например инфузионный насос может не использоваться в некоторых вариантах осуществления. Инфузионный насос 414 может использовать расходомер 7 в качестве обратной связи для управления расходом текучей среды через трубку 5 для текучей среды. Инфузионный насос 414 может осуществлять беспроводную связь с расходомером 7 для приема от него величины расхода. Инфузионный насос 414 может использовать алгоритм управления с обратной связью (например, управляющий компонент 14, показанный на фиг. 1) для регулировки расхода текучей среды, например пропорционально-интегрально-дифференциальную ("PID"), двухпозиционную, нейронно-сетевую и/или нечетко-логическую систему управления. В этом конкретном иллюстративном варианте осуществления (т.е. варианте осуществления, имеющем инфузионный насос 414) клапан 6 является необязательным. Однако в других вариантах осуществления клапан 6 может использоваться или не использоваться и/или является необязательным. Инфузионный насос 414 может регулировать вращение кулачка и/или двигателя в соответствии с измерениями от расходомера 7, например расхода, введенного объема, полного введенного объема и т.д. Дополнительно или альтернативно, инфузионный насос 414 может остановить поток текучей среды (например, останавливая нагнетательное действие), когда расходомер 7 передает на инфузионный насос 414, что условие свободного потока существует. В других дополнительных вариантах осуществления клиент 8 контроля управляет работой инфузионного насоса 414 (например, через беспроводное соединение) и принимает обратную связь от расходомера 7.

В некоторых вариантах осуществления в резервуаре 2 для текучей среды поддерживается давление для облегчения потока текучей среды из резервуара 2 для текучей среды в тело пациента 3, например, в случае, когда резервуар 2 для текучей среды (например, пакет для внутривенного вливания) располагается ниже пациента 3; повышенное давление обеспечивает достаточную механическую энергию, заставляющую текучую среду течь в тело пациента 3. Различные источники давления, например физическое давление, механическое давление и пневматическое давление, можно прилагать внутри или снаружи резервуара 2 для текучей среды. В одном таком варианте осуществления повышенное давление может обеспечиваться резиновой полосой, обернуто вокруг пакета для внутривенного вливания.

Расходомер 7 и клапан 6 могут образовывать систему замкнутого цикла для регулировки расхода текучей среды к пациенту 3. Например, расходомер 7 может принимать целевой расход от клиента 8 контроля посредством связи с использованием приемопередатчиков 9, 10. Таким образом, приемопередатчики 9, 10 можно использовать для связи между расходомером 7 и клиентом 8 контроля. Приемопередатчики 9, 10 может осуществлять связь между собой с использованием модулированного сигнала для кодирования различных типов информации, например цифровых данных или аналогового сигнала. Некоторые используемые методы модуляции могут включать в себя с использованием несущей частоты с FM-модуляцией, с использованием АМ-модуляции, с использованием цифровой модуляции, с использованием аналоговой модуляции и т.п.

Расходомер 7 оценивает расход через капельницу 4 и регулирует клапан 6 для достижения целевого

расхода, принятого от клиента 8 контроля. Клапан 6 может управляться расходомером 7 непосредственно из линий связи, подключенных к приводу клапана 6 или по беспроводной линии связи от расходомера 7 к встроенной схеме клапана 6. Встроенную электронику клапана 6 можно использовать для управления активацией клапана 6 через присоединенный к нему привод. Этот вариант осуществления расходомера 7 и клапана 6 с замкнутым циклом может использовать любой алгоритм управления, включая PID алгоритм управления, алгоритм управления на основе нейронной сети, алгоритм управления на основе нечеткой логики и пр. или некоторую их комбинацию.

Расходомер 7 присоединен к опорной детали 17, которая присоединена к капельнице 4 через соединительное приспособление 16. Опорная деталь 17 также поддерживает подсветку 18. Подсветка 18 включает в себя массив СИД 20, который обеспечивает освещение расходомера 7. В некоторых конкретных вариантах осуществления подсветка 18 включает в себя фоновый рисунок 19. В других вариантах осуществления подсветка 18 не включает в себя фоновый рисунок 19. В некоторых вариантах осуществления фоновый рисунок 19 присутствует только в нижней части подсветки 18, тогда как в верхней части подсветки 18 (например, в сторону от заземления) фоновый рисунок 19 отсутствует.

Расходомер 7 включает в себя датчик 11 изображения, компонент 12 детектора свободного потока, компонент 13 оценивания расхода, управляющий компонент 14, компонент 29 экспозиции, процессор 15 и приемопередатчик 9. Расходомер 7 может получать питание от батареи, от сети переменного тока, может включать в себя суперконденсаторы и может включать в себя встроенную схему питания (в явном виде не показанную).

Датчик 11 изображения может представлять собой ПЗС-датчик, КМОП-датчик или другой датчик изображения. Датчик 11 изображения захватывает изображения капельницы 4 и передает данные изображения, соответствующие захваченным изображениям, на процессор 15.

Процессор 15 также подключен к компоненту 12 детектора свободного потока, компоненту 13 оценивания расхода, управляющему компоненту 14 и компоненту 29 экспозиции. Компонент 12 детектора свободного потока, компонент 13 оценивания расхода, управляющий компонент 14 и компонент 29 экспозиции можно реализовать в виде процессорно-исполнимым инструкций, которые могут выполняться процессором 15 и могут храниться в памяти, например неизменяемой процессорно-считываемой памяти, ПЗУ, ОЗУ, ЭСППЗУ, на жестком диске, флэш-диске и пр.

Процессор 15 может выполнять инструкции компонента 12 детектора свободного потока для определения, существует ли условие свободного потока в капельнице 4, анализируя данные изображения от датчика 11 изображения. Различные варианты осуществления компонента 12 детектора свободного потока для обнаружения условия свободного потока описаны ниже. В ответ на обнаруженное условие свободного потока, процессор 15 может делать функциональный вызов управляющему компоненту 14, чтобы тот отправил сигнал на клапан 6 для полной остановки потока текущей среды к пациенту 3. Таким образом, если компонент 12 детектора свободного потока определяет, что условие свободного потока существует, расходомер 7 может предписывать клапану 6 остановить поток текущей среды, может предписывать клиенту 8 контроля (который может осуществлять связь с клапаном 6 или насосом 414) остановить поток текущей среды и/или может предписывать насосу 414 прекратить нагнетание или перекрыть поток текущей среды с использованием внутреннего защитного заградителя.

Компонент 13 оценивания расхода оценивает расход текущей среды, текущей через капельницу 4, с использованием данных изображения от датчика 11 изображения. Процессор 15 передает оцененный расход на управляющий компонент 14 (например, через функциональный вызов). Различные варианты осуществления оценивания расхода описаны ниже. Если компонент 13 оценивания расхода определяет, что расход больше заранее определенного порога или выходит за пределы заранее определенного диапазона, расходомер 7 может предписывать клапану 6 (который может осуществлять связь с клапаном 6 или насосом 414) остановить поток текущей среды, может предписывать клиенту 8 контроля (который может осуществлять связь с клапаном 6 или насосом 414) остановить поток текущей среды и/или может предписывать насосу 414 прекратить нагнетание или перекрыть поток текущей среды с использованием внутреннего защитного заградителя.

Процессор 15 управляет массивом СИД 20 для обеспечения достаточного освещения датчика 11 изображения. Например, компонент 29 экспозиции может использоваться процессором 15 или совместно с ним для управления массивом СИД 20 таким образом, чтобы датчик 11 изображения захватывал достаточно данных изображения для использования компонентом 12 детектора свободного потока и компонентом 13 оценивания расхода. Процессор 15 может реализовывать алгоритм экспозиции, сохраненный компонентом 29 экспозиции (см. фиг. 2) для управления условиями освещения и/или экспозицией датчика 11 изображения при генерации данных изображения. Дополнительно или альтернативно, компонент 29 экспозиции можно реализовать в виде схемы, интегральной схемы, CPLD, PAL, PLD, реализации на основе языка описания оборудования и/или системы программного обеспечения.

Управляющий компонент 14 вычисляет регулировки для клапана 6 в соответствии с оцененным расходом от компонента 13 оценивания расхода. Например, как упомянуто выше, управляющий компонент 14 может реализовывать PID алгоритм управления для регулировки клапана 6 для достижения целевого расхода.

Клиент 8 контроля в некоторых вариантах осуществления контролирует работу системы 1. Например, когда условие свободного потока обнаруживается компонентом 12 детектора свободного потока, клиент 8 контроля может в беспроводном режиме передавать сигнал на клапан 6 для прерывания потока текущей среды к пациенту 3.

Расходомер 7 может дополнительно включать в себя различные устройства ввода/вывода для облегчения защиты пациента, например различные сканеры, и может использовать приемопередатчик 9 для осуществления связи с электронной историей болезни, системами противодействия ошибочному назначению лекарств и/или вспомогательными службами, например системами управления запасами.

В конкретном иллюстративном варианте осуществления расходомер 7 имеет сканер, например считыватель радиометок, который считывает радиометку, присоединенную к резервуару 2 для текущей среды, или сканер штрих-кодов, который сканирует штрих-код резервуара 2 для текущей среды. Сканер можно использовать для определения, правильная ли текущая среда находится в резервуаре 2 для текущей среды, надлежащий ли резервуар 2 для текущей среды используется, соответствует ли лечение, запрограммированное в расходомере 7, текущей среде в резервуаре 2 для текущей среды и/или пригодны ли резервуар 2 для текущей среды и расходомер 7 для конкретного пациента (например, на основании штрих-кода пациента, радиометки пациента или другой идентификации пациента).

Например, расходомер 7 может сканировать радиометку резервуара 2 для текущей среды для определения, совпадает ли серийный номер или тип текущей среды, закодированный в радиометке, с указанным в плане лечения, хранящемся в расходомере 7. Дополнительно или альтернативно, расходомер 7 может считывать серийный номер из радиометки резервуара 2 для текущей среды и серийный номер пациента из радиометки пациента 3, и также обращаться к электронной истории болезни с использованием приемопередатчика 9 для определения, совпадает ли серийный номер резервуара 2 для текущей среды в радиометке, присоединенной к резервуару 2 для текущей среды, с серийным номером пациента в радиометке, присоединенной к пациенту 3, который указан в электронной истории болезни.

Дополнительно или альтернативно, клиент 8 контроля может сканировать радиометку резервуара 2 для текущей среды и радиометку пациента 3 для определения, правильная ли текущая среда находится в резервуаре 2 для текущей среды, надлежащий ли резервуар 2 для текущей среды используется, соответствует ли лечение, запрограммированное в расходомере 7, текущей среде в резервуаре 2 для текущей среды, и/или пригоден ли резервуар 2 для текущей среды для конкретного пациента (например, на основании штрих-кода пациента, радиометки, электронной истории болезни или другой идентификации или информации пациента). Дополнительно или альтернативно, клиент 8 контроля или расходомер 7 может обращаться к базе данных электронных историй болезни и/или аптеке для проверки рецепта или для загрузки рецепта, например, с использованием серийного номера из штрих-кода на резервуаре 2 для текущей среды или радиометки, присоединенной к резервуару 2 для текущей среды.

Фиг. 2 демонстрирует блок-схему операций способа 21 экспонирования датчика изображения, например датчика 11 изображения, показанного на фиг. 1, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Способ 21 включает в себя действия 22, 23, 24 и 25. Способ 21 может быть реализован процессором 15, показанным на фиг. 1 (например, как компонент 29 экспозиции), и может быть реализован как процессорно-реализуемый способ, как набор инструкций, сконфигурированный для выполнения одним или более процессорами, аппаратными средствами, программными средствами и пр., или некоторая их комбинация.

Действие 22 выбирает область, представляющую интерес. Например, возвращаясь к фиг. 1, датчик 11 изображения включает в себя поле зрения, которое включает в себя капельницу 4. Однако капельница 4 может не занимать все поле зрения датчика 11 изображения. Действие 22 выбирает только пиксели датчика 11 изображения, которые изображают, например, капельницу 4.

Действие 23 определяет, находится ли пиксель в области 23, представляющей интерес. Если пиксель действия 23 является пикселем, который изображает, например, капельницу 4, то действие 23 определяет, что он находится в области, представляющей интерес. Аналогично, в этом примере, если пиксель действия 23 является пикселем, который не изображает капельницу 4, действие 23 определяет, что пиксель не находится в области, представляющей интерес.

Действие 24 активирует подсветку, например подсветку 18, показанную на фиг. 1, если пиксель находится в области, представляющей интерес. Пиксели датчика изображения можно экспонировать в течение разных промежутков времени. Таким образом, подсветка 18 может активироваться только, когда пиксели в области, представляющей интерес, экспонируются. Например, некоторые датчики изображения включают в себя полевой и строчный синхронизирующие сигналы. Подсветка может синхронизироваться с этими сигналами для включения, когда пиксель, представляющий интерес, экспонируется.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения поднабор СИД подсветки (например, поднабор массива 18 СИД, который может быть 2-мерным массивом) может включаться. Поднабор может быть достаточным поднабором для достаточного освещения экспонируемого пикселя, если пиксель находится в области, представляющей интерес.

Действие 25 экспонирует пиксель. Если в действии 23 было определено, что пиксель находится в области, представляющей интерес, пиксель будет экспонироваться, по меньшей мере, участком подсвет-

ки, включенным в действие 25. Дополнительно, если в действии 23 было определено, что пиксель не находится в области, представляющей интерес, пиксель будет экспонироваться без помощи, по меньшей мере, участка подсветки, включенного в действие 25.

Фиг. 3 демонстрирует временную диаграмму 29, иллюстрирующую вариант осуществления способа, показанного на фиг. 2, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Временная диаграмма 29 включает в себя трассы 26, 27 и 28. Трасса 26 представляет полевой синхронизирующий сигнал от датчика изображения, и трасса 27 представляет строчный синхронизирующий сигнал от датчика изображения (например, датчика 11 изображения, показанного на фиг. 1). Схема или программная процедура (например, компонент 29 экспозиции, входящий в состав расходомера 7, показанного на фиг. 1) может использовать трассы 26, 27 синхросигнала для генерации сигнала 28 включения подсветки, который используется для активации подсветки или ее поднабора.

фиг. 4А, 4В демонстрируют иллюстрации данных изображения расходомера 7, иллюстрирующего вариант осуществления способа, показанного на фиг. 2, в соответствии с временной диаграммой, показанной на фиг. 3, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Фиг. 4А иллюстрирует данные изображения, используемые расходомером, например расходомером 7, показанным на фиг. 1, без использования алгоритма экспозиции, представленного на фиг. 2 и 3; фиг. 4В иллюстрирует данные изображения, используемые расходомером с использованием алгоритма экспозиции, представленного на фиг. 2 и 3. При выполнении захвата изображения, показанного на фиг. 4В, требуется меньше мощности для обеспечения освещения, чем для обеспечения освещения для захвата изображения, показанного на фиг. 4А, ввиду меньшего использования подсветки.

Фиг. 5 демонстрирует схему расходомера 67 и клапана 71, которые объединены друг с другом для присоединения к капельнице 409 и пакету 69 для внутривенного вливания, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Расходомер 67 включает в себя оптический счетчик 68 капель, который принимает текучую среду из пакета 69 для внутривенного вливания. Оптический счетчик 68 капель может представлять собой датчик изображения, пару датчиков изображения, емкостной счетчик капель и пр. Расходомер 67 присоединен к трубке 70, присоединенной к роликовому зажиму 71, который управляется двигателем 72. Двигатель 72 присоединен к механизму 73 ходового винта для управления роликовым зажимом 71 посредством взаимодействия с взаимодействующими деталями 74.

Двигатель 72 может представлять собой серводвигатель и может использоваться для регулировки расхода через трубку 70. Таким образом, расходомер 67 также может функционировать как расходомер и регулятор. Например, процессор 75 в расходомере 67 может регулировать двигатель 72 таким образом, чтобы достигался желаемый расход, который измеряется оптическим счетчиком 68 капель. Процессор 75 может реализовывать алгоритм управления с использованием оптического счетчика 68 капель в качестве обратной связи, например PID цикла управления, где выходной сигнал поступает на двигатель 72, и обратная связь принимается от оптического счетчика 68 капель.

В альтернативных вариантах осуществления, двигатель 72, механизм 73 ходового винта и роликовый зажим 71 можно заменить и/или дополнить приводом, который сдвигает трубку 70 (например, с использованием кулачкового механизма или связи, приводимой в действие двигателем), или их можно заменить любым подходящим роликом, винтом или ползунком, приводимым в действие двигателем. Например, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения роликовый зажим 71 можно заменить любым описанным здесь клапаном, в том числе клапаном, имеющим две детали С-образной формы, клапаном, имеющим две криволинейные опорные детали, клапаном, имеющим две гибкие пластины, клапаном, который защемляет трубку на протяжении значительной длины трубки, и т.п.

Расходомер 67 также, в необязательном порядке, может включать в себя дисплей. Дисплей можно использовать для задания целевого расхода, отображения текущего расхода и/или обеспечения кнопки, например, кнопки сенсорного экрана для остановки потока.

На фиг. 6 показана блок-схема системы 78 формирования изображений расходомера для формирования изображения капельницы в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Систему 78 формирования изображений, показанную на фиг. 6, можно использовать в любом описанном здесь расходомере, включая расходомер 7, показанный на фиг. 1, и/или расходомер 67, показанный на фиг. 5.

Система 78 формирования изображений, показанная на фиг. 6, включает в себя датчик 63 изображения, однородную подсветку 79 для излучения света, по меньшей мере, частично через капельницу 59 и инфракрасный ("ИК") фильтр 80, который принимает свет от однородной подсветки 79.

Система 78 также включает в себя процессор 90, который может быть оперативно подключен к датчику 63 изображения и/или однородной подсветке 79. Процессор 90 реализует алгоритм для определения, существует ли условие свободного потока и/или для оценивания расхода (например, с использованием компонента 12 детектора свободного потока или компонента 13 оценивания расхода, показанных на фиг. 1). Процессор 90 может быть оперативно связан с процессорно-считываемой памятью 91 (например, неизменяемой процессорно-считываемой памятью), чтобы принимать одну или более инструкций для реализации алгоритма для определения, существует ли условие свободного потока и/или для оценивания расхода. Одна или более инструкций из процессорно-считываемой памяти 91 сконфигурированы

для выполнения процессором 90.

Однородная подсветка 79 может представлять собой массив светодиодов ("СИД"), имеющих один и тот же или разные цвета, лампу, окно для приема окружающего света, накальный источник света и пр. В некоторых вариантах осуществления однородная подсветка 79 может включать в себя один или более точечных источников света.

Процессор 90 может модулировать однородную подсветку 79 в соответствии с датчиком 63 изображения. Например, процессор 90 может активировать однородную подсветку 79 в течение заранее определенного промежутка времени и подавать сигнал датчику 63 изображения для захвата по меньшей мере одного изображения и после этого подавать сигнал однородной подсветке 79 для отключения. Одно или более изображений от датчика 63 изображения может обрабатываться процессором 90 для оценивания расхода и/или обнаружения условий свободного потока. Например, в одном варианте осуществления настоящего изобретения система 78 контролирует размер капель, образующихся в капельнице 59, и отсчитывает количество капель, протекающих через капельницу 59 в течение заранее определенного промежутка времени; процессор 90 может усреднять периодический поток из отдельных капель в течение периода времени для оценивания расхода. Например, если  $X$  капель, каждая из которых имеет объем  $Y$ , протекают через капельницу за время  $Z$ , расход можно вычислить как  $(X*Y)/Z$ .

Дополнительно или альтернативно, система 78 может определять, когда текущая среда для внутреннего вливания течет через капельницу 59 (т.е. при наличии условия свободного потока). Однородная подсветка 79 излучает свет через капельницу 59 для обеспечения достаточного освещения, чтобы датчик 63 изображения мог изображать капельницу 59. Датчик 63 изображения может захватывать одно или более изображений капельницы 59.

Другие ориентации и конфигурации системы 78 можно использовать для учета ориентации и выходных характеристик однородной подсветки 79, чувствительности и ориентации датчика 63 изображения и условий окружающего света. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения процессор 90 реализует алгоритм который использует однородность изображений, собранных датчиком 63 изображения. Однородность можно повышать за счет однородной подсветки 79. Например, согласованные однородные изображения могут захватываться датчиком 63 изображения, когда используется однородная подсветка 79.

Внешнее освещение может приводить к несогласованностям в изображениях, принятых от датчика 63 изображения; например прямое солнечное освещение обеспечивает несогласованное освещение, поскольку солнце может время от времени заслоняться облаками, и яркость и угол освещения солнца зависят от времени суток. Таким образом, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения ИК фильтр 80, в необязательном порядке, используется для отфильтровывания части окружающего света для ослабления изменений в изображениях, захваченных датчиком 63 изображения. ИК-фильтр 80 может представлять собой узкополосный инфракрасный светофильтр, расположенный перед датчиком 63 изображения; и однородная подсветка 79 может излучать свет с длиной волны, примерно соответствующей центральной частоте полосового фильтра 80. ИК-фильтр 80 и однородная подсветка 79 могут иметь центральную частоту около 850 нм. В некоторых вариантах осуществления система 78 формирования изображений может быть окружена оболочкой, пропускающей видимый свет, но блокирующей инфракрасное излучение. В альтернативных вариантах осуществления, в системе 78 могут использоваться другие оптические частоты, полосы, центральные частоты или типы фильтра.

На фиг. 7 показана графическая иллюстрация изображения 81, захваченного датчиком 63 изображения системы 78, показанной на фиг. 6, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Изображение 81 представляет собой изображение капельницы 59, имеющей конденсацию 82 и поток 83, образующийся благодаря условию свободного потока в ней. Обнаружение краев можно использовать для определения позиции потока 83 и/или конденсации 82, в некоторых вариантах осуществления. Дополнительно или альтернативно, можно использовать изображение или рисунок фона.

На фиг. 8 показана блок-схема системы 84 формирования изображений расходомера для формирования изображения капельницы в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Систему 84 формирования изображений можно использовать с любым раскрытым здесь расходомером, включая расходомер 7, показанный на фиг. 1, и расходомер 67, показанный на фиг. 5.

Система 84 включает в себя массив непрозрачных линий 85 позади капельницы 59. Система 84 использует массив линий 85 для обнаружения условия свободного потока. Алгоритм обнаружения свободного потока (например, компонент 12 детектора свободного потока, показанный на фиг. 1) может использовать наличие или отсутствие капель для определения, существует ли условие образования потока (например, условие свободного потока).

В некоторых конкретных вариантах осуществления линии 85 присутствуют только на части изображения (например, фоновый рисунок занимает только часть подсветки 18 или двоичная оптика заставляет рисунок появляться только в части изображения, например, нижней или верхней половине). Например, нижняя часть изображения может включать в себя фоновый рисунок в виде полосок.

На фиг. 9 показана графическая иллюстрация изображения 86, захваченного датчиком 63 изображения, показанным на фиг. 8, когда существует условие свободного потока в капельнице 59, в соответствии

с вариантом осуществления настоящего изобретения. Изображение 86 иллюстрирует состояние, в котором каплеуловитель 59 находится при условии свободного потока, и иллюстрирует эффект, состоящий в том, что поток текучей среды 87 действует как положительная цилиндрическая линза. Таким образом, как показано на фиг. 9, массив линий 85, захваченный в изображении датчиком 63 изображения, представляет собой обращенный линейчатый рисунок 88 из массива линий 85 по сравнению с условием несвободного потока. Возникновение обращенного линейчатого рисунка 88 вызвано изменениями света при прохождении света через поток текучей среды 87, когда свет достигает датчика 63 изображения.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения освещение светом, имеющим оптическую длину волны около 850 нм, можно использовать для создания изображения 86. Некоторые материалы могут быть непрозрачными в видимом спектре и прозрачными в ближнем ИК спектре на длине волны около 850 нм, что можно использовать для создания массива линий 85. Массив линий 85 можно создавать с использованием различных пластмасс для быстрого изготовления прототипов. Например, массив линий 85 можно создавать с использованием структуры для быстрого изготовления прототипов, напечатанной чернилами, непрозрачными в инфракрасном диапазоне или покрытой металлом для создания массива линий 85. Дополнительно или альтернативно, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения другой способ создания массива линий 85 предусмотрен для создания монтажной платы с линиями, проложенными в меди. В другом варианте осуществления массив линий 85 создается укладыванием куска ленточного кабеля на однородную подсветку 79; провода в ленточном кабеле непрозрачны в инфракрасном спектре, но изоляция прозрачна, благодаря чему промежутки между проводами могут формировать линии для использования при формировании изображения датчиком 63 изображения (см. фиг. 8). В других дополнительных вариантах осуществления может использоваться кусок тонкого металла, подвергнутого EDM. Металл непрозрачен для света, и промежутки между отложениями металлического материала можно очень точно регулировать в ходе изготовления, чтобы ИК-свет мог проходить через промежутки.

Процессор 90 реализует алгоритм для определения, существует ли условие свободного потока (например, с использованием компонента 12 детектора свободного потока, показанного на фиг. 1). Процессор 90 может быть оперативно связан с процессорно-читываемой памятью 91 (например, неизменяемой процессорно-читываемой памятью), чтобы принимать одну или более инструкций для реализации алгоритма для определения, существует ли условие свободного потока. Одна или более инструкций из процессорно-читываемой памяти 91 сконфигурированы для выполнения процессором 90.

Возвращаясь к фиг. 8, в системе 84 можно использовать кровь. Например, система 84 может определять, существует ли условие свободного потока крови при использовании датчика 63 изображения, ИК-фильтра 80 и однородной подсветки 79, выполненной с возможностью, например, использования света оптического диапазона, имеющего длину волны 850 или 780 нм, например, при использовании коровой крови. Кровь может выглядеть непрозрачной по сравнению с изображениями, полученными с использованием воды.

Нижеописанный алгоритм, реализованный процессором 90 и принятый от процессорно-читываемой памяти 91, можно использовать для определения, существует ли условие свободного потока (1) устанавливать изображение фона 89 (см. фиг. 10) и (2) вычитать изображение фона 89 из текущего изображения. На результирующем изображении можно осуществлять дополнительную обработку.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения изображение фона 89, показанное на фиг. 10, может динамически генерироваться процессором 90. Динамическое изображение фона можно использовать для учета изменяющихся условий, например конденсации или брызг 82 на поверхности каплеуловителя 59 (см. фиг. 7). Например, в одном конкретном варианте осуществления для каждого нового изображения, захваченного датчиком изображения (например, 63 на фиг. 8), каждый пиксель изображения фона умножается на .96, и соответствующий пиксель текущего изображения (например, самого последнего захваченного изображения) умножается на .04, после чего два значения суммируются для создания нового значения для нового изображения фона для этого соответствующего пикселя; этот процесс может повторяться для всех пикселей. В еще одном примере в одном конкретном варианте осуществления, если пиксель нового изображения находится в строке  $x$  и столбце  $y$ , новое изображение фона в строке  $x$  и столбце  $y$ , равно значению предыдущего изображения фона в строке  $x$  и столбце  $y$ , умноженному на .96, которое прибавляется к значению пикселя в строке  $x$  и столбце  $y$  нового изображения, умноженному на .04.

Когда в системе 84 нет воды, текущей через каплеуловитель 59 (см. фиг. 8) результат вычитания будет почти полностью задним, т.е. давать низкие величины пикселей, что помогает алгоритму определить отсутствие в каплеуловителе 59 воды, текущей через нее.

Фиг. 11 демонстрирует изображение 92 от датчика 63 изображения при наличии капли в каплеуловителе 59 (см. фиг. 8).

Фиг. 12 демонстрирует изображение 93 фона, используемое системой 84. Когда система 83 имеет каплю, как показано в изображении 92 на фиг. 11, система 84, показанная на фиг. 8, имеет несколько высококонтрастных пятен, где изображение массива линий искажено за счет фокусирующего действия капли, что демонстрирует изображение 94 на фиг. 13. Изображение 94 на фиг. 13 генерируется взятием, для

каждого соответствующего пикселя, абсолютного значения разности между изображением 92 на фиг. 11 и изображением 93 на фиг. 12 и преобразованием каждого соответствующего пикселя в белый пиксель, если значение превышает заранее определенный порог, или, в противном случае, преобразованием пикселя в черный пиксель, когда значение ниже заранее определенного порога. Каждый белый пиксель в изображении 94 на фиг. 13 появляется в результате того, что разность для этого положения пикселя между изображениями 92 и 93 превышает заранее определенный порог.

Рассмотрим, например, три соответствующих пикселя на фиг. 11, 12 и 13, расположенных в строке  $x$  и столбце  $y$ . Для определения пикселя строки  $x$  и столбца  $y$  для изображения 94 на фиг. 13 пиксель в строке  $x$  и столбце  $y$  изображения 92 на фиг. 11 вычитается из пикселя в строке  $x$  и столбце  $y$  изображения 92 на фиг. 12, после чего берется абсолютное значение результата вычитания; и, если абсолютное значение результата превышает заранее определенный порог (например, выше значения 128 градации серого), пиксель в положении строки  $x$  и столбца  $y$  изображения 94 на фиг. 13 является белым, в противном случае, пиксель в положении строки  $x$  и столбца  $y$  изображения 94 на фиг. 13 является черным.

Когда определено, что в изображении 94 на фиг. 13 существует несколько высококонтрастных пятен, процессор 90 системы 84 (см. фиг. 8) определяет, что капли формируются в капельнице 59, и условия свободного потока не существует. Изображения капель можно использовать для определения размера капель для описанного здесь оценивания расхода.

На фиг. 14 показано графическое представление некоторых методов обработки изображений, которые можно осуществлять с использованием фиг. 11-13 для определения, существует ли условие свободного потока в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Согласно фиг. 14 и 13 все белые пиксели для каждой строки суммируются и представлены на фиг. 14 как результаты 183. По оси  $y$  отложен номер строки, и по оси  $x$  отложено суммарное количество белых пикселей для каждой соответствующей строки.

Обращаясь только к фиг. 14, как упомянуто выше, количество белых пикселей для каждой строки суммируется и проиллюстрировано как результаты 183, которые используются для определения, существует ли условие свободного потока. В некоторых конкретных вариантах осуществления процессор 90 системы 84 (см. фиг. 8) определяет, что условие свободного потока существует, когда заранее определенное количество непрерывных значений суммированных строк результатов 183 превышает порог 184. Например, в результатах 183 диапазон множества соседних строк, представленный в общем случае позицией 185, имеет полное значение, превышающее порог 184. Когда определено, что в результатах 183, превышающих заранее определенный порог (например, порог 184), существует больше, чем заранее определенное количество соседних суммированных строк, процессор 90, показанный на фиг. 8, определяет, что существует условие свободного потока. Например, как показано на фиг. 14, диапазон множества соседних суммированных строк 185 ниже заранее определенного количества соседних суммированных строк (т.е. диапазон 185 недостаточно широк), и, таким образом, определяется, что условия свободного потока не существует.

Фиг. 15 демонстрирует изображение 95 потока, захваченное датчиком 63 изображения, показанным на фиг. 8, когда существует условие свободного потока.

Фиг. 16 демонстрирует изображение 96 фона.

Фиг. 17 демонстрирует изображение 97, образованное абсолютным значением разности между изображением 96 на фиг. 16 и изображением 95 на фиг. 15, когда абсолютное значение преобразуется либо в белый пиксель (когда абсолютное значение разности превышает порог), либо в черный пиксель (когда абсолютное значение разности ниже порога). Как показано на фиг. 17, высококонтрастные пятна, обусловленные обратной ориентацией линий в потоке, проходящих сверху вниз, могут обнаруживаться процессором 90. Процессор 90, показанный на фиг. 8, может использовать изображение 97 для определения, существует ли условие свободного потока, с использованием вышеописанного алгоритма.

Таким образом, как показано на фиг. 18, результаты 186 имеют непрерывный диапазон 187 результатов 186, которые превышают порог 188. Поскольку непрерывный диапазон 187 суммированных строк больше заранее определенного порогового количества непрерывных значений, превышающих порог 188, процессор 90 (см. фиг. 8) определяет, что существует условие свободного потока. Таким образом, непрерывный диапазон результатов 186, превышающих порог 188, больше заранее определенного порогового диапазона непрерывных значений; таким образом, процессор 90 определяет, что условие свободного потока существует, используя результаты 186 на фиг. 18.

В еще одном дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения интенсивность, квадрат интенсивности или другую функцию можно использовать для выработки результатов 183, показанных на фиг. 14, и/или результатов 186, показанных на фиг. 18. В еще одном дополнительном варианте осуществления одну или более функций сглаживания данных можно использовать для сглаживания результатов 183 и/или 186, например сплайн-функцию, функцию кубического сплайна, функцию В-сплайна, функцию сплайна Безье, полиномиальную интерполяцию, скользящее среднее или другую функцию сглаживания данных.

Например, изображение, полученное датчиком 63 изображения, показанным на фиг. 8, например изображение 95 на фиг. 15, можно вычитать из изображения фона, например изображения 96 на фиг. 16,

для получения значений интенсивности. Таким образом, пиксель, находящийся в строке  $x$  и столбце  $y$  на фиг. 15, можно вычитать из пикселя, находящегося в строке  $x$  и столбце  $y$  изображения 96 на фиг. 16, для создания значения интенсивности в строке  $x$  и столбце  $y$ ; это можно повторять для всех положений пикселей для получения всех значений интенсивности. Значения интенсивности каждой строки можно суммировать для получения результатов 183 и/или 186 (см. фиг. 14 и 18 соответственно), что позволяет процессору 90 определить, что условие свободного потока существует, когда суммированные строки значений интенсивности имеет непрерывный диапазон суммированных строк, превышающий порог. В некоторых вариантах осуществления значения интенсивности преобразуются в абсолютные значения значений интенсивности, и суммированные строки абсолютных значений интенсивности используются для определения, превышает ли непрерывный диапазон суммированных строк абсолютных значений пороговый диапазон непрерывных значений. Дополнительно или альтернативно, интенсивность можно возводить в квадрат, после чего процессор 90 может суммировать строки квадрата интенсивности и определять, выходит ли непрерывный диапазон суммированных строк значений квадрата интенсивности за пределы порогового диапазона непрерывных значений, для определения, существует ли условие свободного потока.

В некоторых вариантах осуществления заранее определенный диапазон непрерывных значений, превышающих порог (например, минимальный и максимальный диапазоны) суммированных строк значений интенсивности или значений квадрата интенсивности, может использоваться процессором 90 для определения, имеется ли капля жидкости в изображении. Например, каждую строку из строк значений интенсивности (или значений квадрата интенсивности) можно суммировать, и диапазон суммированных значений может превышать пороговое число; если диапазон непрерывных значений находится между минимальным диапазоном и максимальным диапазоном, процессор 90 может определить, что диапазон непрерывных значений, превышающих заранее определенный порог, обусловлен каплей в поле зрения датчика 63 изображения (см. фиг. 8). В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения суммированные строки значений интенсивности или значений квадрата интенсивности можно нормализовать, например нормализовать так, чтобы они имели значение между 0 и 1.

Ниже описана сглаживающая функция, аналогичная кубическому сплайну (т.е. функция типа кубического сплайна), которую можно использовать на суммированных строках, суммированных строках значений интенсивности или суммированных строках квадратов значений интенсивности до осуществления процессором 90 определения, существует ли условие свободного потока. В некоторых конкретных вариантах осуществления функцию типа кубического сплайна можно использовать для идентификации блоков, описанных ниже, которая может облегчать процессору 90 идентификацию условий свободного потока.

Функция типа кубического сплайна аналогична кубическому сплайну, но она сглаживает массив данных, а не достоверно имитирует данную функцию. На основании данных, выбранных на интервале  $[0, 1]$  (например, производя суммирование по строке квадрата интенсивности или интенсивности, которая нормализована) процессор 90 (см. фиг. 6 или 8) может находить наилучший подгоночный набор кубических функций на интервалах  $[x_0, x_1], [x_1, x_2], \dots, [x_{N-1}, x_N]$ , где  $x_0=0$  и  $x_N=1$ , причем полная функция является непрерывной с непрерывными производными и непрерывной кривизной.

Стандартное определение кубического сплайна представлено в уравнении (1) следующим образом:

$$\chi(x) = A_i(x)y_i + B_i(x)y_{i+1} + C_i(x)y_i'' + D_i(x)y_{i+1}'' \quad x_i \leq x \leq x_{i+1} \quad (1),$$

где функции  $A_i, B_i, C_i, D_i$  заданы системой уравнений (2):

$$\begin{aligned} A_i(x) &= \frac{x_{i+1} - x}{x_{i+1} - x_i} = \frac{x_{i+1} - x}{\Delta_i}, & B_i &= \frac{x - x_i}{x_{i+1} - x_i} = \frac{x - x_i}{\Delta_i} \\ C_i(x) &= \frac{\Delta_i^2}{6}(A_i^3(x) - A_i(x)), & D_i &= \frac{\Delta_i^2}{6}(B_i^3(x) - B_i(x)) \end{aligned} \quad (2).$$

Уравнения (1) и (2) гарантируют непрерывность и непрерывность кривизны. Свободно выбирать можно только значения  $y_i, y_0''$  и  $y_N''$ . Заметьте, что выбор выражается следующим уравнением (3):

$$y_0'' = y_1'' = 0 \quad (3),$$

т.е. функция является плоской в 0 и 1.

Остальные  $y''_i$  должны подчиняться следующей системе уравнений (4):

$$\begin{aligned} \frac{y_1 - y_0}{\Delta_0} + \frac{y_1'' \Delta_0}{3} &= \frac{y_2 - y_1}{\Delta_1} - \frac{y_1'' \Delta_1}{3} - \frac{y_2'' \Delta_1}{6} \\ \frac{y_2 - y_1}{\Delta_1} + \frac{y_1'' \Delta_1}{6} + \frac{y_2'' \Delta_1}{3} &= \frac{y_3 - y_2}{\Delta_2} - \frac{y_2'' \Delta_2}{3} - \frac{y_3'' \Delta_2}{6} \\ \frac{y_3 - y_2}{\Delta_2} + \frac{y_2'' \Delta_2}{6} + \frac{y_3'' \Delta_2}{3} &= \frac{y_4 - y_3}{\Delta_3} - \frac{y_3'' \Delta_3}{3} - \frac{y_4'' \Delta_3}{6} \\ &\vdots \\ \frac{y_{N-2} - y_{N-3}}{\Delta_{N-3}} + \frac{y_{N-3}'' \Delta_{N-3}}{6} + \frac{y_{N-2}'' \Delta_{N-3}}{3} &= \frac{y_{N-1} - y_{N-2}}{\Delta_{N-2}} - \frac{y_{N-2}'' \Delta_{N-2}}{3} - \frac{y_{N-1}'' \Delta_{N-2}}{6} \\ \frac{y_{N-1} - y_{N-2}}{\Delta_{N-2}} + \frac{y_{N-2}'' \Delta_{N-2}}{6} + \frac{y_{N-1}'' \Delta_{N-2}}{3} &= \frac{y_N - y_{N-1}}{\Delta_{N-1}} - \frac{y_{N-1}'' \Delta_{N-1}}{3} \end{aligned}$$

(4).

Систему уравнений (4) можно преобразовать в следующую систему уравнений (5):

$$\begin{aligned} \frac{\Delta_0 + \Delta_1}{3} y_1'' + \frac{\Delta_1}{6} y_2'' &= \frac{y_0}{\Delta_0} - \left[ \frac{1}{\Delta_0} + \frac{1}{\Delta_1} \right] y_1 + \frac{y_2}{\Delta_1} \\ \frac{\Delta_1}{6} y_1'' + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{3} y_2'' + \frac{\Delta_2}{6} y_3'' &= \frac{y_1}{\Delta_1} - \left[ \frac{1}{\Delta_1} + \frac{1}{\Delta_2} \right] y_2 + \frac{y_3}{\Delta_2} \\ \frac{\Delta_2}{6} y_2'' + \frac{\Delta_2 + \Delta_3}{3} y_3'' + \frac{\Delta_3}{6} y_4'' &= \frac{y_2}{\Delta_2} - \left[ \frac{1}{\Delta_2} + \frac{1}{\Delta_3} \right] y_3 + \frac{y_4}{\Delta_3} \\ &\vdots \\ \frac{\Delta_{N-4}}{6} y_{N-3}'' + \frac{\Delta_{N-3} + \Delta_{N-2}}{3} y_{N-2}'' + \frac{\Delta_{N-2}}{6} y_{N-1}'' &= \frac{y_{N-3}}{\Delta_{N-3}} - \left[ \frac{1}{\Delta_{N-3}} + \frac{1}{\Delta_{N-2}} \right] y_{N-2} + \frac{y_{N-1}}{\Delta_{N-2}} \\ \frac{\Delta_{N-1}}{6} y_{N-2}'' + \frac{\Delta_{N-2} + \Delta_{N-1}}{3} y_{N-1}'' &= \frac{y_{N-2}}{\Delta_{N-2}} - \left[ \frac{1}{\Delta_{N-2}} + \frac{1}{\Delta_{N-1}} \right] y_{N-1} + \frac{y_N}{\Delta_{N-1}} \end{aligned} \quad (5)$$

В свою очередь, она преобразуется в матричное уравнение (6):

$$\begin{bmatrix} \frac{\Delta_0 + \Delta_1}{3} & \frac{\Delta_1}{6} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\Delta_1}{6} & \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{3} & \frac{\Delta_2}{6} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\Delta_2}{6} & \frac{\Delta_2 + \Delta_3}{3} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{\Delta_{N-4} + \Delta_{N-3}}{3} & \frac{\Delta_{N-3}}{6} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{\Delta_{N-3}}{6} & \frac{\Delta_{N-3} + \Delta_{N-2}}{3} & \frac{\Delta_{N-2}}{6} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \frac{\Delta_{N-2}}{6} & \frac{\Delta_{N-2} + \Delta_{N-1}}{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1'' \\ y_2'' \\ y_3'' \\ \vdots \\ y_{N-3}'' \\ y_{N-2}'' \\ y_{N-1}'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\Delta_0} & -\frac{1}{\Delta_0} - \frac{1}{\Delta_1} & \frac{1}{\Delta_1} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\Delta_1} & -\frac{1}{\Delta_1} - \frac{1}{\Delta_2} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\Delta_2} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{1}{\Delta_{N-3}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -\frac{1}{\Delta_{N-3}} - \frac{1}{\Delta_{N-2}} & \frac{1}{\Delta_{N-2}} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{1}{\Delta_{N-2}} & -\frac{1}{\Delta_{N-2}} - \frac{1}{\Delta_{N-1}} & \frac{1}{\Delta_{N-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_{N-3} \\ y_{N-2} \\ y_{N-1} \\ y_N \end{bmatrix} \quad (6)$$

Матричное уравнение (6) можно преобразовать в следующую систему уравнений (7):

$$\begin{aligned} \mathbf{F} \mathbf{y}_{\text{dd}} &= \mathbf{G} \mathbf{y} \\ \mathbf{y}_{\text{dd}} &= \mathbf{F}^{-1} \mathbf{G} \mathbf{y} = \mathbf{H} \mathbf{y} \end{aligned} \quad (7)$$

Выбор значений вектора  $\mathbf{y}$  с использованием критерия наименьших квадратов на собранных данных показан в следующем уравнении (8):

$$E = \sum \left[ \psi_k - A_k(\xi_k) y_k - B_k(\xi_k) y_{k+1} - C_k(\xi_k) y_k'' - D_k(\xi_k) y_k'' \right]^2$$

(8).

Уравнение (8) выражает минимальное отклонение между данными и сплайном, т.е. уравнение (8)

выражает функцию ошибки. Значения  $y$  выбираются для минимизации ошибки согласно уравнению (8). Вектор прогнозируемых значений можно выразить следующим уравнением (9):

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{y}} &= (\mathbf{A}_{\{k\}} + \mathbf{B}_{\{k\}}) \mathbf{y} + (\mathbf{C}_{\{k\}} + \mathbf{D}_{\{k\}}) \mathbf{y}_{dd} \\ &= (\mathbf{A}_{\{k\}} + \mathbf{B}_{\{k\}}) \mathbf{y} + (\mathbf{C}_{\{k\}} + \mathbf{D}_{\{k\}}) \mathbf{H} \mathbf{y} \\ &= [\mathbf{A}_{\{k\}} + \mathbf{B}_{\{k\}} + \mathbf{C}_{\{k\}} \mathbf{H} + \mathbf{D}_{\{k\}} \mathbf{H}] \mathbf{y} \\ &= \mathbf{A} \mathbf{y}\end{aligned}\quad (9)$$

Элементы матрицы в скобках уравнения (9) зависят от значения  $x$ , соответствующего каждой точке данных (но это постоянная матрица). Таким образом, окончательное уравнение можно определить с использованием псевдообратной матрицы. В свою очередь, псевдообратная матрица зависит только от  $x$ -положений массива данных и положений, где в кубическом сплайне заданы разрывы. Отсюда следует, что после выбора геометрии сплайна и размер изображения, наилучший выбор для данного набора измененных значений  $y_m$  представлен в следующем уравнении (10):

$$\mathbf{y} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A} \cdot \mathbf{y}_m \quad (10)$$

В этом случае кубический сплайн можно выразить через функцию суммы квадратов интенсивности изображения согласно следующему уравнению (11):

$$\mathbf{y}_{cs} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{y} \quad (11)$$

Поскольку интерес представляют максимальные значения кубического сплайна, для определения максимальных значений кубического сплайна определяется и используется производная кубического сплайна. Производная кубического сплайна задается следующим уравнением (12):

$$\begin{aligned}\chi'(x_k) &= A'_{i_k}(x_k) y_{i_k} + B'_{i_k}(x_k) y_{i_k+1} + C'_{i_k}(x_k) y''_{i_k} + D'_{i_k}(x_k) y''_{i_k+1} \\ &= -\frac{y_{i_k}}{\Delta_{i_k}} + \frac{y_{i_k+1}}{\Delta_{i_k}} - \frac{\Delta_{i_k} y''_{i_k}}{6} (3A'^2_{i_k}(x_k) - 1) + \frac{\Delta_{i_k} y''_{i_k+1}}{6} (3B'^2_{i_k}(x_k) - 1)\end{aligned}$$

(12).

Уравнение (12) можно преобразовать в следующее уравнение (13):

$$\begin{aligned}\mathbf{y}'_{cs} &= (\mathbf{A}'_{\{k\}} + \mathbf{B}'_{\{k\}}) \mathbf{y} + (\mathbf{C}'_{\{k\}} + \mathbf{D}'_{\{k\}}) \mathbf{y}_{dd} \\ &= [\mathbf{A}'_{\{k\}} + \mathbf{B}'_{\{k\}} + \mathbf{C}'_{\{k\}} \mathbf{H} + \mathbf{D}'_{\{k\}} \mathbf{H}] \mathbf{y} \\ &= \mathbf{A}' \mathbf{y}\end{aligned}\quad (13)$$

Найдя текущие значения  $y$ , можно вычислить кубический сплайн,  $y_{cs}$ , и его производную,  $y'_{cs}$ . Данные кубического сплайна могут включать в себя "блоки" данных, которые включают в себя значения, превышающие заранее определенный порог. Блок трубы формируется жидкостью, вытекающей из трубы в капельницу 59, и блок резервуара формируется, когда жидкость собирается на гравитационном конце капельницы 59 (см. фиг. 8).

Нижеследующий алгоритм можно применять к данным кубического сплайна:

(1) определить локальные максимумы данных кубического сплайна с использованием информации производных;

(2) определить блок, окружающий каждый из локальных максимумов, путем включения всех точек, где значение кубического сплайна выше порогового значения;

(3) объединить все пересекающиеся блоки;

(4) вычислить информацию о блоке данных, включая центр масс (интенсивности), второй момент массы (интенсивности), нижнее значение  $x$  блока, верхнее значение  $x$  блока, среднее значение первоначальной суммы данных квадрата интенсивности в блоке, среднеквадратическое отклонение первоначальной суммы данных квадрата интенсивности в блоке и среднюю интенсивность набора фильтрованных по высоким частотам изображений в блоке; и

(5) интерпретировать собранные данные для получения информации о том, когда возникают капли, и когда система является потоковой.

Средняя интенсивность набора фильтрованных по высоким частотам изображений в блоке используется для определения, является ли блок, созданный каждым непрерывным диапазоном данных сплайна, результатом высокочастотного артефакта (например, капли) или низкочастотного артефакта. Это будет действовать как второй фильтр фона, призванный удалять из изображения такие артефакты, как конденсация. Таким образом, все предыдущие изображения в буфере памяти изображений (например, 30

предыдущих кадров) используются для определения, являются ли данные результатом высокочастотного перемещения между кадрами. Если блок является результатом низкочастотных изменений, блок удаляется, если же он является результатом высокочастотных изменений, блок сохраняется для дополнительного анализа. Можно использовать фильтр с конечной импульсной характеристикой или фильтр с бесконечной импульсной характеристикой.

Каждый блок изображается на графике по своей физической протяженности с высотой, равной среднему значению данных в блоке. Если среднее значение фильтрованного по высоким частотам изображения в блоке ниже порога, это говорит о том, что он присутствовал на протяжении нескольких изображений и, таким образом, может быть удален.

Процессор 90 может определить, что условия свободного потока (см. фиг. 6 или 8) существуют с использованием блоков, когда блок трубы проходит вблизи блока резервуара, блок трубы и блок резервуара сливаются друг с другом и/или суммарный диапазон ширины блоков резервуара и трубы (или всех блоков) больше заранее определенного порога, например полная протяженность блоков превышает 380 пикселей в ширину. Процессор 90 может обнаружить каплю, когда переход блока трубы от большей ширины к меньшей ширине происходит в результате формирования капли в трубке и когда капля покидает отверстие для трубы (т.е. трубки) капельницы 59. Процессор 90 может обнаружить это на основании отношения текущей ширины блок трубы к ширине блока трубы предыдущего изображения, например изображения, где отношение меньше 0,9, поскольку локальные минимумы процессор 90 также может рассматривать как изображение, сформированное сразу после формирования капли.

Для обнаружения конденсации или других низкочастотных артефактов можно использовать различные алгоритмы фильтрации, например, если блок имеет низкий среднее значение в фильтрованном по высоким частотам изображении, то это может быть конденсация. Этот артефакт можно удалить из рассмотрения. Дополнительно или альтернативно, длинные блоки (например, сверх заранее определенного порога) с низким высокочастотным средним значением, возможно, являются потоками, поскольку изображениям потоков свойственно оставаться неизменными; процессор 90 может определить, что длинные блоки сверх заранее определенного порога соответствует условию образования потока. Дополнительно или альтернативно, алгоритм можно использовать на текущем изображении для обнаружения условий свободного потока.

В некоторых конкретных вариантах осуществления процессор 90 может использовать данные блока для отсчета капель, что позволяет использовать систему 84 в качестве счетчика капель. Процессор 90 также может использовать изменения ширины в блоке резервуара, поскольку капля возмущает воду, для определения, ударяет ли в резервуар пузырек, сформированный каплей. Например, процессор 90 может определить, что блоки, которые формируются под блоком резервуара, происходят из пузырьков, которые формируются, когда капля ударяет воду. Процессором 90 может отфильтровывать пузырек при определении, указывает ли заранее определенное значение полных диапазонов блоков, что условие свободного потока существует.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения глубина поля системы 84 может быть небольшой, чтобы система 84 была менее чувствительна к конденсации и каплям на стенках капельницы. В некоторых вариантах осуществления, можно использовать систему ближнего фокуса.

Согласно фиг. 19, в другом варианте осуществления настоящего изобретения шаблон 189 используется для определения, существует ли условие свободного потока. Шаблон 189 используется процессором 90, показанным на фиг. 8, для определения показателя 190 совпадения рисунка при осуществлении алгоритма согласования шаблона на изображении, например изображении 94 на фиг. 13. Например, шаблон 189 можно сравнивать с изображением 94 для определения, насколько точно участок или все изображение 94 совпадает с шаблоном 189. Как упомянуто выше, изображение 94 на фиг. 13 является разностью между изображением фона и изображением, захваченным датчиком 63 изображения, показанным на фиг. 8, каждый пиксель которого преобразуется либо в черный пиксель, если значение разности для этого пикселя ниже порогового значения, либо в белый пиксель, если значение разности для этого пикселя выше порогового значения. Все пиксели изображения 94 будут либо белыми пикселями, либо черными пикселями. Если показатель 190 совпадения рисунка превышает заранее определенный порог, определяется, что условие свободного потока существует. Способ согласования шаблона может использовать алгоритм согласования шаблона, присутствующий в библиотеке Open Source Computer Vision ("OpenCV"). Например, шаблон 189 можно использовать, вызывая функцию `matchTemplate` библиотеки OpenCV с использованием метода `CV_TM_CCOEFF` или метода `CV_TM_CCOEFF_NORMED`. Метод `CV_TM_CCOEFF` использует алгоритм согласования рисунка, выраженный в следующем уравнении (14)

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T'(x', y') \cdot I'(x + x', y + y')) \quad , (14)$$

где

$$\begin{aligned} T'(x', y') &= T(x', y') - 1/(w \cdot h) \cdot \sum_{x'', y''} T(x'', y'') \\ I'(x + x', y + y') &= I(x + x', y + y') - 1/(w \cdot h) \cdot \sum_{x'', y''} I(x + x'', y + y'') \end{aligned} \quad (15);$$

I обозначает изображение, T обозначает шаблон и R обозначает результаты.

Суммирование производится по шаблону и/или участку изображения, таким образом, что  $x'=0, \dots, w-1$  и  $y'=0, \dots, h-1$ .

Результаты R можно использовать для определения, насколько шаблон T согласуется в конкретном местоположении в изображении I, в соответствии с алгоритмом. Способ согласования шаблона с помощью CV\_TM\_CCOEFF\_NORMED из OpenCV использует алгоритм согласования рисунка, выраженный в уравнении (15) следующим образом:

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T'(x', y') \cdot I'(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} T'(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I'(x + x', y + y')^2}} \quad (16).$$

В другом варианте осуществления настоящего изобретения алгоритм согласования шаблона использует быстрое преобразование Фурье ("FFT"). В некоторых вариантах осуществления можно использовать любой из методов функции matchTemplate из OpenCV, например CV\_TM\_SQDIFF, CV\_TM\_SQDIFF\_NORMED, CV\_TM\_CCORR и/или CV\_TM\_CCORR\_NORMED.

CV\_TM\_SQDIFF использует алгоритм согласования рисунка, выраженный в следующем уравнении (17):

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2 \quad (17).$$

CV\_TM\_SQDIFF\_NORMED использует алгоритм согласования рисунка, выраженный в следующем уравнении (18):

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2}{\sqrt{\sum_{x', y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}} \quad (18).$$

CV\_TM\_CCORR использует алгоритм согласования рисунка, выраженный в следующем уравнении (19):

$$R(x, y) = \sum_{x', y'} (T(x', y') \cdot I(x + x', y + y')) \quad (19).$$

CV\_TM\_CCORR\_NORMED использует алгоритм согласования рисунка, выраженный в следующем уравнении (20):

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T(x', y') \cdot I(x + x', y + y'))}{\sqrt{\sum_{x', y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}} \quad (20).$$

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения, шаблон изображения в градации серого условия свободного потока сравнивается с изображением, полученным датчиком 63 изображения, показанным на фиг. 8, для определения, существует ли условие свободного потока. В некоторых вариантах осуществления, может использоваться функция согласования шаблона в библиотеке OpenCV.

Теперь обратимся к фиг. 20 и 21; в еще одном дополнительном варианте осуществления настоящего изобретения алгоритм для определения, существует ли условие свободного потока, например, выполняемый процессором 90, показанным на фиг. 8, может использовать алгоритм для определения, совпадает ли рисунок шаблона с массивом пикселей, с использованием обнаружения краев с последующим обнаружением линий. Как показано на фиг. 20, изображение 98 формируется из изображения 99 на фиг. 21 с использованием границы, обнаруженной после обнаружения линий. Результирующие линии могут использоваться процессором 90 для определения, что условие свободного потока существует. Как показано на фиг. 20, признак, который обнаруживается после этой обработки процессором 90, представляет собой линии, наклон которых отличается от ожидаемого наклона в  $45^\circ$  опорного изображения фона. Линии, имеющие угол изображения фона, в некоторых вариантах осуществления можно отфильтровывать из фиг. 20. Линии можно обнаруживать как края с использованием алгоритма Кэнни, присутствующего в библиотеке OpenCV. Алгоритм Хафа, также присутствующий в библиотеке OpenCV, можно использовать для определения наклона линий.

Один тип преобразования Хафа использует алгоритм, описанный в статье J. Matas, S. Galambos и J. Kittler Progressive Probabilistic Hough Transform, опубликованной в 1998 г. ("алгоритм 1"). Однако ниже следующее "альтернативное преобразование Хафа" может использоваться и показано в виде псевдокода в табл. 1 ("алгоритм 2"). Алгоритм 2 случайным образом выбирает два пикселя и вычисляет преоб-

разование Хафа линии, проходящей через эти две точки. Алгоритм 2 показан в табл. 1.

Таблица 1

Псевдокод альтернативного преобразования Хафа

1. Если изображение пустое, то выйти.
2. Случайным образом выбрать два пикселя и обновить накопитель
а. Необходимые операции
i. Два случайных числа
ii. Один обратный тангенс
3. Проверить, превышает ли новое положение порог $l$ . Если нет, перейти к 0
а. Операции
i. Одна логическая операция
4. Искать вдоль коридора, заданного пиком в накопителе, и найти самый длинный сегмент пикселей, либо непрерывный, либо демонстрирующий зазор, не превышающий данного порога.
5. Удалить пиксели в сегменте из входного изображения.
6. Исключить из накопителя все пиксели из линии, которая ранее была включена.
7. Если линейный сегмент длиннее минимальной длины, добавить его в выходной список
8. Перейти к 1.

Если линия содержит пропорцию  $p$  всех точек, то вероятность увидеть результат в репрезентативной ячейке  $(r, \theta)$  равна  $p$  для алгоритма 1 и  $p^2$  для алгоритма 2. В общем случае в некоторых вариантах осуществления испытание на пропорцию дает по меньшей мере пять положительных результатов и пять отрицательных результатов. Исходя из того, что более вероятно увидеть отрицательные результаты, чем положительные результаты, в некотором варианте осуществления, алгоритмы 1 и 2 продолжают искать линии, пока в конкретной ячейке не окажется по меньшей мере пять положительных результатов.

Вероятность увидеть пятый положительный результат в алгоритме 1 после  $N \geq 5$  испытаний выражается в следующем уравнении (21):

$$p_1(5 \text{ on } N) = p(4 \ln N - 1) \cdot p = \frac{(N-1)!}{4!(N-5)!} p^5 (1-p)^{N-5} \quad (21)$$

и вероятность в алгоритме 2 выражается в следующем уравнении (22):

$$p_2(5 \text{ on } N) = p(4 \ln N - 1) \cdot p^2 = \frac{(N-1)!}{4!(N-5)!} p^{10} (1-p^2)^{N-5} \quad (22)$$

Табл. 2 демонстрирует число попыток, предпринятых для получения 50%-ной вероятности увидеть пять успешных результатов,  $p_{1,50}$  и  $p_{2,50}$ , а также число попыток, предпринятых для получения 90%-ной вероятности увидеть пять успешных результатов,  $p_{1,90}$  и  $p_{2,90}$ .

Таблица 2

$p$	$p_{1,50}$	$p_{1,90}$	$p_{2,50}$	$p_{2,90}$	$r_{50}$	$r_{90}$
0,5	9	14	20	31	2,22	2,21
0,25	19	30	76	127	4	4,23
0,125	39	62	299	511	7,67	8,24
0,0625	76	127	1197	2046	15,75	16,11

Табл. 2 демонстрирует, что увеличение числа попыток между алгоритмом 1 и алгоритмом 2 увидеть пять положительных результатов составляет приблизительно  $1/p$ . Должен быть один положительный результат в  $1/p$  попыток, когда пропорция равна  $p$ .

Вычислительно затратной операцией алгоритма 2 является в некоторых вариантах осуществления функция арктангенса, которая может требовать около 40 операций ЦП с плавающей запятой. На эквивалентном этапе алгоритма 1 выполняется приблизительно  $2N$  операций с плавающей запятой. Преобразование Хафа изображения размером  $640 \times 480$  пикселей с полным разрешением имеет  $N$  равное 2520, тогда как преобразование Хафа изображения размером  $1080 \times 1920$  пикселей имеет  $N$  равное 7020. Это означает, что алгоритм 2 имеет преимущество в скорости над алгоритмом 1, когда  $p$  больше 0,008 для изображения  $640 \times 480$  и когда  $p$  больше 0,003 для изображения  $1080 \times 1920$ .

В некоторых вариантах осуществления предполагается, что каждая ячейка в пространстве преобразования Хафа занимается с равной вероятностью в присутствии шума. Это упрощение ускоряет принятие

решения на пороговое ограничение; однако в некоторых вариантах осуществления это предположение неверно. Основным результатом упрощения является недооценка вероятности получения значений, превышающих единицу, в преобразовании Хафа с соответствующей вероятностью ложного объявления, что линия существует. Для конкретной комбинации размера изображения и конфигурации ячеек преобразования Хафа, можно заранее вычислить вероятности истины. Это позволяет минимизировать частоту ложной выдачи предупреждающего сигнала без соответствующего увеличения вычислительной нагрузки. Дополнительные ограничения на тип изображений дают возможность еще точнее оценить вероятность увидеть значение в ячейке преобразования Хафа.

Существуют дополнительные формы преобразования Хафа, которые параметризуют разные признаки. Например, существует трехэлементная параметризация окружностей  $(x, y, r)$  где  $x$  и  $y$  указывают центр и  $r$  это радиус. Алгоритм 2 также может работать с использованием этих параметризаций. Для примера окружности, алгоритм 2 случайным образом выбирает три пикселя и вычисляет окружность, проходящую через нее.

Алгоритм 2 имеет аналогичное преимущество в скорости для признаков, содержащих достаточно большую часть всех рассматриваемых пикселей. Он также имеет значительное преимущество в необходимом хранилище, поскольку преобразование Хафа можно сохранять в разреженной матрице, тогда как аналог алгоритма 1 требуют полноразмерной матрицы.

Обратимся к фиг. 22-26, которые иллюстрируют различные фоновые рисунки, которые можно использовать для обнаружения условия свободного потока или оценивания размера капли жидкости. Датчик 103 изображения можно использовать с фоновыми рисунками на фиг. 22-26, и он может представлять собой датчик 11 изображения, показанный на фиг. 1, датчик 68 изображения, показанный на фиг. 5, датчик 63 изображения, показанный на фиг. 6, или датчик 63 изображения, показанный на фиг. 8, каждый из которых может быть подключен к соответствующему процессору для обработки изображений от датчика изображения, например процессору 15, показанному на фиг. 1, или процессору 90, показанному на фиг. 8.

На фиг. 22 показана блок-схема системы 100 формирования изображений для использования с капельницей 104 (например, капельницей 4, показанной на фиг. 1), имеющей фоновый рисунок 101 с полосками и источник 102 света, освещающий полоски из положения рядом с датчиком 103 изображения в соответствии, с вариантом осуществления настоящего изобретения. Любые капли или свободные потоки в капельнице 104 искажают изображение, полученное датчиком 103 изображения. Процессор, подключенный к датчику 103 изображения (например, процессор 15, показанный на фиг. 1) может использовать искажения фонового рисунка 101, захваченного датчиком 103 изображения, для оценивания расхода и/или обнаружения условий свободного потока.

На фиг. 23 показана блок-схема системы формирования изображений 105 для использования с капельницей 104, имеющей фоновый рисунок 101 с полосками и источник 102 света, освещающий полоски сзади фонового рисунка 101 относительно противоположного конца по направлению к датчику 103 изображения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Фиг. 24 демонстрирует изображение от датчика 103 изображения, показанного на фиг. 23, когда капля искажает фоновый рисунок 101 на фиг. 23, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Заметим, что, как показано на фиг. 24, полоски фонового рисунка 101 искажаются каплей (или будут искажаться свободным потоком) в капельнице 104, будучи захваченными в изображениях датчиком 103 изображения. Это искажение можно использовать для оценивания размера капли, для вычисления расхода через капельницу или для определения, существует ли условие свободного потока в капельнице.

Фиг. 25 демонстрирует блок-схему системы формирования изображений для использования с расходомером, имеющим фоновый рисунок с шахматным рисунком и источник света, освещающий полоски сзади фонового рисунка относительно противоположного конца по направлению к датчику изображения, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Фиг. 26 демонстрирует изображение от датчика изображения, показанного на фиг. 25, когда капля искажает фоновый рисунок 107 на фиг. 25, 26, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения, фоновый рисунок, имеющий множество случайных точек и/или окружностей может использоваться раскрытой здесь системой формирования изображений.

Согласно фиг. 22-26 "фокусирующее действие" капли (т.е. искажение фонового рисунка в поле зрения датчика изображения) можно использовать для измерения радиуса капли. Радиус капли соответствует тому, насколько большое и какое влияние капля оказывает на любой свет, проходящий через нее. Изменяя изменение калибровочной сетки (т.е. фонового рисунка), наблюдаемой через каплю, можно вычислить радиус и, следовательно, объем капли. Например, увеличение испытательной сетки известного размера, наблюдаемой через каплю, можно измерять оптически и оценивать радиус из этого измерения. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, соотношение между радиусом и каплей можно вычислять и/или можно определять с использованием поисковой таблицы, которая была построена эмпирически.

Фиг. 27, 28 демонстрируют блок-схему операций, иллюстрирующую способ оценивания объема капли в капельнице в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Таким образом,

фиг. 27, 28 иллюстрируют способ 214. Способ 214 также будет описан со ссылкой на фиг. 29-37. Фиг. 29-31 и 33-36 демонстрируют изображения, используемые или генерируемые расходомером для оценивания объема капли в каплеуловителе в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Фиг. 32 и 37 иллюстрируют псевдокод, который может использоваться способом 214, показанным на фиг. 27, 28.

Способ 214, показанный на фиг. 27 и 28, можно реализовать посредством расходомера 7, показанного на фиг. 1, расходомера 67, показанного на фиг. 5, системы 78 формирования изображений, показанной на фиг. 6, системы 84 формирования изображений, показанной на фиг. 8, или другого расходомера раскрытой здесь системы формирования изображений (с фоновым рисунком или без него и/или с активным освещением или без него).

Способ 214 включает в себя действия 200-213. Действие 200 определяет базовую линию формирования капли на отверстии каплеуловителя. Действие 201 захватывает первое изображение. Первое изображение может захватываться с использованием однородной подсветки. В некоторых вариантах осуществления первое изображение может захватываться с использованием описанного здесь фонового рисунка и/или алгоритма экспозиции. Действия 200 и 201 могут осуществляться одновременно. Фиг. 29 демонстрирует изображение с наложенной базовой линией 215. Базовая линия 215 может быть заранее определенной группой пикселей или может генерироваться с использованием фидуциальных меток, расположенных на отверстии каплеуловителя и/или на фоновом рисунке (не показанный на фиг. 29). Первое изображение используется способом 214 для инициализации изображения фона,  $\mu_{i,j}$ , массива значений дисперсии,  $S_{i,j}$ , и массива целых чисел,  $I_{i,j}$ . Изображение фона может иметь  $i$  на  $j$  пикселей, тогда как массив значений дисперсии и массив целых чисел могут быть 2-D массивами, которые также имеют размер  $i$  на  $j$ .

Действие 202 идентифицирует каплю в первом изображении и заранее определенную полосу вблизи границы капли (например, полоса может представлять собой заранее определенное количество пикселей за пределами границы капли). Действие 203 инициализирует изображение фона путем задания для каждого пикселя того же значения, что и в первом изображении (для этого соответствующего положения), когда он не находится в идентифицированной капле или заранее определенной полосе вблизи границы капли. Действие 204 устанавливает пиксели в области капли или в заранее определенной полосе на заранее определенное значение. Фиг. 30 демонстрирует пример изображения фона, созданный после инициализации. В иллюстративном изображении на фиг. 30 область капли и полосы за пределами границы капли, указанная в общем случае позицией 216, устанавливается равной заранее определенному значению, например 140.

Например, когда способ создает первое изображение фона, каждый пиксель в изображении фона, которое является частью капли или полосы за пределами границы капли, устанавливается равным принятому по умолчанию пороговому значению, например 140, из диапазона интенсивности 0-255.

Действие 205 инициализирует целые числа массива целых чисел на нуль. Действие 206 инициализирует значения в массиве значений дисперсии на нуль. Массив целых чисел имеет такой же размер, как изображение. Массив целых чисел указывает, насколько часто каждый пиксель изображения фона обновляется новой информацией и инициализируется всеми нулями. Массив значений дисперсии (например, массив данных типа "double") имеет также такой же размер, как изображение фона, и содержит оценку дисперсии интенсивности каждого пикселя в изображении фона.

Действие 207 захватывает другое изображение, и действие 208 идентифицирует каплю в другом изображении и другую заранее определенную полосу вблизи границы капли. Действие 209 обновляет изображение фона, массив целых чисел и массив значений дисперсии.

При захвате дополнительных изображений изображение фона можно обновлять. Например, когда изображение собирается системой, фоновый алгоритм оценивает каждый пиксель. Если пиксель является рассматриваемой частью капли или ее защитной полосы, то его значение в изображении фона не изменяется.

Если пиксель не рассматривается как часть капли или ее защитной полосы, (1) если соответствующее целое число пикселя в массиве целых чисел равно нулю, значение пикселя в изображении фона устанавливается равным значению пикселя во входном изображении; или (2) если отсчет пикселя больше 0, то значение изображения фона для этого пикселя обновляется с использованием фильтра низких частот. В некоторых вариантах осуществления можно использовать фильтр любого типа, например фильтр высоких частот, полосовой фильтр и т.д. Один фильтр низких частот, который можно использовать, представлен в следующем уравнении (23):

$$P_{\text{background},i,j} = P_{\text{background},i,j} (1 - \alpha_{\text{background}}) + \alpha_{\text{background}} P_{\text{input},i,j}$$

(23) .

Кроме того, массив значений дисперсии можно обновлять с использованием следующих уравнений (24):

$$\sigma_{\text{temp}}^2 = (P_{\text{background},i,j} - P_{\text{input},i,j})^2$$

$$\sigma_{\text{background},i,j}^2 = \sigma_{\text{background},i,j}^2 (1 - \beta_{\text{background}}) + \beta_{\text{background}} \sigma_{\text{temp}}^2 \quad (24)$$

Заметим, что фильтр, используемый для обеих операций, является экспоненциальным фильтром; однако в дополнительных вариантах осуществления, можно использовать другие подходящие фильтры, например другие фильтры низких частот. Оценку дисперсия можно осуществлять любым известным способом или с использованием замещать оценку, например, с использованием среднеквадратического отклонения.

Новые оценки интенсивности фона каждого пикселя (среднее значение), количество изображений, используемых для обновления математического ожидания и дисперсии каждого пикселя, и дисперсия каждого пикселя (например, приближение к истинной дисперсии и/или значение, пропорциональное дисперсии) используются для обновления массивов. Таким образом, каждое захваченное дополнительное изображение можно использовать для обновления изображения фона, массива целых чисел и массива значений дисперсии. После обработки нескольких изображений, изображение фона может выглядеть, как на фиг. 31. Заметим, что это изображение по-прежнему имеет область (область, равномерно окрашенную серым в средней градации, указанную, в целом, позицией 217), где пиксели никогда не изменялись от первоначального порогового значения. Эта область была рассматриваемой частью капли или ее защитной полосы в каждом изображении.

Действие 210 сравнивает другое изображение (например, текущее или самое последнее изображение) с изображением фона и идентифицирует множество пикселей, представляющих интерес. Действие 211 определяет поднабор пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, который соответствует капле.

Сравнение действия 210 попиксельно сравнивает другое изображение с изображением фона. В результате этого сравнения получается массив такого же размера, как изображение, где каждый пиксель имеет нулевое или ненулевое (255) значение.

Действие 210 можно реализовать посредством псевдокода, показанного на фиг. 32. Таким образом, определение этого порогового значения производится в соответствии со следующим: если входной пиксель располагается слева или справа от базовой линии в изображении, то его выходное значение устанавливается равным нулю (строка 1); если массив фоновых отсчетов входного пикселя указывает, что для создания фонового значения этого пикселя использовалось меньше заранее определенного количества изображений (например, 100), то (строка 2): если интенсивность входного пикселя меньше пороговой интенсивности (например, 140 в диапазоне 0-255), то установить выходное значение пикселя отличным от нуля (255) (строка 2a); если же интенсивность входного пикселя больше равна пороговой интенсивности, то установить выходное значение пикселя равным нулю (строка 2b); и если массив фоновых отсчетов входного пикселя больше заранее определенного количества изображений (строка 3), то, если квадрат разности между интенсивностью входного пикселя и интенсивностью фонового пикселя больше оценки пикселя для фоновой дисперсии, умноженной на константу  $\gamma^2$ , то установить выходное значение пикселя отличным от нуля (255) (строка 3a) (т.е. если разность между текущим пиксельным значением и изображением фона больше  $\gamma$ , то пиксель отличается); если же квадрат разности между интенсивностью входного пикселя и интенсивностью фонового пикселя меньше или равен оценке пикселя для фоновой дисперсии, умноженной на константу  $\gamma^2$ , то установить выходное значение пикселя равным нулю (см. строку 3b). Строка 3 захватывает участки изображения, которые изменяются в присутствии капли, но интенсивность которых увеличена.

Когда действие 210 реализовано в виде алгоритма, алгоритм инициализируется, вход и выход этого алгоритма порогового ограничения будут выглядеть, как изображения на фиг. 33 и 34 соответственно. Поскольку количество изображений, используемых при оценивании изображения фона первоначально мало, единственный применяемый критерий выражен в вышеприведенных строках (1) и (2), поскольку не было использовано достаточно изображений, чтобы для определенных соответствующих пикселей массив целых чисел имел значение за пределами порога. Это может приводить к тому, что многие области низкой интенсивности идентифицируются как отдельные, включая плохо освещенные края и конденсацию на стенках капельницы.

После сбора достаточного количества изображений таким образом, что используется большинство пикселей (или они все) изображения фона генерируется с достаточным количеством пикселей, строки (3), (3a) и (3b) на фиг. 32. После порогового ограничения фон, по большей части, является черным, где изредка встречаются зашумленные пиксели, превышающие порог дисперсии, как показано на фиг. 35 и 36 (что демонстрирует изображение, захваченное камерой, и результаты вышеописанного алгоритма сравнения соответственно).

Как упомянуто выше, после действия 210 действие 211 определяет, какой из поднабора пикселей во множестве пикселей, представляющих интерес, соответствует капле. Действие 211 можно реализовать посредством псевдокода, показанного на фиг. 37. Таким образом, пороговое изображение передается на

алгоритм, который находит соединенный компонент, представляющий каплю, что проиллюстрировано псевдокодом, представленным на фиг. 37.

Двоичное изображение после обработки согласно псевдокоду, представленному на фиг. 32, оценивается для нахождения двоичного компонента, который занимает пространство, заданное каплей. Алгоритму передается положение пикселя на базовой линии, который является белым (или ему передается центральный пиксель самого длинного участка последовательных белых пикселей на линии).

Получив первоначальный белый пиксель, алгоритм осуществляет алгоритм, проиллюстрированный псевдокодом, показанным на фиг. 37. Псевдокод определяет положения, которые включают в себя белые пиксели, имеющие путь к базовой линии (т.е. путь белого пикселя). Строка 1 помещает положение первого пикселя в стек. Линия 2 осуществляет цикл с условием продолжения до опустошения стека. Цикл с условием продолжения включает в себя строки (2a)-(2d). Строка 2a изымает следующее положение (i, j) из стека. Строка 2b присваивает выходному пикселю в положении (i, j) значение "белый". Строка 2c проверяет восемь пикселей рядом с (i, j). Строка (2ci) является "условным оператором", и, если соседний входной пиксель (i,φ) является белым, но выходной пиксель (i,φ) является черным, строка 2c добавляет положение (i, φ) в стек. Строка 2d осуществляет возврат к строке 2 для продолжения цикла с условием продолжения (если стек остается пустым).

Этот алгоритм присваивает значение "белый" всем положениям выходного пикселя, которые могут быть соединены с положением входного пикселя непрерывным путем из белых входных пикселей. Левая граница капли отыскивается пошаговым продвижением через каждую строку пикселей от левой границы, пока алгоритм не дойдет до белого пикселя. Правая граница отыскивается пошаговым продвижением от правой границы изображения, пока не встретится белый пиксель. Первая строка, где имеется возможность пошагово продвигаться от левой границы к правой границе, не встречая белого пикселя, считается концом капли.

Псевдокод, показанный на фиг. 37, является однопроходной версией алгоритма маркировки соединенного компонента. Однако для определения, какие пиксели соответствуют капле, можно использовать другие алгоритмы маркировки соединенного компонента или другие подходящие алгоритмы.

Действие 212 на фиг. 28 осуществляет операцию вращения на поднаборе пикселей. Действие 213 оценивает объем капли в капельнице путем отсчета количества пикселей в повернутом поднаборе пикселей. Подсчитывается суммарное количество пикселей в 3-D версии капли; и поскольку каждый пиксель соответствует расстоянию, количество пикселей можно использовать для оценивания объема капли.

Оптика системы формирования изображений.

Фиг. 38-42 иллюстрируют ниже следующее описание оптики раскрытой здесь системы формирования изображений. Например, раскрытый здесь датчик изображения может представлять собой куб датчика изображения производства OmniVision, расположенной по адресу 4275 Burton Drive, Santa Clara, California 95054; и, например, куб датчика изображения может быть изготовлен в качестве телефонного датчика изображения. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения раскрытый здесь датчик изображения может использовать фиксированное фокусное расстояние и иметь глубину поля ("DOF") от 15 см до бесконечности.

Датчик изображения может иметь круг нерезкости точки, изображаемой в диапазоне датчика изображения, полностью содержащийся в области одного пикселя. Фокусное расстояние линзы датчика изображения может составлять 1.15 миллиметра, F# может быть равно 3.0, и апертура линзы датчика изображения может составлять 0.3833 мм. Приближение первого порядка оптической системы одного или более из датчиков изображения можно получить с использованием матричных уравнений, где каждый луч,  $g$ , представлен вектором, описанным в следующем уравнении (25):

$$r = \begin{Bmatrix} h \\ \theta \end{Bmatrix} \quad (25)$$

В уравнении (25)  $h$  - это высота луча на входе в датчик изображения и  $\theta$  - угол луча. Согласно фиг. 38 при формировании изображения гипотетической точки на расстоянии  $d_{im}$  от линзы одного из датчиков изображения (которая имеет фокусное расстояние  $f$ ) линза находится на расстоянии  $d_{fp}$  от фокальной плоскости, соответствующая матрица,  $M_{cam}$ , описывающая датчик изображения, представлена следующим уравнением (26):

$$M_{cam} = \begin{bmatrix} 1 & d_{fp} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & d_{im} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (26)$$

Для нахождения места на фокальной плоскости,  $fp$ , куда попадает луч, можно использовать матричное умножение, описанное в следующем уравнении (27):

$$\begin{Bmatrix} h_{fp} \\ \theta_{fp} \end{Bmatrix} = M_{cam} \cdot \begin{Bmatrix} h_{im} \\ \theta_{im} \end{Bmatrix} \quad (27)$$

Согласно фиг. 38 диаметр круга нерезкости,  $D_{blur}$ , показан приблизительно равным расстоянию ме-

жду двумя точками, представленными на фиг. 38. Это расстояние отыскивается трассировкой лучей от точки  $d_{im}$  от линзы на оптической оси к краям линзы и затем к фокальной плоскости. Эти лучи задаются векторами, показанными в (28) следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{c} 0 \\ \pm \tan^{-1} \frac{D_{lens}}{2 * d_{im}} \end{array} \right\} \quad (28)$$

Как показано на фиг. 39, круг нерезкости,  $D_{blur}$ , вычислен и показан для различных расстояний от линзы до фокальной плоскости и расстояний от линзы до изображения. На фиг. 39 также показана контурная карта 77. По оси x отложено расстояние в микронах между фокальной плоскостью и точкой, расположенной на фокусном расстоянии от линзы датчика изображения. По оси y отложено расстояние в метрах между линзой и изображаемой точкой. Значения, создающие контурную карту 77, представляют собой размер нерезкости, деленный на размер пикселя; таким образом, для формирования изображения достаточно что-то около 1 или менее. Как показано на фиг. 39, фокальная плоскость располагается на фокусном расстоянии и еще 5 мкм от линзы.

Датчик изображения может использовать вторую линзу. Например, датчик изображения может использовать вторую линзу для создания относительно большей глубины поля и относительно большего поля зрения. Глубину поля с использованием двух линз можно вычислить с использованием того же анализа, как и раньше, но оптическую матрицу необходимо видоизменить для учета второй линзы и дополнительных расстояний, что выражается в следующем уравнении (29):

$$M_{sys} = \begin{bmatrix} 1 & d_{fp} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_{cam}} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & d_{lens} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f_{lens}} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & d_{im} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (29)$$

Фиг. 40 и 41 иллюстрируют изменения поля в зависимости от расстояния между линзой и датчиком изображения и соответствующего изменения фокуса датчика изображения. Фиг. 40 и 41 демонстрируют круг нерезкости, деленный на размер пикселя. Фиг. 40 демонстрирует круг нерезкости, деленный на размер пикселя, когда используется линза с фокусным расстоянием 20 миллиметров. Фиг. 41 демонстрирует круг нерезкости, деленный на размер пикселя, когда используется линза с фокусным расстоянием 40 миллиметров. Соответствующие поля зрения относительно оптической оси для углов двух конфигураций, показанных на фиг. 40 и 41, представлены в таблице на фиг. 42.

Как показано на фиг. 42, в некоторых вариантах осуществления, датчик изображения может использовать линзу с фокусным расстоянием от 40 мм до 60 мм; эта конфигурация может включать в себя размещение датчика изображения на расстоянии около 2 дюймов от фокуса. В других вариантах осуществления настоящего изобретения, можно использовать другие конфигурации, в том числе, не показанные на фиг. 42.

Например, нижеследующий анализ демонстрирует, как можно устанавливать глубину поля для датчика изображения: с использованием линзы с фокусным расстоянием  $f$ , расстояния  $z$  от фокальной плоскости и расстояния  $d$  от точки в пространстве; матрица системы выражается в следующем уравнении (30):

$$M = \begin{bmatrix} 1 & z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (30)$$

Уравнение (30) упрощается до следующего уравнения (31):

$$M = \begin{bmatrix} 1 & z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & d \\ -\frac{1}{f} & 1 - \frac{d}{f} \end{bmatrix} \quad (31)$$

Уравнение (31) упрощается до следующего уравнения (32):

$$M = \begin{bmatrix} 1 - \frac{z}{f} & d + z - \frac{dz}{f} \\ -\frac{1}{f} & 1 - \frac{d}{f} \end{bmatrix} \quad (32)$$

Для точек на оси, все высоты будут равны нулю. Точка на фокальной плоскости, куда попадают разные лучи, задается следующим уравнением (33):

$$\left( d + z - \frac{dz}{f} \right) \theta \quad (33)$$

Как показано в уравнении (33),  $\theta$  обозначает угол луча. Точка в идеальном фокусе задается формулой тонкой линзы, выраженной следующим уравнением (34):

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{z} + \frac{1}{d} \quad (34)$$

Уравнение (34) можно преобразовать для получения следующего уравнения (35):

$$d = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{z}} = \frac{fz}{z-f} \quad (35)$$

Подставляя  $d$  из уравнения (35) в уравнение (33) для указания точки попадания, получаем следующее уравнение (36):

$$\left[ \frac{fz}{z-f} + z - \frac{fz}{z-f} z \right] \theta = \frac{f^2 z + fz^2 - f^2 z - fz^2}{f(z-f)} \theta = 0 \quad (36)$$

Все лучи, выходящие из этой точки, пересекают фокальную плоскость на оптической оси. Как показано в уравнении (37), ситуация, когда датчик изображения смещен на расстояние  $\delta$  от фокуса, описана следующим образом:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{fz}{z-f} + \delta + z - \frac{\left[ \frac{fz}{z-f} + \delta \right] z}{f} \right] \theta &= \frac{f^2 z + fz\delta - f^2 \delta + fz^2 - f^2 z - fz^2 - \delta z^2 + f\delta z}{f(z-f)} \theta \\ &= \frac{fz - f^2 - z^2 + fz}{f(z-f)} \delta \theta = -\frac{(z-f)^2}{f(z-f)} \delta \theta \\ &= \frac{f-z}{f} \delta \theta \quad (37) \end{aligned}$$

Уравнение (37) демонстрирует, что, правильно размещая линзу датчика изображения относительно фокальной плоскости, можно изменять глубину поля. Дополнительно, размер пятна зависит от величины угла  $\theta$ . Этот угол линейно зависит от апертуры зрительной системы, созданной датчиком изображения.

Дополнительно или альтернативно, в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения, датчик изображения можно реализовать путем регулировки различных параметров, включающих в себя: расстояние до фокуса, поскольку оно влияет на компактность, выравнивание и чувствительность зрительной системы к условиям окружающей среды; поле зрения системы; и расстояние между линзой и фокальной плоскостью, поскольку оно влияет на допуски на выравнивание системы и чувствительность системы к условиям окружающей среды.

Варианты осуществления расходомера с соединенными к ним клапанами или без них.

Фиг. 43 и 44 демонстрируют расходомер 58, присоединенный к капельнице 59. Как описано ниже, расходомер 58 может, в необязательном порядке, включать в себя компонент 12 детектора свободного потока (см. фиг. 1) в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Дополнительно, альтернативно или в необязательном порядке, расходомер 58 может включать в себя компонент 13 оценивания расхода (см. фиг. 1) в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения. Фиг. 43 демонстрирует расходомер 58 с откидной дверцей 62, и фиг. 44 демонстрирует расходомер 58 с открытой дверцей 62. Расходомер 58 может представлять собой расходомер 7, показанный на фиг. 1, с клапаном 6 или без клапана. Расходомер 58 включает в себя кнопку 60 запуска и кнопку 61 останова. Дополнительно или в необязательном порядке, расходомер 58 может включать в себя дублирующий клапан для остановки потока текучей среды через него или может сигнализировать другому клапану для остановки потока текучей среды в ответ на условия ошибки.

Расходомер 58, в необязательном порядке, включает в себя датчики 63 и 64 изображения, которые могут оценивать расход текучей среды и/или обнаруживать условия свободного потока. Хотя расходомер 58 включает в себя два датчика изображения (например, 63 и 64), в некоторых вариантах осуществления можно использовать только один из датчиков 63 и 64 изображения. Датчики 63 и 64 изображения могут формировать изображение капли, образующейся в капельнице 59, и оценивать ее размер. Размер капли можно использовать для оценивания расхода текучей среды через капельницу 59. Например, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения датчики 63 и 64 изображения используют алгоритм обнаружения краев для оценивания контура размера капли, сформированный в капельнице 59; встроенный процессор (см. процессор 15, показанный на фиг. 1, процессор 75, показанный на фиг. 5, или процессор 90, показанный на фиг. 6 или 8) может исходить из того, что контур является однородным для каждого угла капли и может оценивать размер капли на основании контура. В иллюстративном варианте осуществления, показанном на фиг. 43 и 44, два датчика 63 и 64 изображения могут усреднять вместе два контура для оценивания размера капли. Например, алгоритм может усреднять контуры, измеренные двумя датчиками 63 и 64 изображения для определения размера капли. Датчики 63 и 64 изображения могут использовать эталонный фоновый рисунок для облегчения описанного здесь распознавания разме-

ра капли.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения датчики 63 и 64 изображения формируют изображение текучей среды для определения, существует ли условие свободного потока. Датчики 63 и 64 изображения могут использовать фоновый рисунок для определения, свободно ли течет текучая среда (т.е. капли не формируются и текучая среда течет через капельницу 59). Как упомянуто выше, хотя расходомер 58 включает в себя два датчика изображения (например, 63 и 64), в некоторых вариантах осуществления можно использовать только один из датчиков 63 и 64 изображения для определения, существует ли условие свободного потока и/или для оценивания расхода текучей среды через капельницу.

Дополнительно или альтернативно, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения другой датчик 65 изображения контролирует трубку 66 для текучей среды для обнаружения присутствия в трубке для текучей среды одного или более пузырьков. В альтернативных вариантах осуществления вместо датчика 65 изображения можно использовать другие детекторы пузырьков. В других дополнительных вариантах осуществления в расходомере 58 не используется обнаружение пузырьков.

Фиг. 45 демонстрирует расходомер 218, присоединенный к капельнице 219, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Капельница 219 прикреплена к расходомеру 218 через соединительные приспособления 410. Подсветка 220 излучает свет через капельницу к датчику 221 изображения (показанному схематично).

Расходомер 218 может электронно передавать расход на клиент 8 контроля (см. фиг. 1). Дополнительно или альтернативно, в некоторых необязательных вариантах осуществления расходомер 218 может включать в себя дисплей, который отображает расход (например, сенсорный экран, светодиодное табло и пр.). Расходомер 218 может быть присоединен к штативу 223 через зажимы 222.

В некоторых вариантах осуществления расходомер 218 может быть присоединен к приводу, который подключен к клапану (не показанному на фиг. 45) для формирования системы замкнутого цикла (например, управляющего компонента 14, показанного на фиг. 1, например PID, двухпозиционной, нейронно-сетевой или нечетко-логической системы управления) для регулировки расхода текучей среды через капельницу 219.

Расходомер 218 может использовать любой описанный здесь потоковый алгоритм и может включать в себя любую описанную здесь систему формирования изображений. Дополнительно или альтернативно, расходомер 218 может включать в себя компонент детектора свободного потока (например, компонент 12 детектора свободного потока, показанный на фиг. 1).

Фиг. 46 демонстрирует расходомер 224 и зажимной клапан 225, присоединенный к корпусу 226 расходомера 224 для управления расходом текучей среды к пациенту, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Расходомер 224 включает в себя датчик 227 изображения и подсветку 228.

Датчик 227 изображения формирует изображение капельницы 229 и может принимать освещение от подсветки 228. Расходомер 224 включает в себя опорную деталь 230, присоединенную к соединительному приспособлению 231, которое присоединяет капельницу 229 к расходомеру 224.

Расходомер 224 может реализовывать любой описанный здесь оценитель расхода (например, компонент 13 оценивания расхода, показанный на фиг. 1) и/или раскрытый здесь детектор свободного потока (например, компонент 12 детектора свободного потока, показанный на фиг. 1). Расходомер 224 может использовать зажимной клапан 225 в режиме замкнутого цикла для управления расходом текучей среды к пациенту (например, с использованием управляющего компонента 14, показанного на фиг. 1).

Зажимной клапан 225, как более наглядно показано на фиг. 47, присоединен к валу 233, который присоединен к приводу 234. Приводом 234 может быть соленоид или любой привод, который может перемещать зажимной клапан 225 к трубке 335.

Фиг. 48 демонстрирует расходомер 336 и зажимной клапан 225 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Расходомер включает в себя два датчика 337 и 338 изображения. Расходомер 336 может использовать зажимной клапан 225 в конфигурации обратной связи с замкнутым циклом. Расходомер 336 может реализовывать описанный здесь алгоритм оценивания объема с использованием обоих датчиков 337 и 338 изображения для оценивания расхода текучей среды через капельницу 229. Например, расходомер 336 может усреднять два объема вместе для использования в цикле обратной связи.

Фиг. 49 демонстрирует расходомер 339 и клапан 340, присоединенный к приводу 341 для управления расходом текучей среды, поступающей в тело пациента, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Расходомер 339, показанный на фиг. 49 аналогичен расходомеру 224, показанному на фиг. 46; однако расходомер 339, показанный на фиг. 49, включает в себя клапан 340, имеющий искривленные, удлиненные опорные детали 342 и 343 (см. фиг. 50А, 50В).

Расходомер 339 включает в себя датчик 227 изображения и подсветку 228. Датчик 227 изображения формирует изображение капельницы 229 и может принимать освещение от подсветки 228. Расходомер 339 включает в себя опорную деталь 230, присоединенную к соединительному приспособлению 231, которое присоединяет капельницу 229 к расходомеру 339.

Расходомер 339 может реализовывать любой описанный здесь оценитель расхода (например,

компонент 13 оценивания расхода, показанный на фиг. 1) и/или раскрытый здесь детектор свободного потока (например, компонент 12 детектора свободного потока, показанный на фиг. 1). Расходомер 339 может использовать клапан 340 в режиме замкнутого цикла для управления расходом текучей среды, поступающей в тело пациента (например, с использованием управляющего компонента 14, показанного на фиг. 1).

Расходомер 339 может активировать привод 341 для приведения в действие клапана 340, который, таким образом, регулирует поток текучей среды через трубку 335 для внутривенного вливания в конфигурации обратной связи (т.е. замкнутого цикла) с использованием любого алгоритма управления.

Согласно фиг. 50А, 50В, которые демонстрируют виды крупным планом клапана 340, показанного на фиг. 49, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Клапан 340 включает в себя внутреннюю искривленную, удлиненную опорную деталь 343 и внешнюю искривленную, удлиненную опорную деталь 342. Трубка 335 располагается между опорными деталями 342 и 343.

Внутренняя опорная деталь 343 включает в себя цилиндрическую гайку 344. Внешняя опорная деталь 342 присоединена к цилиндрической гайке 344 крюками 345. В некоторых вариантах осуществления цилиндрическая гайка 344 не присоединена к клапану 340, и внутренняя опорная деталь 342 включает в себя отверстие, через которое может скользить резьбовая шпилька или винт 347. Внешняя опорная деталь 342 также имеет крюки 348 для прикрепления ее к раме 349 привода 341. Привод 341 включает в себя вал 346, присоединенный к винту 347. Когда привод 341 вращает вал 346, винт 347 может вращаться, толкая цилиндрическую гайку 334 к приводу 341. Таким образом, крюки 345 и цилиндрическая гайка 334 перемещаются к крюкам 348 и раме 349, поскольку внутренняя и внешняя опорные детали 342 и 343 являются гибкими.

Когда опорные детали 342 и 343 сжимаются, трубка 335 сжимается, поскольку она располагается между опорными деталями 342 и 343. Сжатие трубки 335 ограничивает поток текучей среды через трубку 335. Клапан 340 сжимает трубку 335 на протяжении длины, которая существенно больше диаметра трубки 335.

Фиг. 51А-51D демонстрируют несколько видов расходомера 350 с клиентом 358 контроля, клапаном 352, капельницей 357 и пакетом 411 для внутривенного вливания и трубкой 412 для текучей среды в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Расходомер 350 включает в себя приемный участок 351 для приема клапана 352. Клапан 352 включает в себя две искривленные, удлиненные опорные детали 353 и 354.

Расходомер 350 включает в себя датчик 355 изображения и подсветку 356, которые могут контролировать капли, сформированные в капельнице 357. Расходомер 350 может использовать датчик 355 изображения для реализации описанного здесь алгоритма оценивания расхода (например, компонента 13 оценивания расхода, показанного на фиг. 1) и/или для реализации раскрытого здесь детектора свободного потока (например, компонента 12 детектора свободного потока, показанного на фиг. 1).

Расходомер 350 включает в себя основание 359, которое может образовывать разъем для приема клиента 358 контроля. Клиентом 358 контроля может быть смартфон или другое электронное вычислительное устройство (например, устройство на базе Android, Iphone, планшет, КПК и пр.).

Клиент 358 контроля может содержать программное обеспечение для реализации детектора свободного потока, оценителя расхода, управляющего компонента, компонента экспозиции и т.д. (например, компонента 12 детектора свободного потока, компонента 13 оценивания расхода, управляющего компонента 14, компонента 29 экспозиции, показанных на фиг. 1) и может содержать один или более приемопередатчиков (например, приемопередатчик 9). Дополнительно или альтернативно, основание 359 расходомера 350 может реализовывать эти элементы.

Например, расходомер 350 может реализовывать детектор свободного потока, оценитель расхода, управляющий компонент, компонент экспозиции и т.д. с использованием внутреннего программного обеспечения, аппаратного обеспечения, электроники и пр. Расходомер 350 может реализовывать систему обратной связи с замкнутым циклом для регулировки текучей среды, текущей к пациенту, путем изменения потока текучей среды через клапан 352.

Как явствует из фиг. 51В, клапан 352 включает в себя внутреннюю опорную деталь 354 и внешнюю опорную деталь 353. Внутренняя опорная деталь 354 присоединена к цилиндрической гайке 360 и к втулке 361. В некоторых вариантах осуществления цилиндрическая гайка 360 не присоединена к внутренней опорной детали 354, и внутренняя опорная деталь 354 включает в себя отверстие, через которое должен скользить резьбовой вал 362.

Резьбовой вал 362 (например, винт) свободно вращается в подшипнике, расположенном во втулке 361, и сопрягается с резьбовой гайкой в цилиндрической гайке 360, чтобы толкать или тянуть цилиндрическую гайку 360 относительно втулки 361 за счет вращения маховичка 363 (например, приводом является ходовой винт, имеющий маховичок для приведения в движение ходового винта). Маховичок 363 можно вращать вручную.

Дополнительно или альтернативно, клапан 352 может защелкиваться в приемный участок 351, который включает в себя вращающуюся деталь 364, которая сопрягается с маховичком 363 в приемном участке 351 (см. фиг. 51С). Вращающаяся деталь 364 сопрягается с вращающимся маховичком 363 для

приведения в действие клапана 352. Вращающаяся деталь 364 может быть присоединена к электродвигателю, который вращает вращающуюся деталь 364. Электродвигатель (в явном виде не показанный) может управляться расходомером 350 в конфигурации замкнутого цикла для достижения целевого расхода текучей среды, текущей к пациенту.

Фиг. 52А-52D демонстрируют несколько видов другого расходомера 365 с клапаном 352, капельницей 357 и канавкой 413 для трубки для текучей среды, имеющей приемный участок 351 для приема клапана 352 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Расходомер 365, показанный на фиг. 52А-52D, аналогичен расходомеру 350, показанному на фиг. 51А-51D; однако основание 359 удерживает клиент 358 контроля в "стоячем" положении. Дополнительно, приемный участок 351 находится на стороне основания 359, противоположной клиенту 358 контроля (см. фиг. 52В и 52С).

Фиг. 52D демонстрирует увеличенный вид клапана 35, сопрягающегося с приемным участком 351. Маховичок 363 сопрягается с вращающейся деталью, которая является внутренней по отношению к основанию 359 (не показанной на фиг. 52D), которая присоединена к двигателю (также не показанному на фиг. 52D).

Фиг. 53А демонстрирует другой вид клапана 352, показанного на фиг. 51А-51D и 52А-52D, и фиг. 53В-53С демонстрируют два поддетальных вида клапана, показанного на фиг. 53А, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фиг. 53А-53С, клапан 352 включает в себя внутреннюю опорную деталь 354 и внешнюю опорную деталь 353. Трубку можно вставлять через отверстия 366 и 367 для размещения трубки между опорными деталями 354 и 353.

Маховичок 363 можно вращать для вращения винта 362. Вращение винта 362 заставляет цилиндрическую гайку 360 перемещаться к разрезной втулке 363 для сжатия трубки, расположенной между опорными деталями 353 и 354. Разрезная втулка 363 включает в себя два стороны, однако имеется промежуток для прочного удержания конца 600 (например, головки) винта 362 в промежутке (например, промежутке соответствующей формы). Фиг. 54 демонстрирует клапан 352 с ручным управлением, присоединенный к трубке 368.

Фиг. 55 демонстрирует клапан 369, который включает в себя две гибкие детали 370 и 371 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Гибкие детали 370 и 371 могут представлять собой две гибкие пластины. Гибкая деталь 371 может включать в себя отверстия 373 и 374 для трубки 372, подлежащей размещению между гибкими деталями 370 и 371.

Гибкие детали 370 и 371 соединены друг с другом через две детали 377 и 378 соединителя. Детали 377 и 378 соединителя присоединены к соединительным деталям 376 и 375 соответственно.

Приводить в действие клапан 369 может линейный привод, который тянет соединительные детали 377, 378 навстречу друг к другу или друг от друга. Линейный привод (в явном виде не показанный) может представлять собой привод винтового типа, плунжерный привод или другой привод. В некоторых вариантах осуществления одна из соединительных деталей 375 и 376 может быть присоединена к неподвижной опоре, тогда как привод присоединен к другой из соединительных деталей 375 и 376 и другой неподвижной опоре, чтобы тянуть соединительные детали 375 и 376 друг к другу или друг от друга.

Фиг. 56А-56С демонстрируют несколько видов клапана 380, имеющего две искривленные, удлиненные опорные детали 381 и 382, причем одна из удлиненных опорных деталей 381 имеет множество ребер 387, выполненных с возможностью сопряжения с трубкой, расположенной между опорными деталями 381 и 382, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Обе опорные детали 381 и 382 клапана 380 присоединены к связующей детали 383 на первом конце и второй связующей детали 384 на другом конце. Таким образом, связующая деталь 384 окружает винт 385, и связующая деталь 383 включает в себя внутренние резьбы, чтобы тянуть связующую деталь 383 к маховичку 386 или от него, когда винт 385 вращается благодаря вращению маховичка 386. Фиг. 56В демонстрирует клапан 380, приводимый в действие для перекрытия потока текучей среды через трубку, присоединенную между опорными деталями 381 и 382. Фиг. 56С демонстрирует опорную деталь 381, имеющую два отверстия 388 и 389 для приема трубки. Также заметим, что опорные детали 381 и 382 удерживают трубку со смещением от оси винта 385, что наглядно показано на фиг. 56С. Удержание трубки со смещением от оси винта 385 облегчает свободное перемещение трубки.

Фиг. 57А-57С демонстрируют несколько видов клапана 390, имеющего храповик 394, который сопрягается с соединительной деталью 393 клапана 390, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения, и фиг. 57D-57E демонстрируют два поддетальных вида клапана 390, показанного на фиг. 57А-57С. Храповик 394 сопрягается с соединительной деталью 393 благодаря взаимодействию с зубчатой рейкой 397, расположенной на ней. Палец 602 (см. фиг. 57D и 57E) взаимодействует с зубчатой рейкой 397 для обеспечения храповичного действия. Таким образом, палец 602 может удерживать зубчатую рейку 397 относительно пальца сопряжения на стороне, противоположной удерживающему пальцу 602. Клапан 390 включает в себя опорную деталь 391, один конец которой присоединен к храповику 394, а другой конец поворотно присоединен к шарниру 395. Клапан 390 также включает в себя опорную деталь 392, имеющую крючки 398, которые могут присоединяться к корпусу храповика 394.

Как показано на фиг. 57С, трубка 396 может располагаться между опорными деталями 391 и 392,

затем крюки 398 могут прикрепляться к корпусу храповика 394, и соединительная деталь 393 может вставляться в храповик 394 (как показано на фиг. 57В). Как показано на фиг. 57С, трубка 396 располагается напротив опорной детали 391 через отверстия 399 и 400.

Храповик 394 сопрягается с зубчатой рейкой 397 таким образом, что храповик 394 можно вручную перемещать к шарниру 395 для грубых регулировок потока текучей среды. После этого маховичок (не показан) может быть присоединен к храповику 394 для осуществления тонких регулировок расстояния между храповиком 394 и шарниром 395. Дополнительно или альтернативно, храповик 394 может включать в себя спусковую кнопку (не показана) для освобождения храповика от соединительной детали 393.

Фиг. 58А-58D демонстрируют несколько видов клапана 401, имеющего две удлиненные опорные детали 403 и 404, соединительную деталь 405 и привод 407 винтового типа в соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения.

Опорные детали 403 и 404 могут постоянно формоваться совместно на своих концах с концами соединительной детали 405. Трубка 402 может располагаться между опорными деталями 403 и 404.

При вращении маховичка 408 привод 407 винтового типа удлиняется или сокращается вследствие сопряжения с резьбовой шпилькой 406. Фиг. 58А демонстрирует клапан в открытом положении, а фиг. 58В демонстрирует клапан в закрытом положении. Заметим, что трубка 402 сдавливается на протяжении существенной длины трубки 402. Фиг. 58С, 58D демонстрируют клапан 401 в открытом положении и закрытом положении соответственно, в виде в перспективе.

фиг. 59А-59С демонстрируют несколько видов корпуса 501 клапана 500 (см. фиг. 59Н для клапана 500 в сборе) в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Корпус 501 включает в себя первую искривленную, удлиненную опорную деталь 502 и вторую искривленную, удлиненную опорную деталь 503. Первая опорная деталь 502 включает в себя приподнятые отверстия 504, 505 для удержания трубки между опорными деталями 502 и 503.

Корпус 501 также включает в себя первый соединитель 506, который присоединен к опорным деталям 503, 504 на конце, и второй соединитель 507, который присоединен к другим концам опорных деталей 503, 504.

Первый соединитель 506 присоединен к концу опорных деталей 503, 504 и к первому концу 508 соединительной детали 509. Второй соединитель 507 включает в себя отверстие 510 для размещения второго конца 511 детали соединителя 509 в нем (как явствует из фиг. 59В).

Когда трубка располагается между опорными деталями 502, 503, перемещение второго соединителя 507 к первому соединителю 506 сжимает трубку, расположенную между опорными деталями 502, 503. Когда второй соединитель 507 перемещается к первому соединителю, отверстие 510 второго соединителя 507 позволяет второму концу 511 детали соединителя 509 свободно скользить в нем.

Фиг. 59D-59G демонстрируют несколько видов маховичка 512 для использования с корпусом 501, показанным на фиг. 59А-59С, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Маховичок 512 включает в себя храповик 513 образованный четырьмя пальцами 514. Каждый из пальцев 514 включает в себя резьбовую поверхность 515 для сопряжения с резьбовой соединительной деталью 509. Пальцы 514 изогнуты к отверстию 516 в центре маховичка 512. Маховичок 512 также включает в себя пальцы 517, которые сопрягаются со вторым соединителем 507 (см. фиг. 59Н). В некоторых вариантах осуществления корпус 501 включает в себя выемку 510 для приема пальцев 517 на втором соединителе 508.

Фиг. 59Н демонстрирует клапан 500 в сборе, который включает в себя корпус 501, показанный на фиг. 59А-59С, присоединенный к маховичку 512, показанному на фиг. 59D-59G, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Маховичок 512 скользит по резьбам соединительной детали 509. Пальцы 514 сопрягаются с резьбами соединительной детали 509 и совершают храповичное действие по соединительной детали 509. Таким образом, маховичок 512 может свободно перемещаться к первому концу 508 соединительной детали 509 вдоль резьб соединительной детали 509, но не может перемещаться от первого конца 508 соединительной детали 509 без вращения маховичка 512. Таким образом, маховичок 512 можно помещать на соединительную деталь 509 для обеспечения грубой регулировки клапана 500 путем грубого перемещения соединителей 507, 508 навстречу друг к другу для закрытия клапана 500. Поскольку резьбовые поверхности 515 четырех пальцев 514 сопрягаются с резьбами соединительной детали 509, вращение маховичка 512 либо уменьшает, либо увеличивает расход текучей среды в трубке. Каждый из пальцев 514 включает в себя резьбовую поверхность 515 для сопряжения с резьбами соединительной детали 509 таким образом, что вращение маховичка 512 приводит к перемещению второго соединителя 507 к первому соединителю 506 или от него, чтобы, таким образом, управлять потоком текучей среды в трубке, расположенной между опорными деталями 502, 503.

Фиг. 60 демонстрирует клапан 520, имеющий направляющий выступ 521, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Клапан 520 аналогичен клапану 500, показанному на фиг. 59Н, но включает в себя направляющий выступ 521 и маховичок 522, имеющий первый и второй хомуты 523, 524. Маховичок 522 также включает в себя внутренние резьбы (не показан) для сопряжения с резьбами 525 соединительной шпильки 526. В некоторых вариантах осуществления внутренние резьбы могут иметь храповичное действие, и в других вариантах осуществления внутренние резьбы могут быть

фиксированными, без обеспечения храповичного действия.

Фиг. 61 демонстрирует двигатель 536 и крепежную конструкцию 537 клапана для присоединения к клапану 520, показанному на фиг. 60, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Крепежная конструкция 537 клапана включает в себя крепежные пальцы 528, 529, 530, 531, каждый из которых имеет искривленный участок 533 для надевания с защелкиванием на хомуты 523, 524 маховичка 522 (см. фиг. 62) на соответствующих хомутонаправляющих участках 534.

Согласно фиг. 60-62, когда хомуты 523, 524 достаточно закреплены, маховичок 522 может свободно вращаться. Таким образом, хомут 523 можно закреплять между крепежными пальцами 528 и 530 на их соответствующем хомутонаправляющем участке 534, позволяя маховичку 522 вращаться. Аналогично, хомут 524 можно закреплять между крепежными пальцами 529 и 531 на их соответствующем хомутонаправляющем участке 534, позволяя маховичку 522 вращаться.

Когда клапан 520 прикреплен к крепежной конструкции 537 клапана, вращение колеса 537 (вызванное двигателем 536) вращает маховичок 522 клапана 520. Когда клапан 520 изгибается, выступ 521 свободно перемещается в направляющей 535 выступа или рядом с направляющей 535 выступа. Фиг. 62 демонстрирует клапан, показанный на фиг. 60, прикрепленный к двигателю 536 через крепежную конструкцию 537 клапана.

Фиг. 63 демонстрирует другой двигатель 538 и крепежную конструкцию 539 клапана для присоединения к клапану, показанному на фиг. 60 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Крепежная конструкция 539 клапана включает в себя направляющую 540 выступа рядом с двигателем 538. Двигатель 538 присоединен к колесу 541 для сопряжения с маховичком 522 (см. фиг. 60).

Фиг. 64А демонстрирует клапан 542, имеющий скользящий хомут 545 и несколько пальцев 544 сжатия для регулирования расхода текучей среды через трубопровод 543 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Основание 546 соединено со всеми пальцами 544. Когда скользящий хомут 545 перемещается по пальцам 544 сжатия, пальцы 544 сжатия сжимают трубку 543 для предотвращения течения текучей среды через нее. Фиг. 64В демонстрирует вид в разрезе клапана, показанного на фиг. 64А.

Фиг. 64А демонстрирует клапан 542, имеющий скользящий хомут 545 и несколько пальцев 544 для регулирования расхода текучей среды через трубопровод 543 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Пальцы 544 присоединены к основанию 546 таким образом, что основание 546 и пальцы 544 окружают трубку 543. Хомут 545 может скользить от основания 546 таким образом, что пальцы 544 сжимают трубку 543 и, таким образом, уменьшают внутренний объем трубки 543. Уменьшение внутреннего объема трубки 543 приводит к снижению расхода текучей среды через трубку. Привод (не показан) может быть присоединен к хомуту 545 для управления позицией хомута 545 (например, линейный привод может быть присоединен к хомуту 545 и к основанию 546). Фиг. 64В демонстрирует вид в разрезе клапана 542, показанного на фиг. 64А. Заметим, что пальцы 544 могут быть изогнуты от трубки вблизи конца, противоположного основанию.

Фиг. 65 демонстрирует клапан 547, имеющий две искривленные поверхности 549 и 550 для размещения трубки 548 для текучей среды между ними для регулировки расхода текучей среды через трубку 548 для текучей среды в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Когда поверхности прижимаются друг к другу, трубка 548 сжимается между ними. Две искривленные поверхности 549 и 550 можно прижимать друг к другу с использованием привода. Трубка 548 может быть обернута несколько раз вокруг поверхности 549.

Фиг. 66А-66G демонстрируют несколько видов клапана 551, имеющего маховичок 552 для перемещения соединительной детали 553, которая фиксируется на месте после перемещения маховичка 552 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Клапан 551 включает в себя внутреннюю искривленную, удлиненную опорную деталь 554 и внешнюю искривленную, удлиненную опорную деталь 556. Маховичок 552 поворотом присоединен к внешней опорной детали 556 посредством шкворня 578. Соединительная деталь 553 сопрягается с зубцами 576 маховичка 552.

Соединительная деталь 553 может входить в отверстие конца 555 опорной детали 556 таким образом, что вращение маховичка 552 фрикционно блокирует палец 700 сопряжения (см. фиг. 66D) на зубчатой рейке 558 соединительной детали 553. Палец 700 сопряжения может сопрягаться с зубцами 576 для блокировки маховичка 552, чтобы, таким образом, препятствовать вращению маховичка 552, пока достаточный крутящий момент не преодолеет блокирующее действие пальца 700 сопряжения. Удерживающий палец 577 располагается с другой стороны отверстия 571, прижимая соединительную деталь 552 к зубцам 576 маховичка 552.

Внутренняя опорная деталь 554 может отворачиваться от внешней опорной детали 556 таким образом, что трубка может нагружаться через приподнятые участки 559 и 560 (см. фиг. 66С). Внутренняя опорная деталь 554 отворачивается от внешней опорной детали 556 посредством связующих элементов 561, 562, 701 и 702 в форме восьмерки, как показано на фиг. 66С. После этого внутренняя опорная деталь 554 поворачивается обратно к опорной детали 556, как показано на фиг. 66D. Затем соединительная деталь 553 вставляется в конец 555 внешней опорной детали 556 (это показано крупным планом на

фиг. 66Е), которая включает в себя палец 700 сопряжения, который блокируется на зубцах 576 маховичка 552, временно препятствуя движению соединительной детали 553 (см. фиг. 66G). Другой конец 581 соединительной детали 553 блокируется в отверстии 582 конца 557 опорной детали 556. Соединительная деталь 553 может быть поворотной соединена с концом 557. Маховичок 552 включает в себя зубцы 576 для перемещения соединительной детали 553 к концу 555 или от него. Однако, когда маховичок 552 не движется, палец 700 сопряжения блокирует перемещение маховичка 552, пока заранее определенная величина крутящего момента не переведет палец 700 на следующий зубец из зубцов 576 внутреннего участка маховичка 552.

Как упомянуто выше, опорная деталь 554 может откидываться от внешней опорной детали 556, как показано на фиг. 66С, что облегчается благодаря связующим элементам 561, 562, 701 и 702 в форме восьмерки. Связующий элемент 561 в форме восьмерки включает в себя отверстие 572 под шкворень, которое присоединяется к шкворню 563, и отверстие 573 под шкворень, которое присоединяется к шкворню 565. Связующий элемент 562 в форме восьмерки включает в себя отверстие 575 под шкворень, которое присоединяется к шкворню 566, и отверстие 574 под шкворень, которое присоединяется к шкворню 566. Связующий элемент 701 в форме восьмерки присоединен к шкворням 567 и 570, и связующий элемент 702 в форме восьмерки присоединен к шкворням 568 и 569 таким образом, что конец опорной детали 556 также откидывается от внутренней опорной детали 554.

Фиг. 67 демонстрирует график 408, который иллюстрирует зависимость активации от расхода для клапана, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. График 408 демонстрирует работу клапана, имеющего удлиненные опорные детали, например клапана 340, показанного на фиг. 49 и 50А, 50В, клапана 352, показанного на фиг. 51А-54, клапана 369, показанного на фиг. 55, клапана 380, показанного на фиг. 56А-56С, клапана 380, показанного на фиг. 57А-57Е, клапана 401, показанного на фиг. 58А-58D, клапана 500, показанного на фиг. 59Н, клапана 520, показанного на фиг. 60-60, клапана 542, показанного на фиг. 64А-64В, клапана 547, показанного на фиг. 65, и/или клапана 551, показанного на фиг. 66А-66G. По оси х графика 408 отложено смещение между концами опорных деталей клапана, и по ось у отложен расход (например, под действием силы тяжести и/или источника давления). Реакция клапана выражается нелинейной функцией, например S-кривой, сигмоидальной кривой, кривой Гомперца или обобщенной логистической функцией. Эти функции можно регулировать для совпадения с формой клапана и/или клапан можно регулировать для совпадения с одной из кривых или функций.

Фиг. 68А демонстрирует расходомер 703, который использует двоичную оптику 705, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Расходомер 703 включает в себя камеру 355, которая захватывает одно или более изображений для оценивания расхода текучей среды через капельницу 357 с использованием любого подходящего способа, например, раскрытых здесь способов. Расходомер 703 включает в себя лазер 704, который направляет лазерный пучок на сборку 705 двоичной оптики. После этого сборка 705 двоичной оптики перенаправляет и преобразует лазерный пучок через капельницу 357 и на датчик 355 изображения таким образом, чтобы датчик 355 изображения видел рисунок, например, массив линий 85, показанный на фиг. 8, которые могут образовывать полосы, как показано на фоновом рисунке 89 на фиг. 10. Сборка 705 двоичной оптики может формировать полосы с использованием множества овалов.

Датчик 355 изображения может включать в себя фильтр для отфильтровывания всех частот, за исключением частоты лазера 704. Например, датчик 355 изображения может включать в себя оптический полосовой фильтр, центральная частота которого равна (или примерно равна) оптической частоте (или центральной частоте оптической частоты) лазера 704.

Клиент 358 контроля может быть электрически подключен к лазеру 801 для модуляции лазера 801. Например, клиент 358 контроля может включать лазер 801 только при экспонировании заранее определенных пикселей и может отключать лазер 801, когда экспонируются другие пиксели помимо заранее определенных пикселей.

Расходомер 703, в необязательном порядке, включает в себя первый электрод 800 и второй электрод 801. Клиент 358 контроля может быть электрически подключен к первому и второму электродам 800, 801 для измерения образуемой ими емкости. В условиях образования потока емкость изменяется по причине различия в относительной диэлектрической проницаемости воздуха и воды. Клиент 358 контроля может контролировать изменения, обусловленные условием образования потока в капельнице 357, контролируя емкость между первым и вторым электродами 800, 801 и коррелируя увеличения и/или уменьшения емкости, выходящие за пределы порога, как соответствующие условию образования потока и/или условию необразования потока. Например, если емкость между первым и вторым электродами 800, 801 выше порога, процессор в клиенте 358 контроля может определить, что капельница 357 удовлетворяет условию образования потока.

В альтернативном варианте осуществления, первый и второй электроды 800, 801 являются рамочными антеннами. Клиент 358 контроля использует приемопередатчик для контроля магнитной связи между рамочными антеннами 800, 801. Например, приемопередатчик может передавать кодированное сообщение с одной рамочной антенны из антенн 800, 801 на другую из рамочных антенн 800, 801 и затем определять, успешно ли принято кодированное сообщение. Если да, то от приемопередатчика можно

получить измерение индикации интенсивности принятого сигнала ("RSSI"). RSSI можно использовать для контроля магнитной связи между антеннами 800, 801. Если магнитная связь превышает порог, то клиент 358 контроля может определить, что в капельнице 357 существует условие образования потока. В некоторых вариантах осуществления изменение магнитной связи или изменение емкостной связи может определяться как свидетельство возникновения условия образования потока.

Расходомер 703 также может включать в себя предохранительный клапан 706. Фиг. 69А-69F демонстрируют несколько видов предохранительного клапана 706, который можно использовать с расходомером, например, расходомером 703, показанным на фиг. 68, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фиг. 69А-69В демонстрируют подетальные виды предохранительного клапана 706. Предохранительный клапан 706 включает в себя соленоид 707, передаточную конструкцию 708, корпус 709 для трубки, пружину 720, лицевую панель 712, первый шпindel 713, второй шпindel 714, первый перекрывающий рычаг 710 и второй перекрывающий рычаг 711. Лицевая панель 712 включает в себя отверстие 715, и корпус 709 для трубки также включает в себя отверстие 819. Отверстия 715, 819 позволяют шпindelю 713 скользить в отверстиях 715, 819.

Как показано на фиг. 69С, трубка 820 может располагаться в корпусе 709 для трубки. Размещение трубки 820 помещает трубку 820 вблизи первого и второго перекрывающих рычагов 710, 711, которые показаны на фиг. 69D. Пружина 720 поддерживает первый и второй перекрывающие рычаги 710, 711 убранными, когда находится в сжатом состоянии (как показано на фиг. 69D), но запасает энергию, в результате чего перемещение заранее определенной величины первого и второго перекрывающих рычагов 710, 711 к трубке 820 вынуждает пружину высвободить запасенную ею механическую энергию, заставляя первый и второй перекрывающие рычаги 710, 711 выходить наружу и перекрывать трубку 820. Пружина 720 может быть пружиной 720 сжатия может тянуть 713 и 714 друг к другу. Первый и второй перекрывающие рычаги 710, 711 поворотом соединены друг с другом. Как явствует из фиг. 69Е, вал 718 соленоида 707 может действовать через отверстие 719 в трубке, надавливая на пружину 720, в результате чего пружина 720 высвобождает свою энергию и перекрывает трубку 820 (см. фиг. 69F для случая, когда первый и второй перекрывающие рычаги 710, 711 находятся в перекрывающей позиции).

Фиг. 70 демонстрирует блок-схему операций, иллюстрирующую способ 728 оценивания роста капли и/или расхода в капельнице в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Способ 728 включает в себя действия 729-735. Фиг. 71А-71Е демонстрируют изображения, используемые расходомером, с наложенным на них шаблоном для иллюстрации способа, представленного на фиг. 70.

Действие 729 захватывает изображение капельницы. Захватываемое изображение может быть изображением 721 на фиг. 71А. Действие 730 помещает шаблон в захваченном изображении в первую позицию. Например, как показано на фиг. 71А, шаблон 727 может располагаться в заранее определенной позиции. Действие 731 усредняет все пиксели в шаблоне 727. Действие 732 перемещает шаблон во вторую позицию. Например, шаблон 727 на фиг. 71А может перемещать шаблон в направлении Y (например, вниз, как показано на фиг. 71А).

В действии 733 пиксели в шаблоне используются для определения второго среднего. В действии 734, если разность между вторым средним и первым средним больше заранее определенного порогового значения, производится определение, что шаблон располагается на границе капли. Например, согласно фиг. 71А шаблон может медленно опускаться в направлении Y, пока шаблон 727 не перейдет от границы капли на участок изображения, который не содержит каплю, и в этом случае среднее значение пикселей будет резко переходить к темному среднему к более светлому среднему. Когда происходит этот переход, считается, что позиция Y шаблона 727 находится на границе капли (например, Y<sub>1</sub> на фиг. 71А). В действии 735 вторая позиция капли коррелируется с объемом капли. Например, значение Y<sub>1</sub> можно связывать с объемом капли в поисковой таблице. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения необходимы множественные перемещения шаблона 727, пока не будет обнаружена граница капли. Например, шаблон 727 может перемещаться в y-направлении на один пиксель за раз (или несколько пикселей за раз), и для обнаружения границы капли может потребоваться несколько перемещений шаблона 727. Контролируя границу капли, расходомер может управлять ростом капли для достижения целевого расхода (например, скоростью перехода из Y<sub>1</sub> на фиг. 71А в Y<sub>2</sub> на фиг. 71В может управлять PID цикл управления в расходомере). Фиг. 71В-71Е демонстрируют положение Y<sub>2</sub>, которое соответствует росту в капле относительно положения Y<sub>1</sub> на фиг. 71А.

Фиг. 72 демонстрирует модулируемую сборку 740 подсветки в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Сборка 740 может быть подсветкой 18, показанной на фиг. 1, или может использоваться как подсветка для любого подходящего расходомера из раскрытых здесь. Сборка 740 включает в себя первую монтажную плату 738, вторую монтажную плату 739, первый рассеиватель 736 подсветки и второй рассеиватель 737 подсветки.

Первая монтажная плата 738 включает в себя встроенные источники 822 света, которые проходят вдоль границы раздела между первым рассеивателем 736 подсветки и первой монтажной платой 738. Встроенные источники 822 света излучают свет на первый рассеиватель 736 подсветки, который направляется наружу, как указано позицией 821. Свет 821 могут направляться к датчику изображения. Первый

рассеиватель 736 подсветки рассеивает только свет, без "рисунка" сформированного при наблюдении датчиком изображения.

Вторая монтажная плата 739 включает в себя встроенные источники 823 света, которые освещают второй рассеиватель 737 подсветки. Второй рассеиватель 737 подсветки создает рисунок из полосок, которые обнаруживаются в свете 821 при наблюдении датчиком изображения. Таким образом, клиент контроля (например, клиент 358 контроля, показанный на фиг. 51А) и/или расходомер (например, расходомер 7, показанный на фиг. 1) может выбирать между полосатым фоновым рисунком (активируя встроенные источники 823 света) и бесполосным фоновым рисунком (активируя встроенные источники 822 света).

Например, согласно фиг. 1 и 72 расходомер 7 может использовать сборку 740 подсветки в некоторых конкретных вариантах осуществления; расходомер 7 может использовать бесполосный рисунок подсветки (активируя встроенные СИД 822 и не активируя встроенные СИД 823) для контроля роста капель и может переключаться на полосатый фоновый рисунок (активируя встроенные СИД 823 и не активируя встроенные СИД 822) для обнаружения условий образования потока.

Фиг. 73А-73С демонстрируют несколько видов устройства восстановления трубки 741 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Устройство 741 включает в себя ведущую шестерню 744, которая присоединена к первой восстанавливающей шестерне 742. Первая восстанавливающая шестерня 742 механически присоединена ко второй восстанавливающей шестерне 743. Трубка может располагаться между первой и второй восстанавливающими шестернями 742, 743. Участки первой и второй восстанавливающих шестерен 742, 743 образуют промежуток 745, в котором может располагаться трубка. Вращение первой и второй восстанавливающих шестерен 742, 743 уменьшает промежуток 745, когда трубка располагается между первой и второй восстанавливающими шестернями 742, 743. Переход из невозстановительной позиции в восстановительную позицию показан на фиг. 73В-фиг. 73С. Например, трубка может располагаться таким образом, что закупорка давит на трубку снизу вверх (как показано на фиг. 73В). Если трубка искажается с течением времени, двигатель, присоединенный к ведущей шестерне 744, вращает шестерни 743 и 744, для оказания давления на стенки трубки (как показано на фиг. 73С), для восстановления трубки к приближенному поперечному сечению путем прижатия к участкам стенки трубки, которые расширятся за пределы центральной оси трубки таким образом, что трубка искажается, приобретая, например, овальную форму.

Фиг. 74 демонстрирует систему для регулирования расхода текучей среды 746 с использованием клапана 747, имеющего две гибкие полоски 753 и 754 (см. фиг. 75); и фиг. 75 демонстрирует клапан 746, показанный на фиг. 74 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. В необязательном порядке, двигатель может быть присоединен к клапану 746 для управления расходомером в одном варианте осуществления.

Как показано на фиг. 75, клапан 74 включает в себя две гибкие полоски 753, 754, причем между ними может располагаться трубка, направляющий вал 752, две направляемые детали 749, 750, винт 751 и маховичок 748.

При вращении маховичка 748 винт 751 вращается. Вращающийся винт 751 тянет дальнюю направляющую деталь 750 к ближней направляющей детали 749 (поскольку дальняя направляющая деталь 750 включает в себя внутренние резьбы, и винт 751 свободно вращается в ближней направляющей детали 749).

Направляющая 751 направляет перемещение дальней направляющей детали 750. Направляющая 751 присоединена к ближней направляющей детали 749.

Фиг. 76А демонстрирует клапан 755, который использует пузырь 758 на основе текучей среды в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Клапан 755 включает в себя две створки 756, 757, пузырь 758 и плунжер 759. Плунжером 759 может быть любой источник текучей среды. Пузырь 758 может располагаться в полости 764, и трубка может проходить через пузырь 758 и располагаться в каналах 760 и 761. После этого створка 757 может располагаться поверх пузыря 758 таким образом, что полость 765 располагается поверх пузыря 758. Затем две створки 756, 757 можно соединить друг с другом ультразвуковой сваркой, временно прижать друг к другу и/или достаточно долго удерживать вместе. После этого привод (например, привод, управляемый раскрытым здесь расходомером) можно приводить в действие для перемещения текучей среды в пузырь 758 или из него с помощью плунжера 759.

Фиг. 76В демонстрирует вид в разрезе клапана 755 в сборе, показанного на фиг. 76А, с двумя эластомерными наполнителями 1002, 1004 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Эластомерные наполнители 1002, 1004 помогают удерживать трубку 1000 на месте и помогают восстанавливать трубку 1000 при сдувании пузыря 758.

Фиг. 77 демонстрирует систему 766 для регулирования расхода текучей среды с использованием клапана 769, имеющего две гибкие полоски 771, 772, приводимые в движение линейным приводом 822 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Фиг. 78 демонстрирует линейный привод 822, приводящий в действие клапан 769 для воспрепятствования протеканию текучей среды через трубку 775. Клапан 769 присоединен к двум соединительным приспособлениям 767 и 768. Ближнее соединительное приспособление 768 перемещается линейным приводом 822, тогда как дальнее соединительное приспособление 767 перемещается пружиной 770.

тельное приспособление 767 зафиксировано относительно неподвижного конца линейного привода 822.

Фиг. 79 демонстрирует крупный план клапана 769, показанного на фиг. 77, 78. Клапан 769 включает в себя две полоски 771, 772 (которые могут быть металлическими полосками), в которых может располагаться трубка 775. Две полоски 771, 772 клапана 769 могут быть присоединены к первой концевой конструкции 773 и второй концевой конструкции 774. Первая концевая конструкция 773 может быть присоединена к дальнему соединительному приспособлению 767, и вторая концевая конструкция 774 может быть присоединена к ближнему соединительному приспособлению 768 (см. фиг. 77, 78). Струна 770 или мембрана может быть обернута вокруг трубки 775 таким образом, что при распрямлении полосок 771, 772 струна 770 прижимается к боковым стенкам трубки 775, способствуя округлению трубки 775. Мембрана может быть выполнена из гибкого, но не растяжимого материала (или минимально растяжимого материала).

Фиг. 80 демонстрирует крупный план клапана, приводимого в действие, как показано на фиг. 78. Заметим, что струна 770 продета через отверстия 776 и 778. Струна 770 (которая может быть металлической) обвивается вокруг трубки 775 таким образом, что при открытии клапана 769 струна 770 восстанавливает трубку 775.

Фиг. 81 демонстрирует несколько изображений для использования с целью иллюстрации способа оценивания роста капли и/или расхода текучей среды, представленного на фиг. 82А, 82В, в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Фиг. 81 демонстрирует изображения 771-777, упомянутые ниже в связи с фиг. 82А, 82В.

Фиг. 82А, 82В демонстрируют блок-схему операций, иллюстрирующую способ 803 оценивания роста капли и/или расхода текучей среды. Способ 803 включает в себя действия 804-818.

Действие 804 захватывает первое изображение (например, изображение 771 на фиг. 81). Первое изображение может быть изображением капельницы в градации серого. Капельница может равномерно освещаться с полосатым рисунком на дне капельницы (т.е. на верхнем участке капельницы фоновый рисунок отсутствует).

Действие 805 создает первое ограниченное изображение с использованием первого изображения. Первое ограниченное изображение может быть изображением 774 на фиг. 81. Первое ограниченное изображение можно получить, сравнивая каждый пиксель из первого изображения с пороговым значением (например, задавая соответствующий пиксель ограничиваемого изображения равным 0, если соответствующий пиксель первого изображения выше порога, или задавая соответствующий пиксель ограничиваемого изображения равным 1, если соответствующий пиксель первого изображения ниже порога). Это действие призвано выделять области, где перед фоном присутствует вода.

В некоторых конкретных вариантах осуществления пороговый уровень обновляется для всякого нового изображения, чтобы гарантировать, что поддерживается заранее определенное отношение от 1 до 0 пикселей для выделения капли. Отношение можно обновлять для использования действием 805 при повторном использовании или обновлении может регулировать порог, пока не будет достигнуто заранее определенное отношение от 1 до 0 пикселей, и затем использовать первое ограниченное изображение для остального способа 803.

Действие 806 определяет набор пикселей в первом ограниченном изображении, связанный с заранее определенным набором пикселей в первом ограниченном изображении. Заранее определенный набор пикселей может определяться реперными точками, нанесенными на капельницу или отверстие, в котором формируются капли. Заранее определенный набор пикселей может быть заранее определенным набором значений  $x$ ,  $y$ , которые соответствуют пикселям. Действие 806 может использовать алгоритм анализа соединенных компонентных изображений.

Действие 807 фильтрует все остальные пиксели первого ограниченного изображения, которые не связаны с набором пикселей. Фильтр действует на попиксельной основе во временной области для генерации первого фильтрованного изображения. Первое фильтрованное изображение является оценкой неактивного (например, происходящего из признаков, не представляющих интерес в изображении) участка первого ограниченного изображения (изображения 774 на фиг. 81). Фильтром может быть любой фильтр, например любой описанный здесь фильтр.

Действие 808 удаляет пиксели, в отношении которых определено, что они не являются частью капли, из первого ограниченного изображения с использованием первого фильтрованного изображения для генерации второго изображения (например, изображения 775 на фиг. 81). Пиксель во втором изображении задается равным 1, если соответствующий пиксель в первом ограниченном изображении равен 1 и соответствующий пиксель в первом фильтрованном изображении меньше 0,5, в противном случае пиксель задается равным 0.

Действие 809 определяет второй набор пикселей во втором изображении, связанный с заранее определенным набором пикселей во втором изображении, для генерации третьего изображения (например, изображения 776 на фиг. 81). Третье изображение идентифицирует второй набор пикселей во втором изображении. Действие 809 находит набор "светящихся" пикселей во втором изображении, связанный с заранее определенным набором пикселей (например, пикселями, представляющими отверстие, в котором формируются капли).

Действие 810 определяет первую длину капли, отсчитывая количество строк, содержащих пиксели, соответствующие второму набору пикселей в третьем изображении. Таким образом, длина капли определяется как равная последней "светящейся" строки в наборе пикселей, найденном в действии 809. Первая длина соответствует первому оценочному размеру капли.

Действие 811 обновляет изображение фона с использованием первого изображения. Фильтр низких частот можно использовать для обновления каждого значения пикселя в изображении фона. Фильтр с бесконечной импульсной характеристикой можно использовать для обновления изображения фона с использованием первого изображения. Пиксель в изображении фона обновляется только для строк ниже первой длины плюс заранее определенная защитная зона. Пиксель в изображении фона обновляется посредством низкочастотной фильтрации значения из соответствующего пикселя в первом изображении.

Действие 812 создает второе ограниченное изображение (например, изображение 772 на фиг. 81), сравнивая первое изображение с изображением фона. Таким образом, для генерации второго ограниченного изображения, из первого изображения вычитается изображение фона, и, на попиксельной основе, абсолютное значение каждого пикселя устанавливается равным 1, если оно выше второго порогового значения, и устанавливается равным 0, если оно ниже второго порогового значения.

Действие 813 суммирует строки второго ограниченного изображения для создания множества строковых сумм (см. изображение 773 на фиг. 81). Каждая строковая сумма соответствует строке второго ограниченного изображения.

Действие 814 начинается в позиции строки второго ограниченного изображения, имеющего первую сумму из множества сумм, которая соответствует первой длине. Позиция строки увеличивается в действии 815. Действие 816 определяет, соответствуют ли текущая позиция строки соответствующей строковой сумме, которая ниже порога, например нуля. Если нет, то действие 815 осуществляется снова, пока текущая позиция строки не будет соответствовать соответствующей строковой сумме, равной нулю, и затем способ 803 переходит к действию 817.

Действие 817 определяет, что вторая длина равна текущей позиции строки. Вторая длина соответствует второму оценочному размеру капли. Действие 818 усредняет первую и вторую длины для определения средней длины. Средняя длина соответствует третьему оценочному размеру капли. Благодаря использованию первой и второй длин для определения средней длины эффекты конденсации на внутренних стенках капельницы ослабляются. Таким образом, две оценки длины капли создаются с целью компенсации влияния наличия конденсации на каждую длину. Для первой длины характерна недооценка длины капли, если капля конденсации пересекается с растущей каплей из крана. Для второй длины характерна переоценка длины капли, если капля конденсации пересекается с растущей каплей из крана. Их среднее значение обеспечивает более надежную оценку при наличии конденсации. В отсутствие конденсации оценки почти равны. В других вариантах осуществления для оценивания размера капли используется только одна из первой и второй длин.

Фиг. 83 демонстрирует блок-схему операций способа 900 понижения шума от конденсации в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Способ 900 включает в себя действия 902-910.

Действие 902 захватывает изображение капельницы. Действие 904 осуществляет операцию обнаружения границ по Кэнни на изображении для генерации первого обработанного изображения. Действие 906 осуществляет операцию И в отношении пикселя на первой стороне оси первого обработанного изображения с соответствующим зеркально-симметричным пикселем на второй стороне оси первого обработанного изображения. Таким образом, действие 902 образует ось в первом обработанном изображении и осуществляет операцию И в отношении каждого пикселя на одной стороне с пикселем с другой стороны, таким образом, что пиксель с другой стороны симметричен пикселю на первой стороне. Например, изображение 40 (по оси x) на 40 (по оси y) может иметь ось, заданную между столбцами пикселей 19 и 20. Верхний левый пиксель будет пикселем (1,1). Пиксель в положении (1, 5) подвергается операции И с пикселем в положении (40,5). Результирующий пиксель будет использоваться для обоих положений (1, 5) и (40,5) для генерации второго обработанного изображения.

Таким образом, после осуществления действия 906 действие 908 определяет, все ли пиксели обработаны. Действие 908 повторяет действие 906, пока все пиксели не будут обработаны. Действие 910 обеспечивает второе обработанное изображение, полученное в результате всех операций И.

Специалисты в данной области техники могут предложить различные альтернативы и модификации, не выходя за рамки раскрытия. Соответственно, настоящее изобретение призвано охватывать все подобные альтернативы, модификации и вариации.

Дополнительно, хотя здесь показаны на чертежах и/или рассмотрены некоторые варианты осуществления настоящего изобретения, это не означает, что раскрытие ограничивается ими, поскольку предполагается, что раскрытие охватывает максимально широкий объем в данной области техники, и то же самое относится к описанию изобретения. Таким образом, вышеприведенное описание не следует рассматривать в порядке ограничения, но лишь как подборку конкретных вариантов осуществления. Специалисты в данной области техники могут предложить другие модификации в рамках объема и сущности нижеприведенной формулы изобретения. Другие элементы, этапы, способы и методы, которые несуществен-

но отличаются от описанных выше и/или в нижеследующей формуле изобретения, также подлежат включению в объем раскрытия.

Варианты осуществления, показанные на чертежах, представлены только для демонстрации некоторых примеров раскрытия. Описанные чертежи предназначены только для иллюстрации, но не для ограничения. На чертежах в целях иллюстрации размер некоторых элементов может быть преувеличен и не выполнен в конкретном масштабе. Дополнительно, элементы, показанные на чертежах, имеющие одинаковые ссылочные позиции, могут быть идентичными элементами или могут быть аналогичными элементами, в зависимости от контекста.

Термин "содержащий", используемый в настоящем описании и формуле изобретения, не исключает наличия других элементов или этапов. Употребление их наименований в единственном числе не исключает возможности наличия их в некотором количестве, если конкретно не утверждается обратное. Соответственно, термин "содержащий" не подразумевает ограничения элементами, перечисленными после него; он не исключает наличия других элементов или этапов, и поэтому объем выражения "устройство, содержащее элементы А и В" не должен ограничиваться устройствами, состоящими только из компонентов А и В. Это выражение указывает, что в отношении настоящего изобретения единственными релевантными компонентами устройства являются А и В.

Кроме того, термины "первый", "второй", "третий" и пр., используемые в описании или в формуле изобретения, обеспечены для указания различия между аналогичными элементами и не обязательно для указания последовательности в пространстве или во времени. Следует понимать, что используемые таким образом термины являются взаимозаменяемыми в соответствующих обстоятельствах (если прямо не указано обратное) и что описанные здесь варианты осуществления раскрытия применимы к последовательностям и/или конфигурациям, отличным от описанных или проиллюстрированных здесь.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Расходомер, содержащий соединительное приспособление, выполненное с возможностью присоединения к капельнице; опорную деталь, оперативно присоединенную к соединительному приспособлению; датчик изображения, имеющий поле зрения и оперативно присоединенный к опорной детали, причем датчик изображения располагается так, что капельница находится в его поле зрения; фоновый рисунок, представляющий собой массив линий, имеющих по меньшей мере один угол относительно отверстия капельницы, находящийся в поле зрения датчика изображения; по меньшей мере один процессор, оперативно подключенный к датчику изображения для приема от него данных изображения, причем по меньшей мере один процессор определяет по данным изображения, что условие свободного потока существует, когда проходящая жидкость вызывает искажение изображения массива линий на углы, характеризующие свободный поток.
2. Расходомер по п.1, в котором капельница находится между датчиком изображения и фоновым рисунком.
3. Расходомер по п.2, в котором фоновый рисунок включает в себя повторяющийся рисунок, который повторяется по меньшей мере в одном направлении вдоль поверхности фонового рисунка на стороне фонового рисунка, обращенной к датчику изображения.
4. Расходомер по п.1, в котором фоновый рисунок расположен на стороне капельницы, противоположной датчику изображения.
5. Расходомер по п.1, в котором по меньшей мере один процессор сравнивает данные изображения с изображением фона для оценивания оптического искажения.
6. Расходомер по п.5, в котором по меньшей мере один процессор оценивает оптическое искажение посредством определения разницы между данными изображения и изображением фона.
7. Расходомер по п.5, в котором по меньшей мере один процессор оценивает оптическое искажение посредством определения абсолютной разницы между данными изображения и изображением фона.
8. Расходомер по п.5, в котором по меньшей мере один процессор оценивает оптическое искажение посредством определения абсолютной разницы в квадрате между данными изображения и изображением фона.
9. Расходомер по п.1, дополнительно содержащий неизменяемую процессорно-читываемую память, оперативно связанную по меньшей мере с одним процессором, причем неизменяемая процессорно-читываемая память включает в себя оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, конфигурированных для выполнения по меньшей мере одним процессором, причем оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций при выполнении по меньшей мере одним процессором управляет работой по меньшей мере одного процессора.
10. Расходомер, содержащий соединительное приспособление, выполненное с возможностью присоединения к капельнице; опорную деталь, оперативно присоединенную к соединительному приспособлению;

датчик изображения, имеющий поле зрения и оперативно присоединенный к опорной детали, причем датчик изображения располагается для наблюдения капельницы в поле зрения;

фоновый рисунок, расположенный в поле зрения датчика изображения, причем фоновый рисунок расположен таким образом, что капельница находится между фоновым рисунком и датчиком изображения, причем фоновым рисунком является массив линий, имеющих по меньшей мере один угол относительно отверстия капельницы при наблюдении от датчика изображения с использованием данных изображения;

по меньшей мере один процессор, оперативно подключенный к датчику изображения для приема от него данных изображения, причем по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью оценивания по меньшей мере одного параметра жидкости в капельнице на основании искажения фонового рисунка, вызванного проходящей жидкостью;

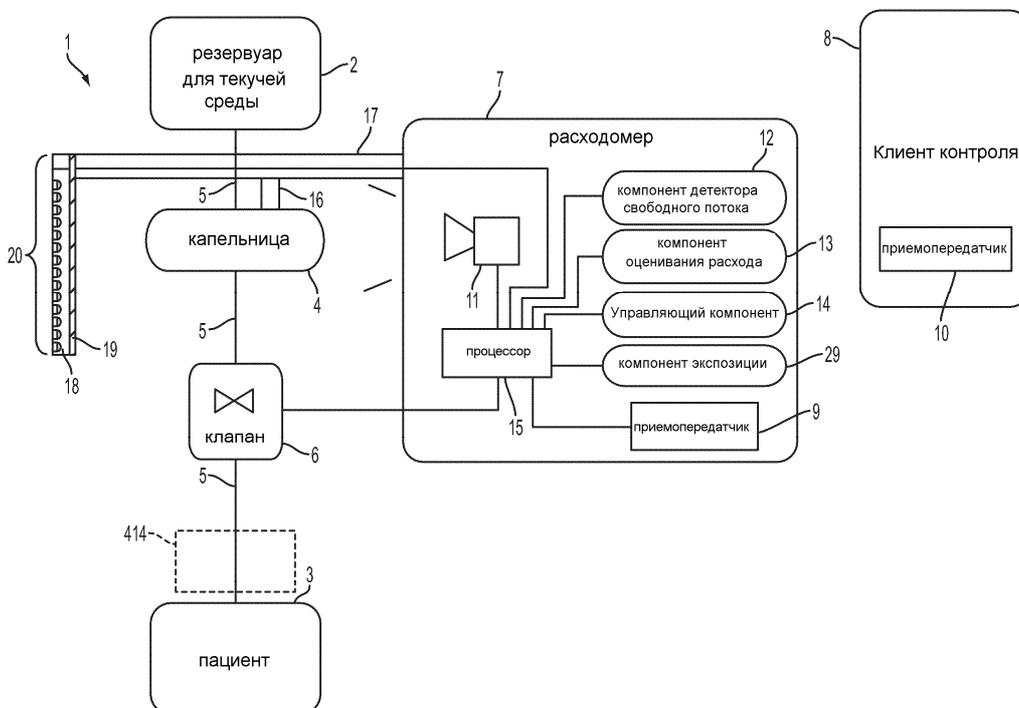
причем по меньшей мере один процессор определяет, что условие свободного потока существует, когда жидкость заставляет массив линий изменять углы за счет искажения, вызванного проходящей жидкостью, для которой в поле зрения датчика изображения выполняется условие свободного потока, при наблюдении.

11. Расходомер по п.10, в котором по меньшей мере один параметр представляет собой условие наличия потока.

12. Расходомер по п.10, в котором по меньшей мере один процессор определяет наличие условия свободного потока с использованием искажения фонового рисунка, вызванного жидкостью, как указано данными изображения.

13. Расходомер по п.10, в котором по меньшей мере один процессор определяет, что условие свободного потока существует, когда текущая жидкость вызывает фокусирующее действие, которое заставляет массив линий изменять углы за счет искажения, вызванного жидкостью, для которой выполняется условие свободного потока, при наблюдении в поле зрения датчика изображения.

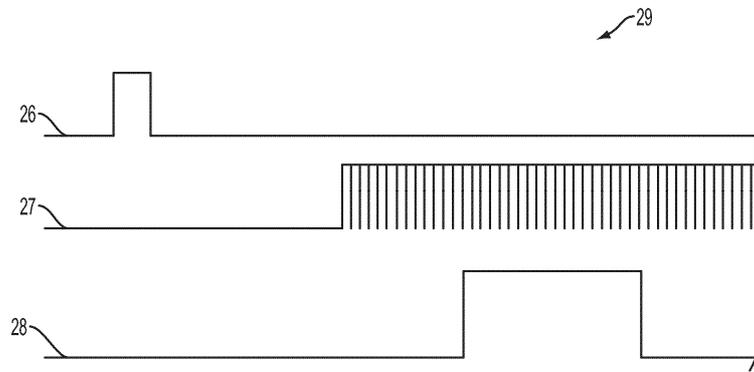
14. Расходомер по п.10, дополнительно содержащий неизменяемую процессорно-читываемую память, оперативно связанную по меньшей мере с одним процессором, причем неизменяемая процессорно-читываемая память включает в себя оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций, конфигурированных для выполнения по меньшей мере одним процессором, причем оперативный набор процессорно-исполнимых инструкций при выполнении по меньшей мере одним процессором управляет работой по меньшей мере одного процессора.



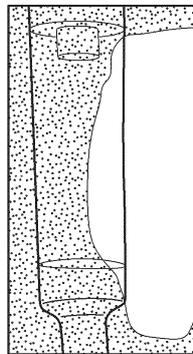
Фиг. 1



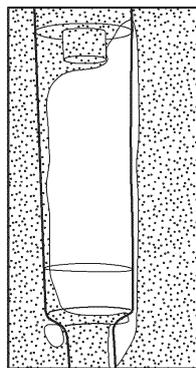
Фиг. 2



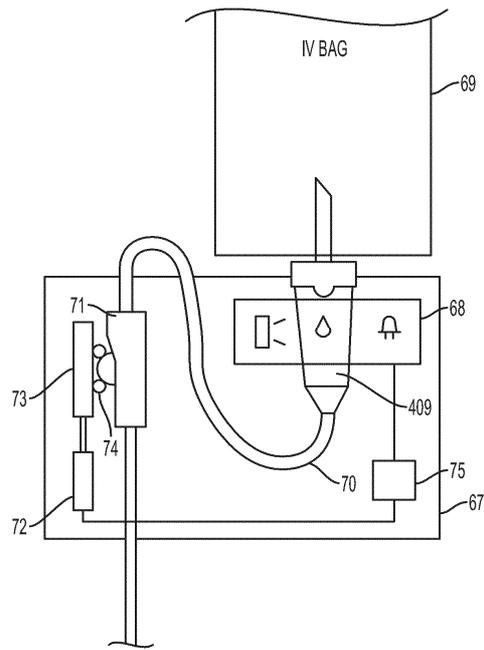
Фиг. 3



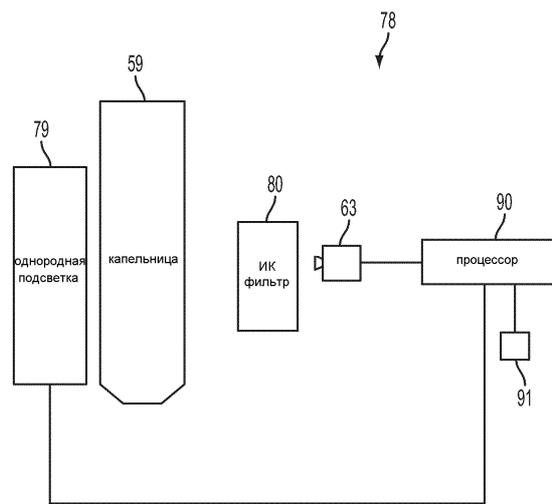
Фиг. 4А



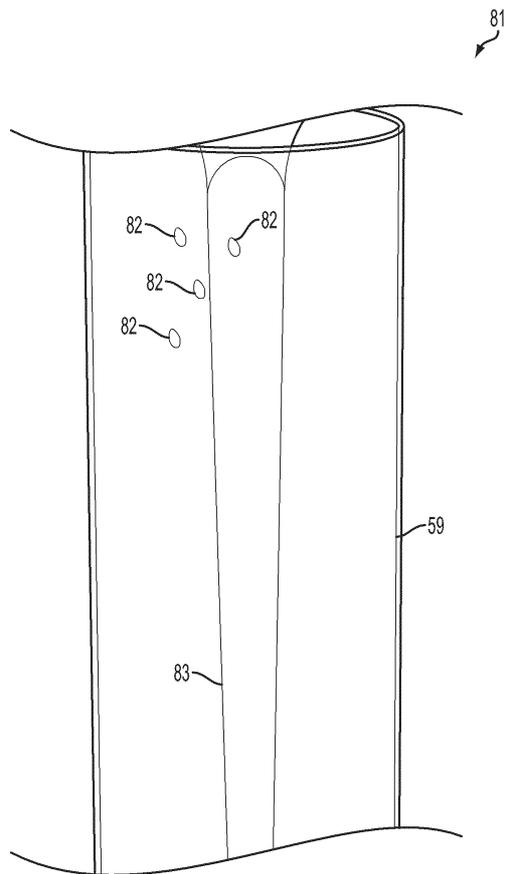
Фиг. 4В



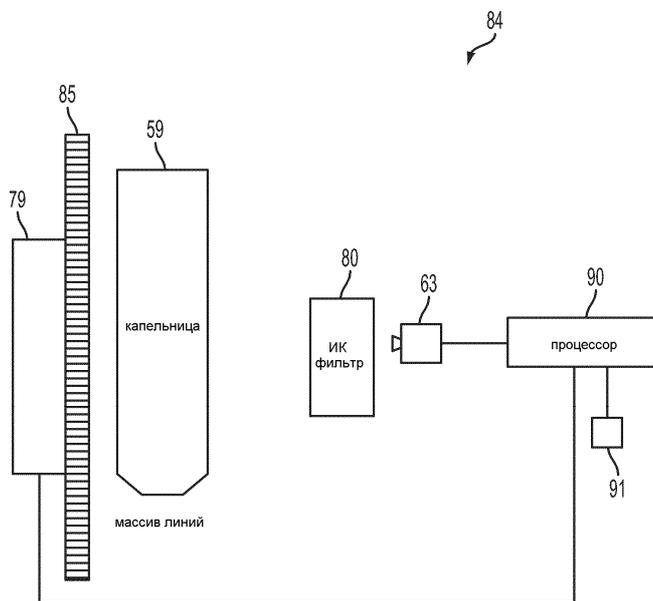
Фиг. 5



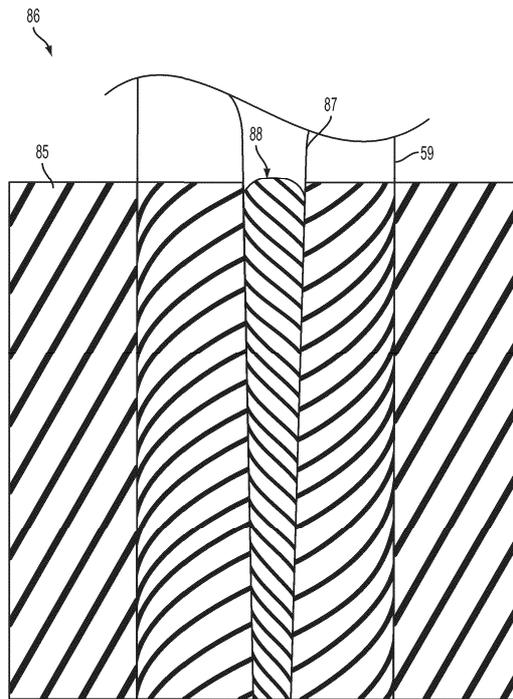
Фиг. 6



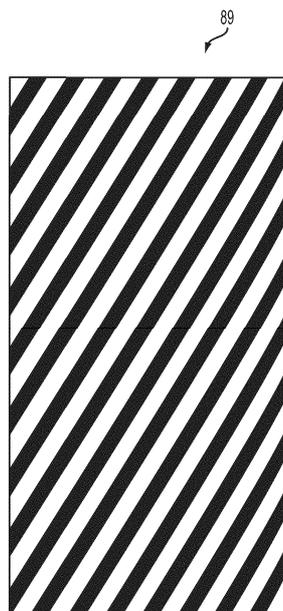
Фиг. 7



Фиг. 8

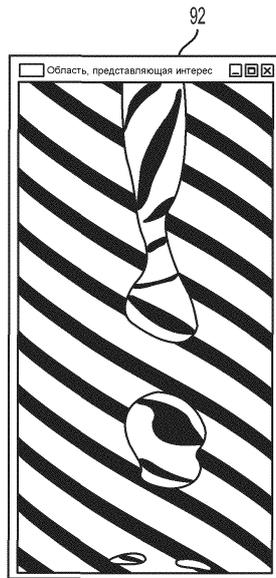


Фиг. 9

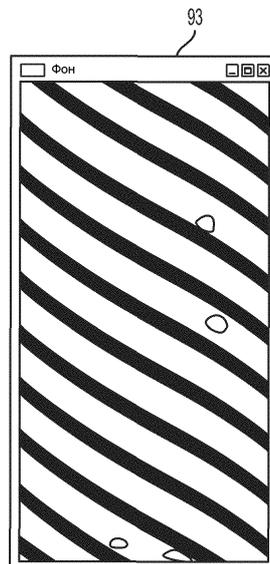


Типичное изображение фона

Фиг. 10

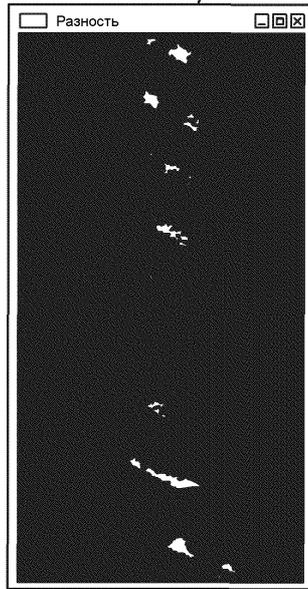


Фиг. 11

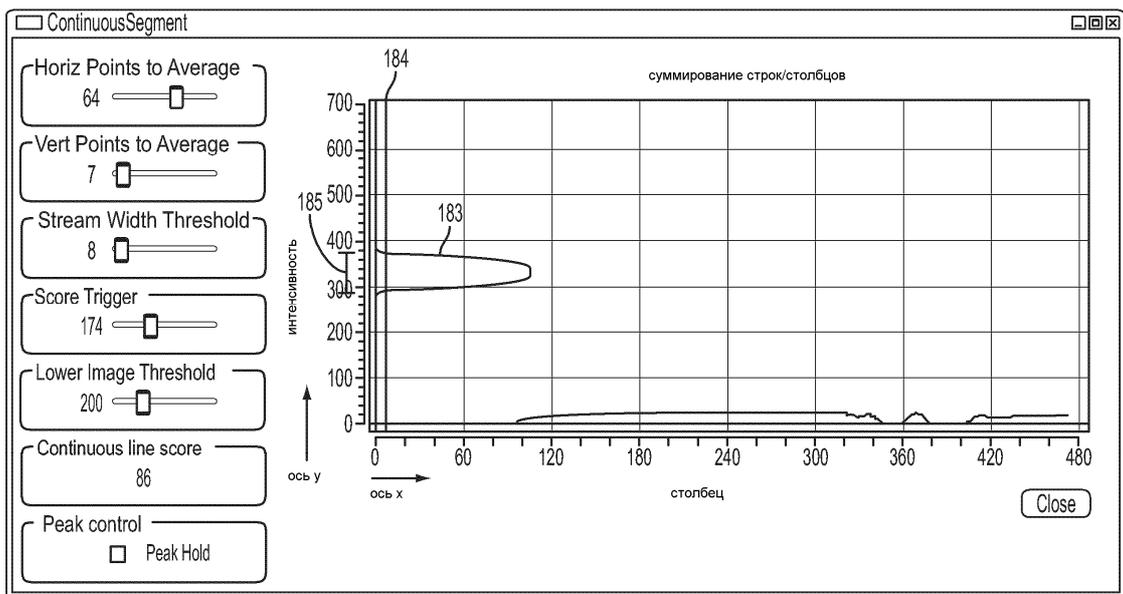


Фиг. 12

94



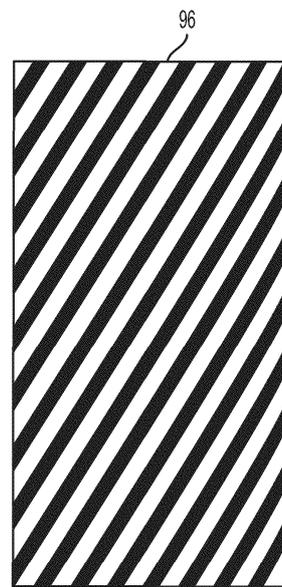
Фиг. 13



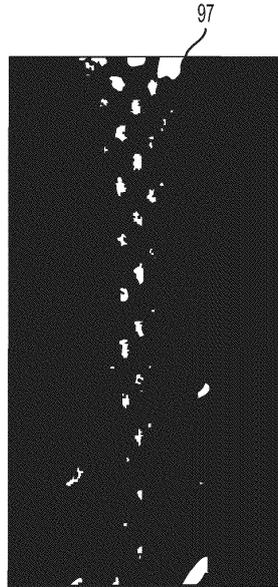
Фиг. 14



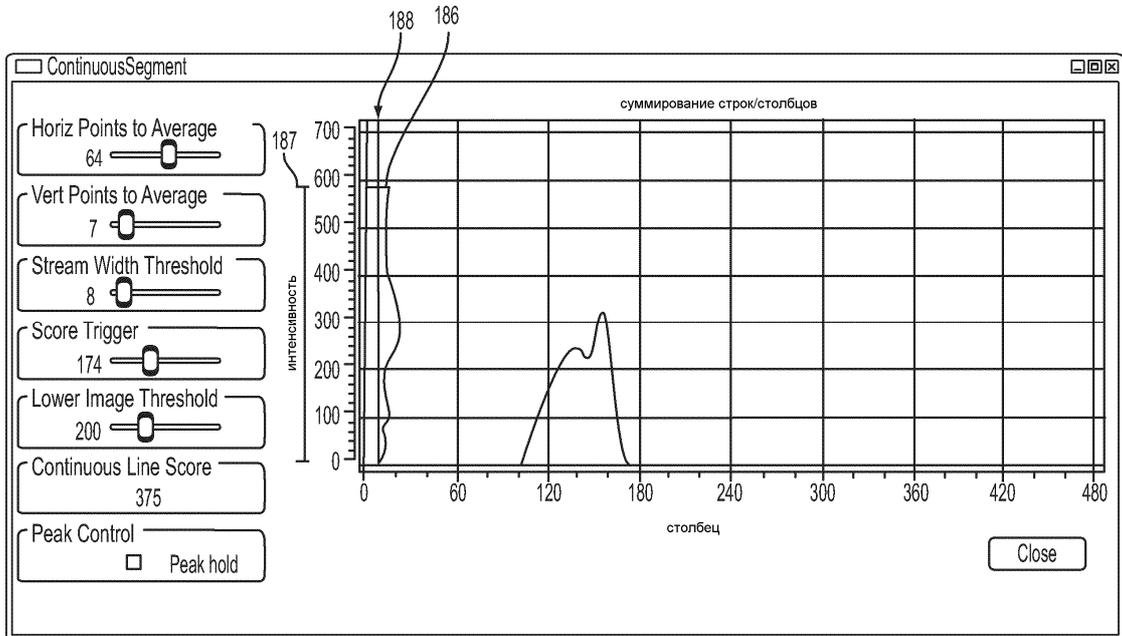
Фиг. 15



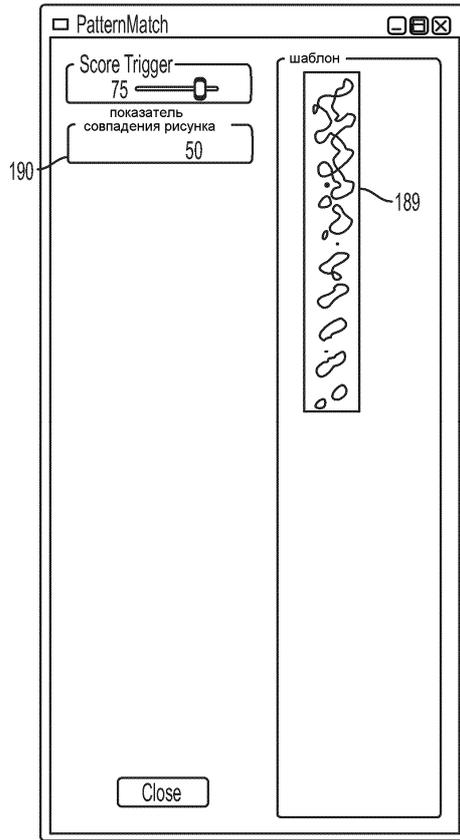
Фиг. 16



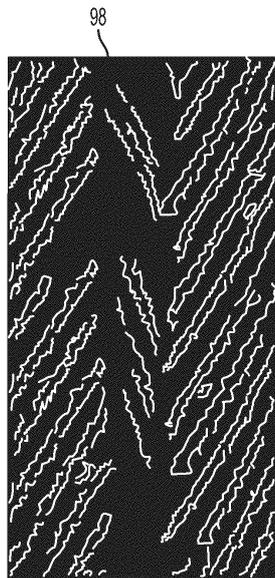
Фиг. 17



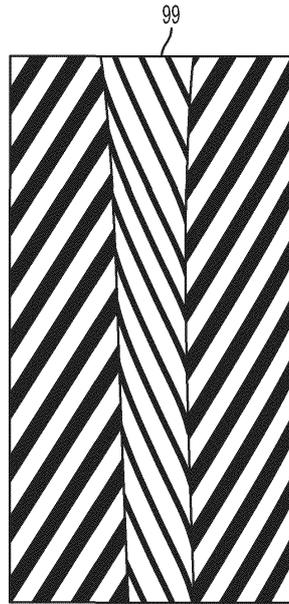
Фиг. 18



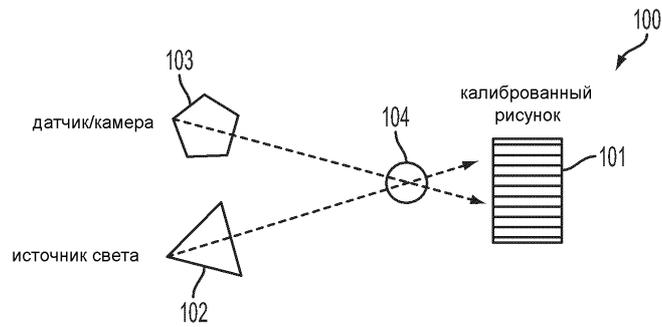
Фиг. 19



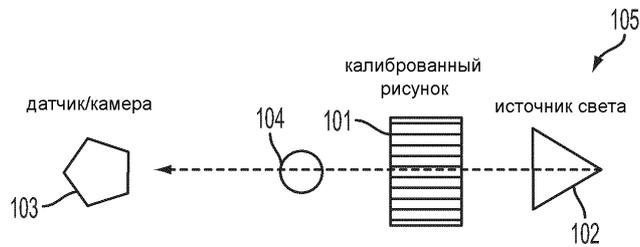
Фиг. 20



Фиг. 21



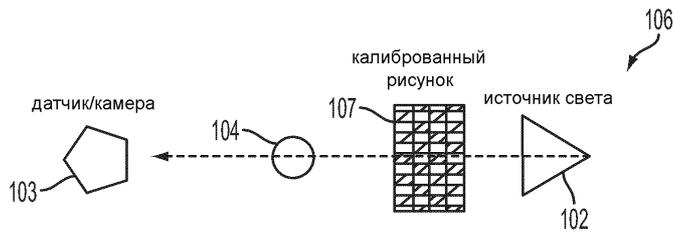
Фиг. 22



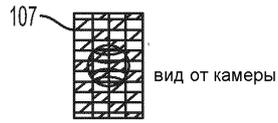
Фиг. 23



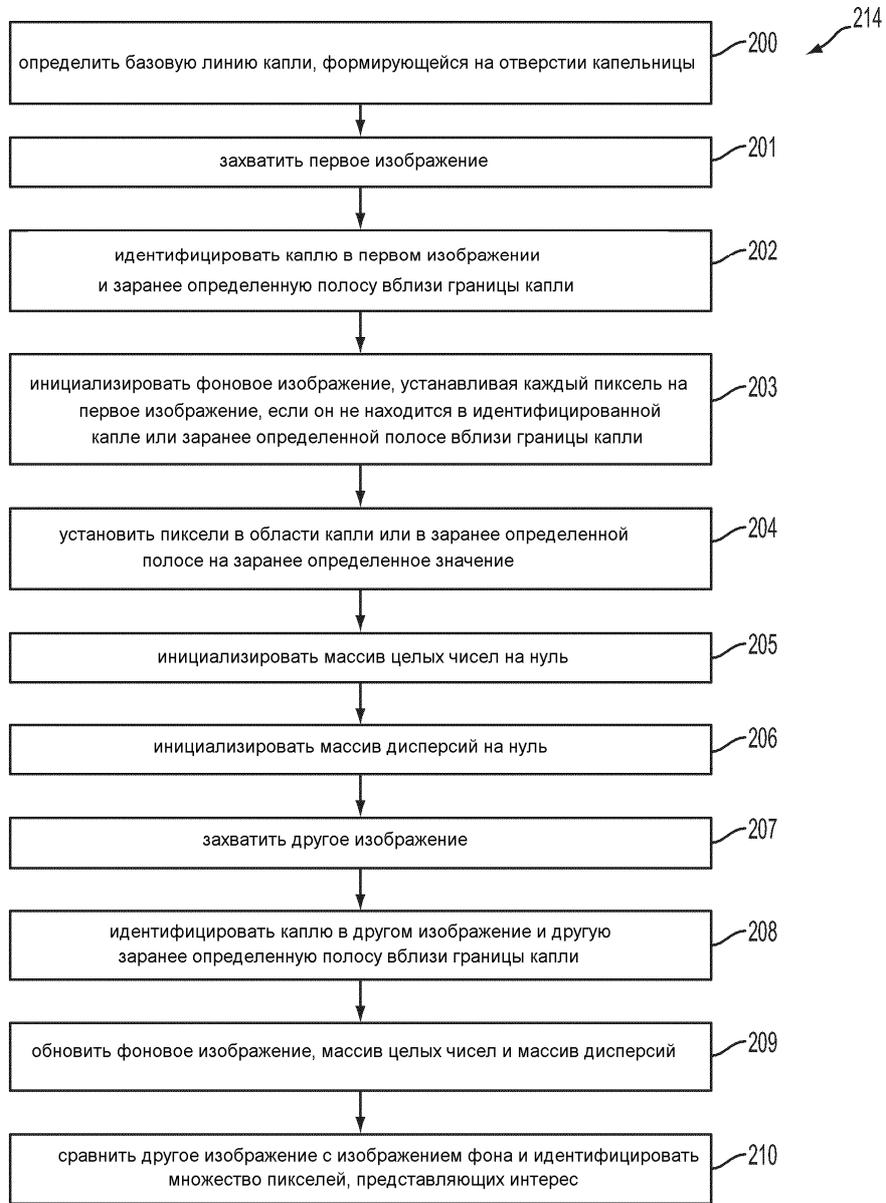
Фиг. 24



Фиг. 25



Фиг. 26

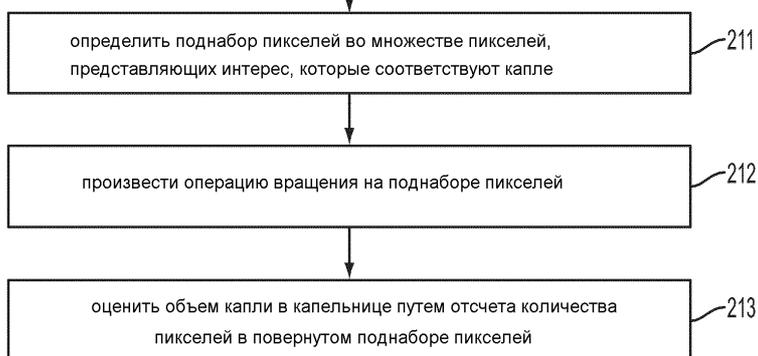


К ФИГ. 28

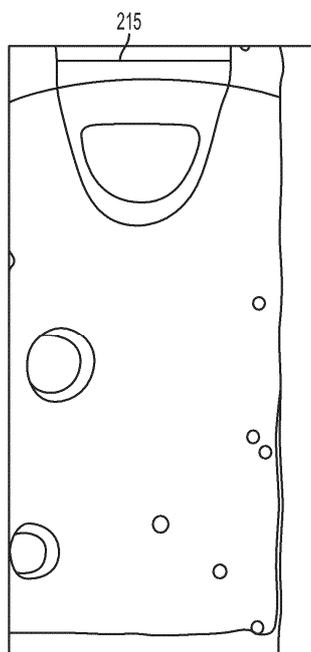
Фиг. 27

214

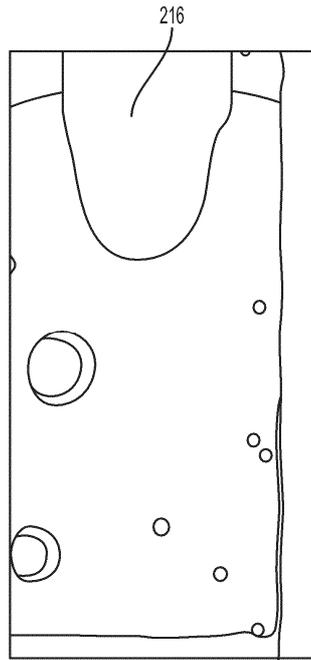
ОТ ФИГ. 27



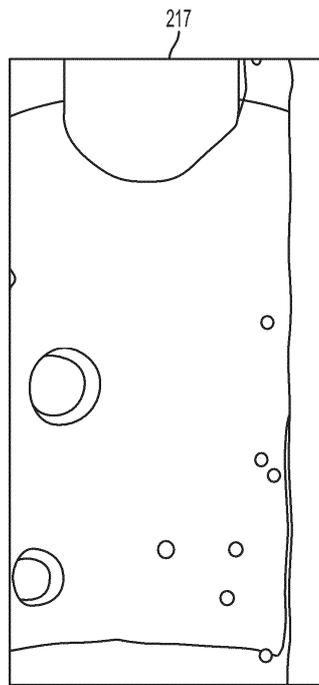
Фиг. 28



Фиг. 29



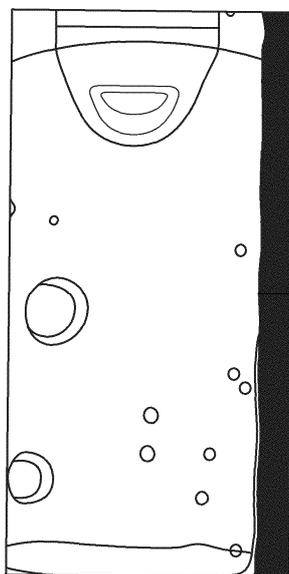
Фиг. 30



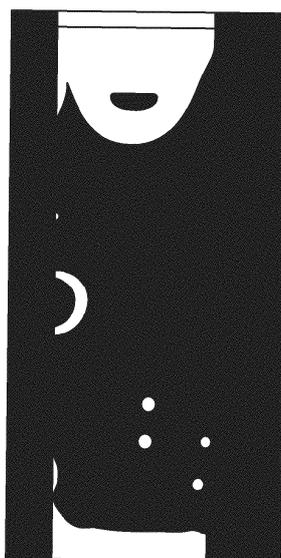
Фиг. 31

1. если входной пиксель располагается слева или справа от базовой линии в изображении, то его выходное значение устанавливается равным нулю
2. если массив фоновых отсчетов входного пикселя указывает, что для создания фонового значения этого пикселя использовалось меньше заранее определенного количества изображений (например, 100), то
  - a. если интенсивность входного пикселя меньше пороговой интенсивности (например, 140 в диапазоне 0-255), то установить выходное значение пикселя отличным от нуля (255)
  - b. если же интенсивность входного пикселя больше равна пороговой интенсивности, то установить выходное значение пикселя равным нулю
3. если массив фоновых отсчетов входного пикселя больше заранее определенного количества изображений, то
  - a. если квадрат разности между интенсивностью входного пикселя и интенсивностью фонового пикселя больше оценки пикселя для фоновой дисперсии, умноженной на константу  $\gamma^2$ , то установить выходное значение пикселя отличным от нуля (255) (то есть, если разность между текущим пиксельным значением и изображением фона больше  $\gamma$ , то пиксель отличается)
  - b. если же квадрат разности между интенсивностью входного пикселя и интенсивностью фонового пикселя меньше или равен оценке пикселя для фоновой дисперсии, умноженной на константу  $\gamma^2$ , то установить выходное значение пикселя равным нулю

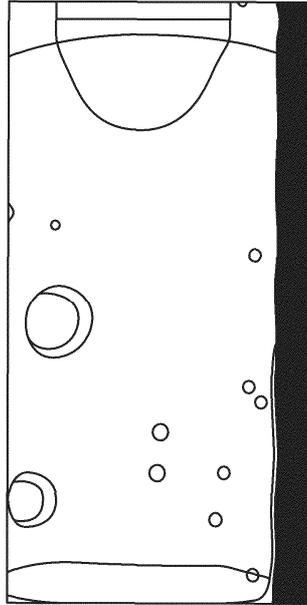
Фиг. 32



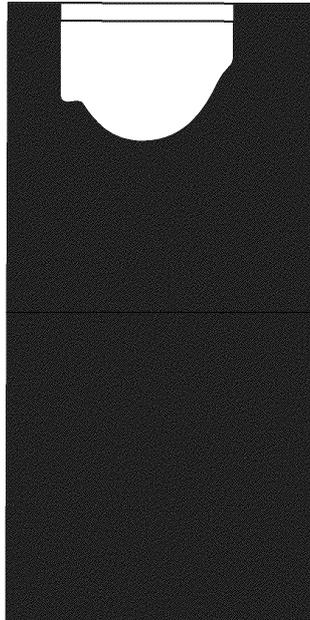
Фиг. 33



Фиг. 34



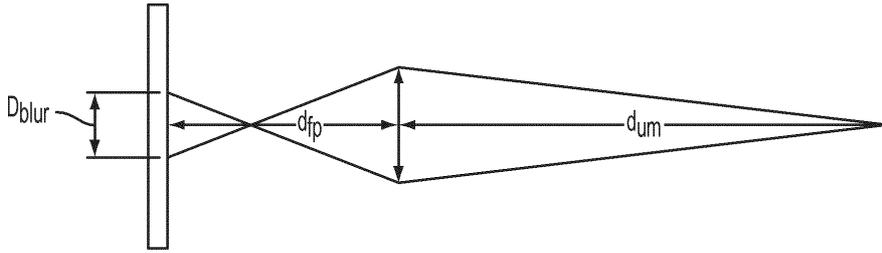
Фиг. 35



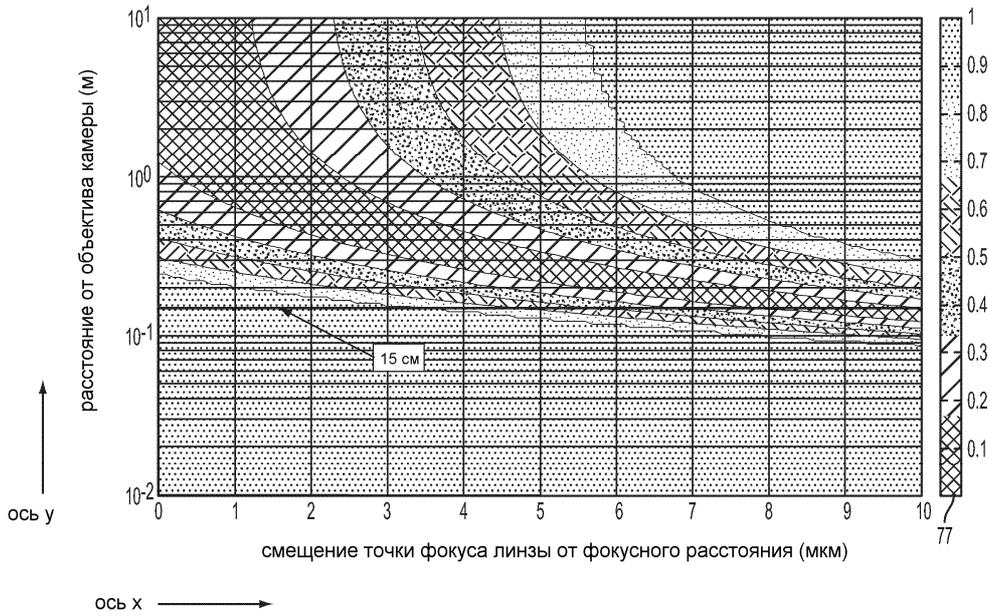
Фиг. 36

1. поместить положение первого пикселя в стек
2. пока стек не пуст
  - a. изъять следующее положение  $(i, j)$  из стека
  - b. присвоить выходному пикселю в положении  $(i, j)$  значение "белый"
  - c. проверить восемь пикселей рядом с  $(i, j)$ 
    - i. если соседний входной пиксель  $(i, \varphi)$  является белым, но выходной пиксель  $(i, \varphi)$  является черным, добавить положение  $(i, \varphi)$  в стек
  - d. возврат к 2

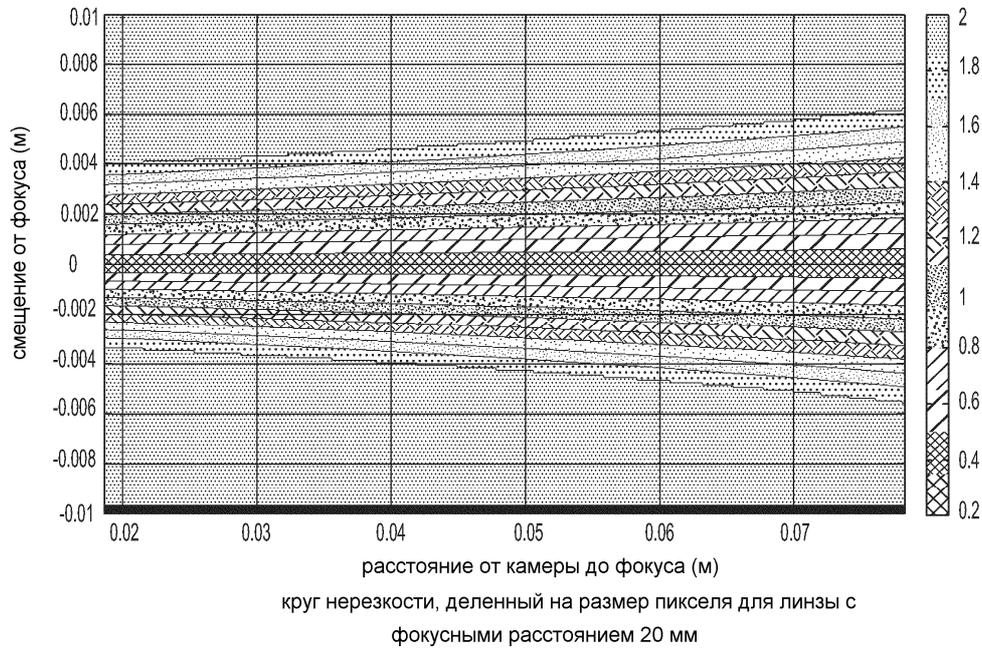
Фиг. 37



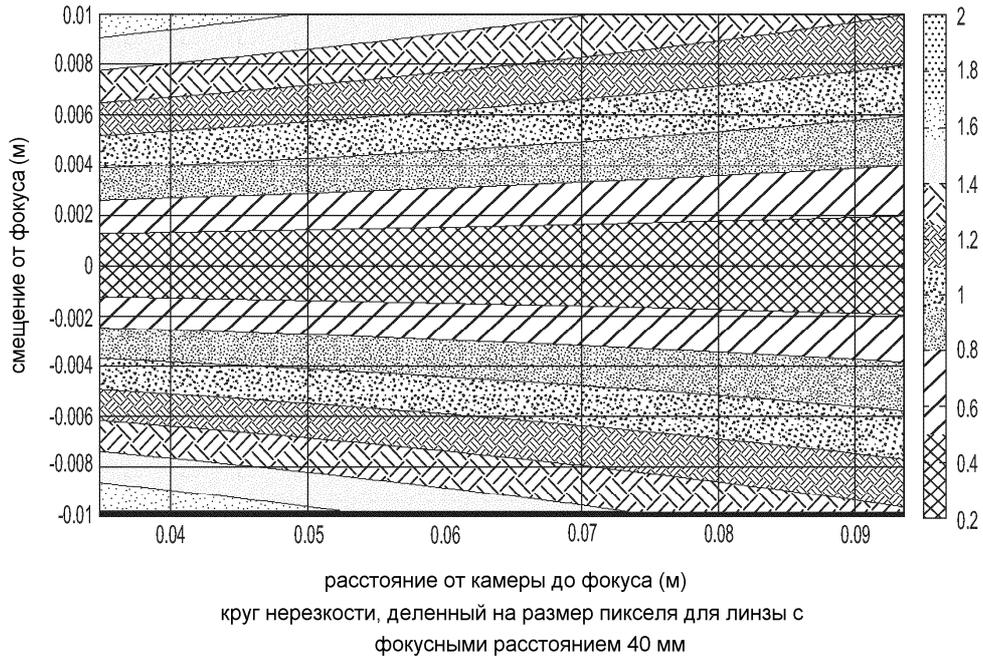
Фиг. 38



Фиг. 39



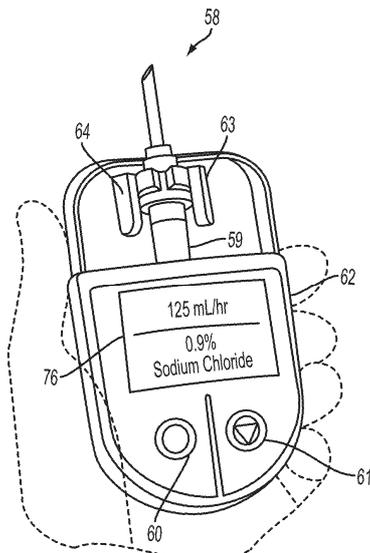
Фиг. 40



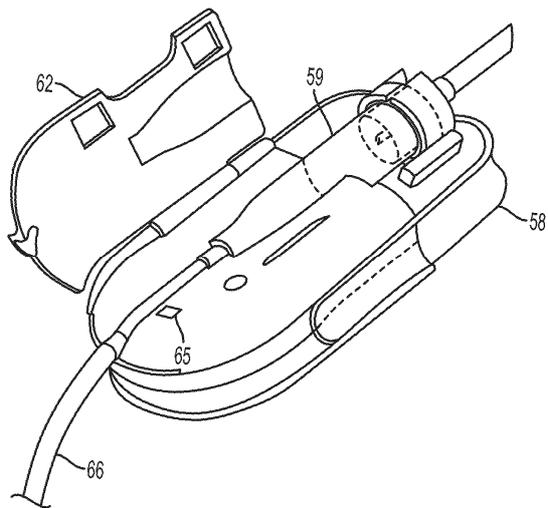
Фиг. 41

фокусное расстояние линзы	расстояние линзы от камеры	расстояние фокуса от камеры	поле зрения	глубина поля (D <sub>BLUR</sub> /D <sub>PIXEL</sub> )=1	глубина поля (D <sub>BLUR</sub> /D <sub>PIXEL</sub> )=2
20 мм	0 мм	18.6 мм	+9.7 мм	+2 мм	+4 мм
20 мм	60 мм	78.2 мм	+12.3 мм	+3 мм	+6 мм
40 мм	0 мм	34.8 мм	+18.2 мм	+5 мм	>10 мм
40 мм	60 мм	93.5 мм	+22.6 мм	+10 мм	>10 мм
60 мм	0 мм	48.9 мм	+25.6 мм	>10 мм	>10 мм
60 мм	60 мм	106.4 мм	+31.4 мм	>10 мм	>10 мм

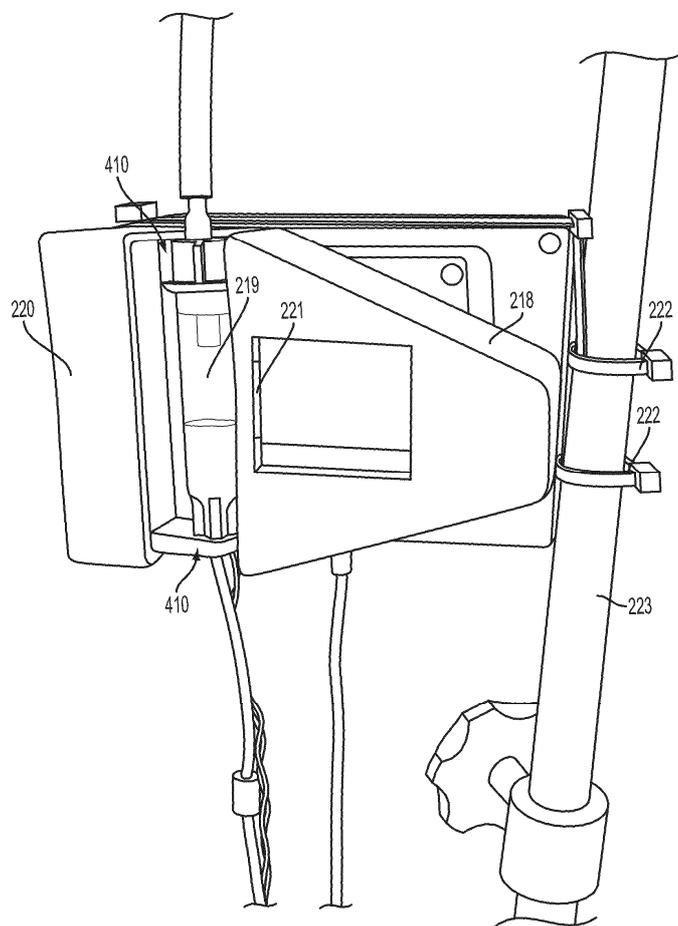
Фиг. 42



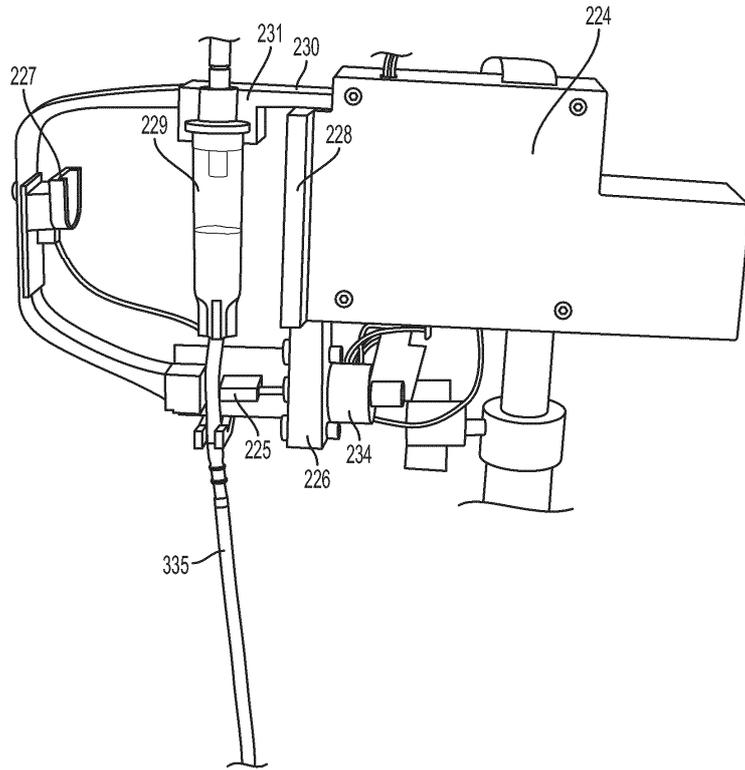
Фиг. 43



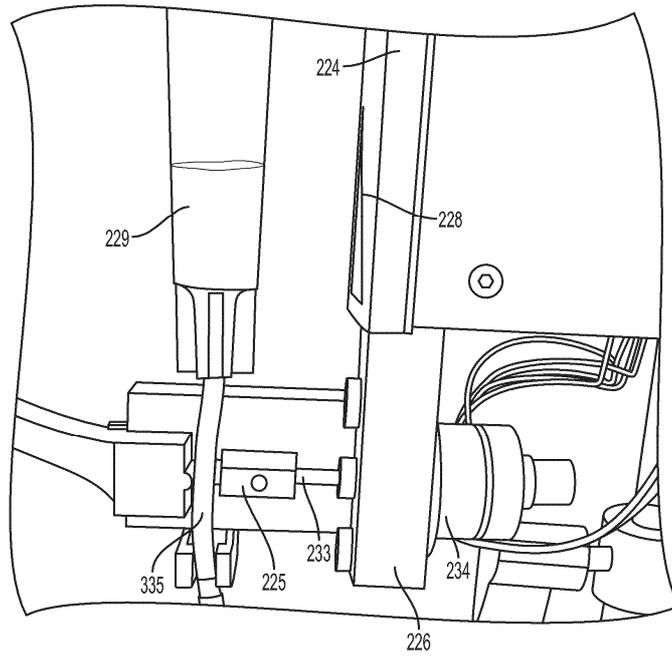
Фиг. 44



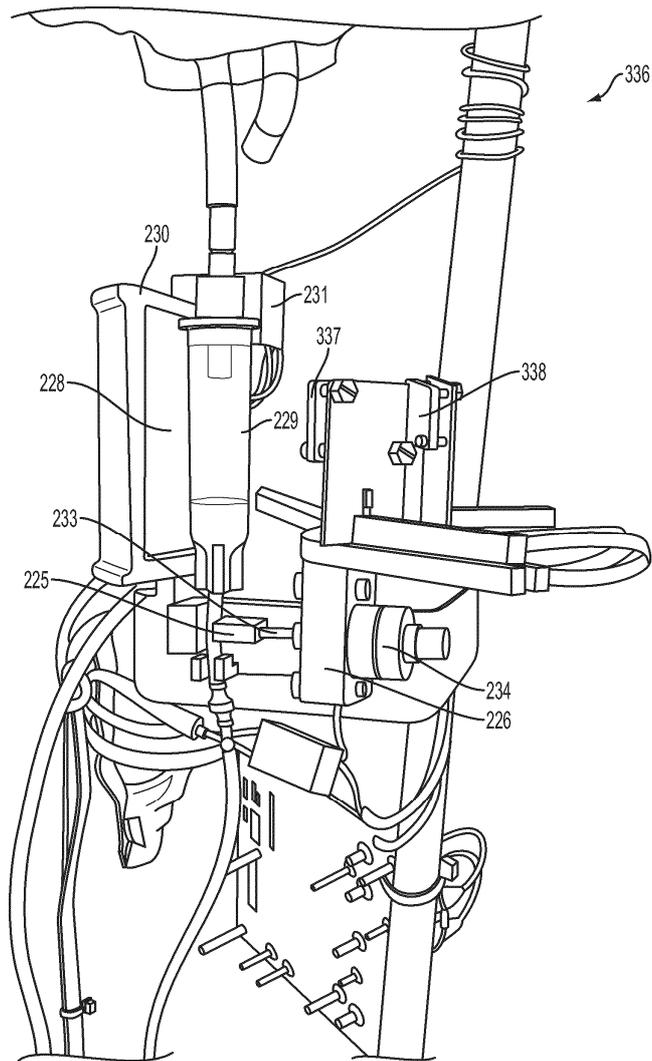
Фиг. 45



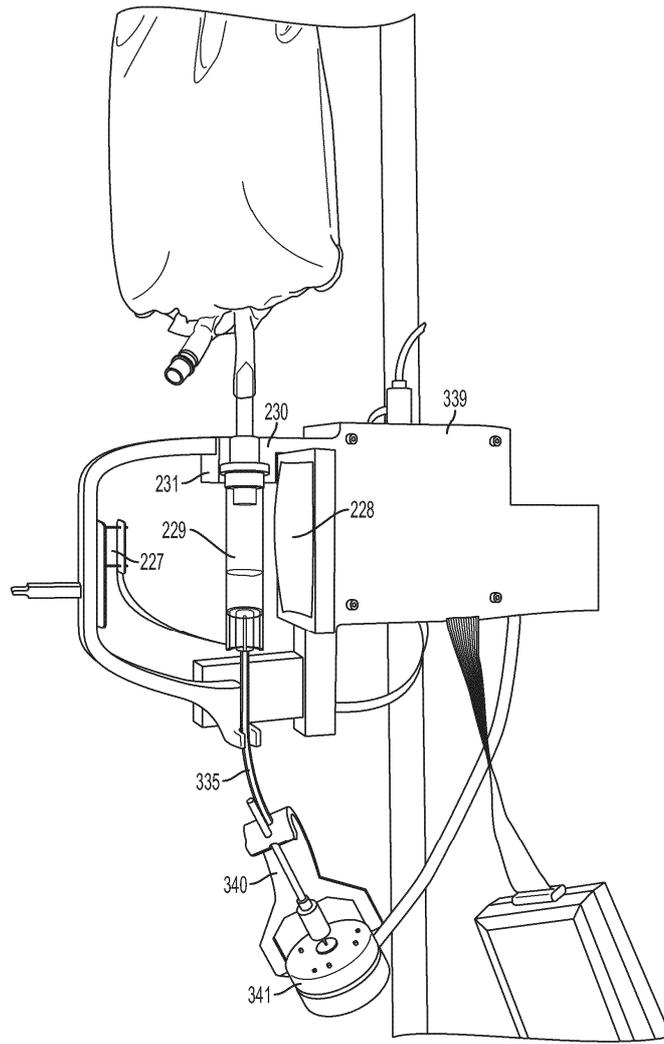
Фиг. 46



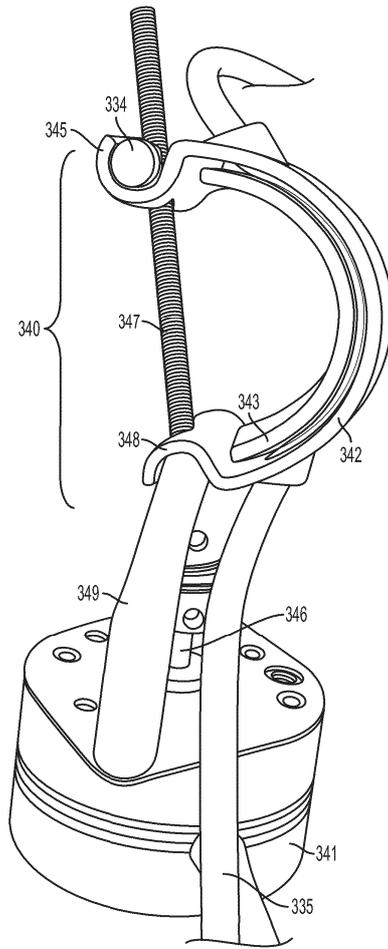
Фиг. 47



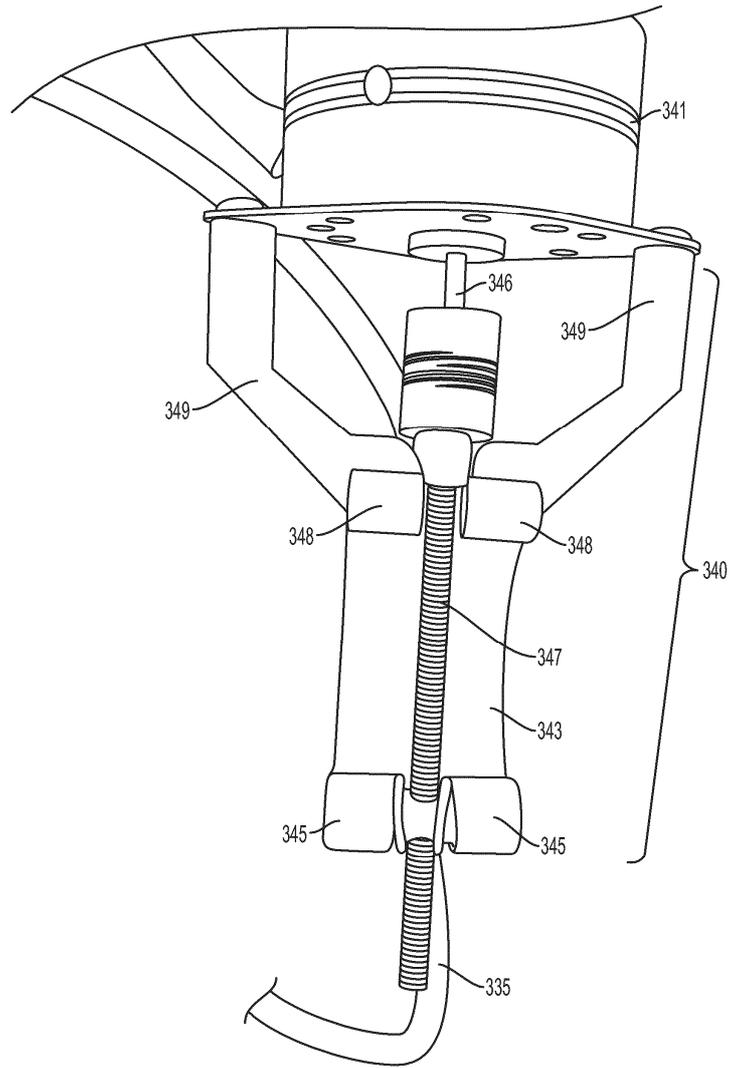
Фиг. 48



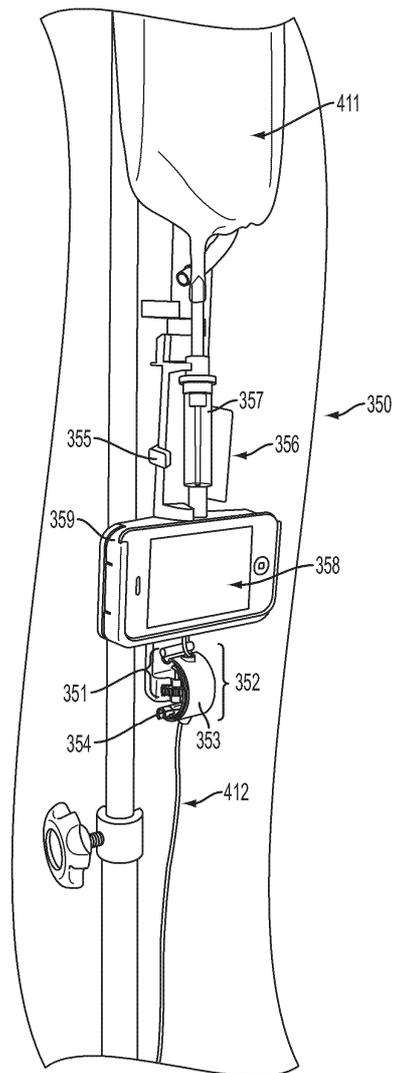
Фиг. 49



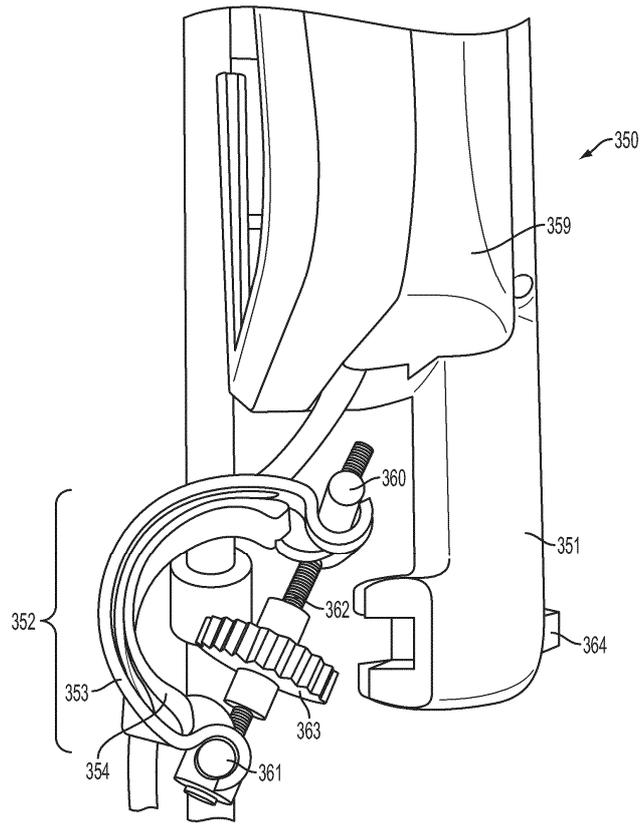
Фиг. 50А



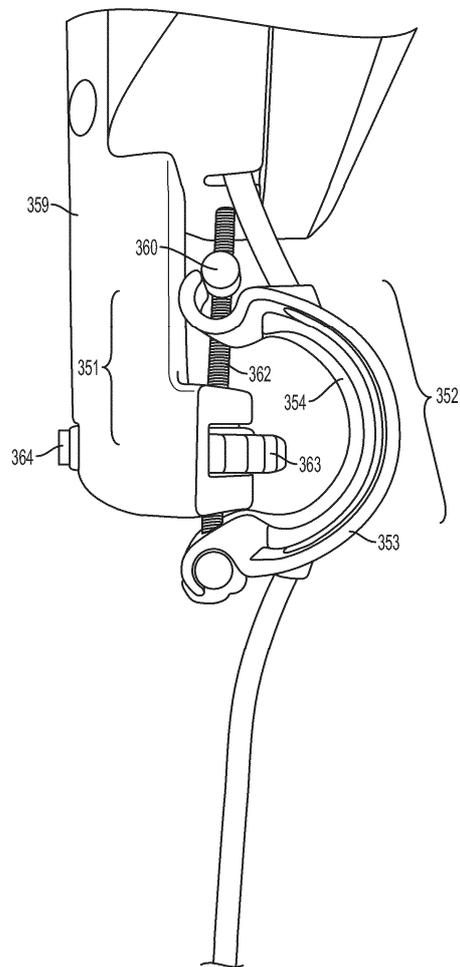
Фиг. 50В



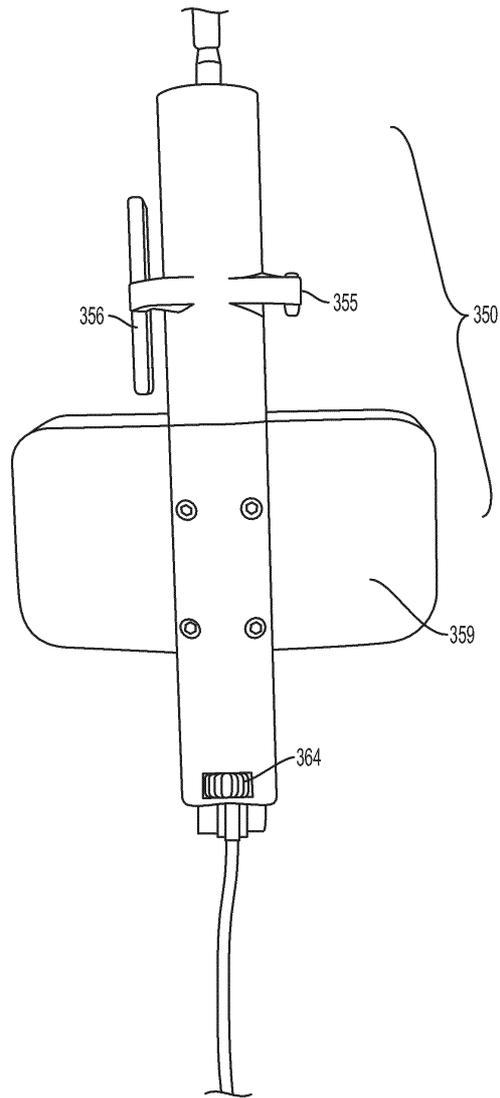
Фиг. 51А



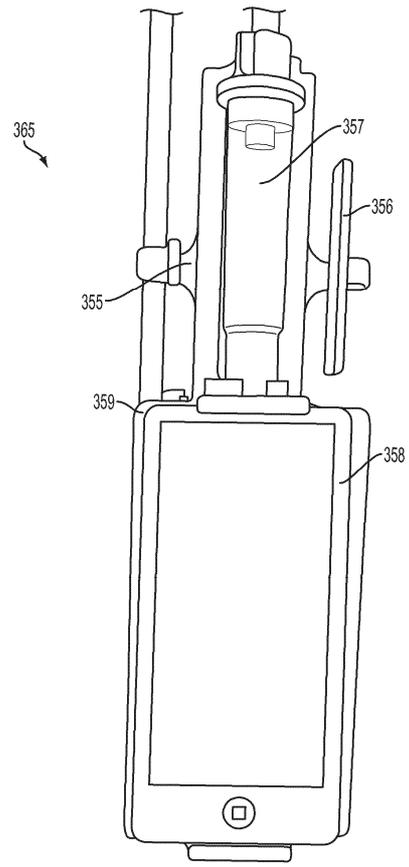
Фиг. 51В



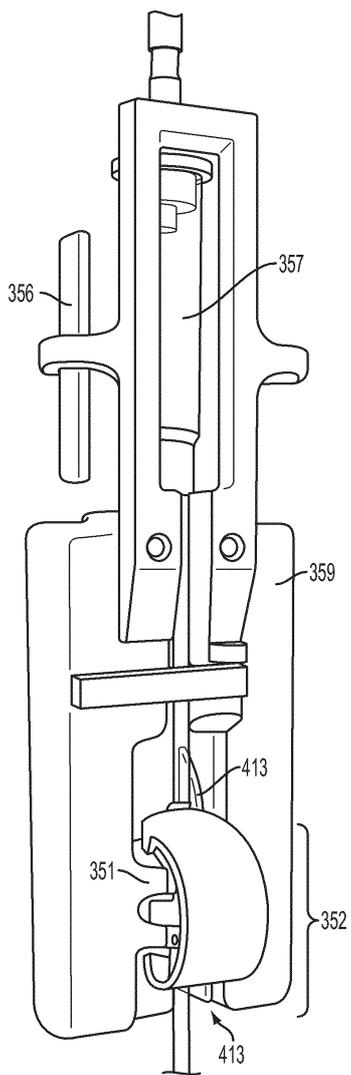
Фиг. 51С



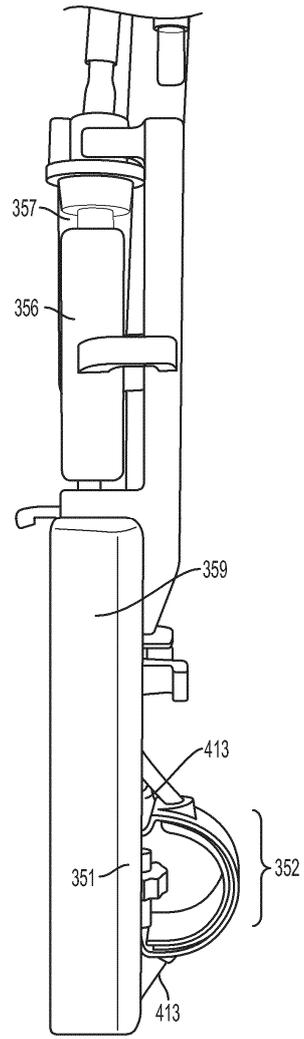
Фиг. 51D



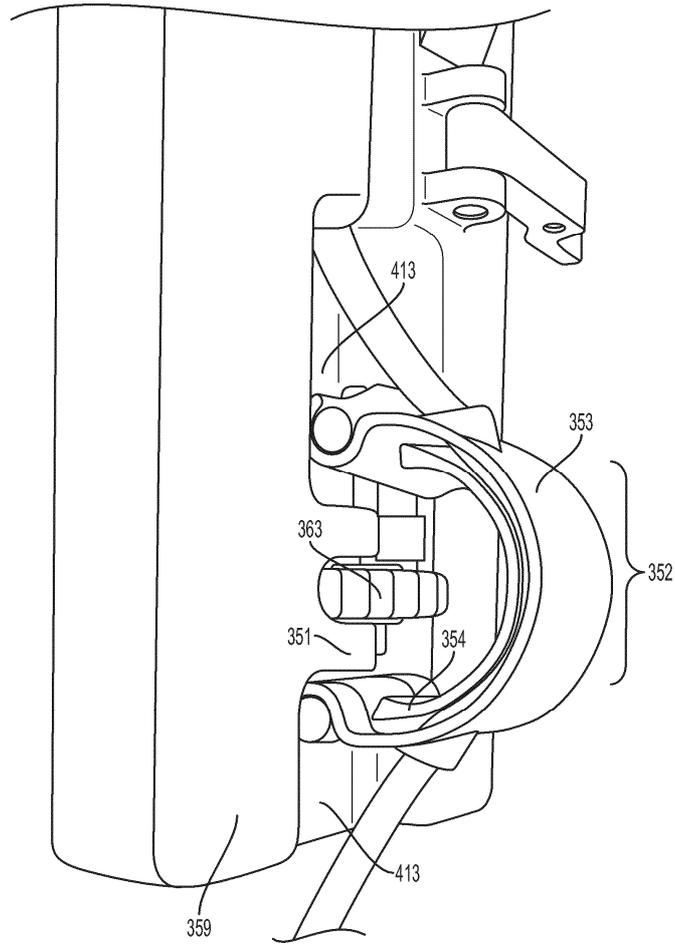
Фиг. 52А



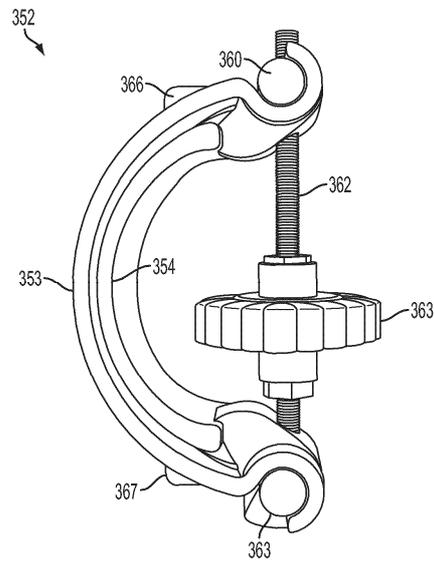
Фиг. 52В



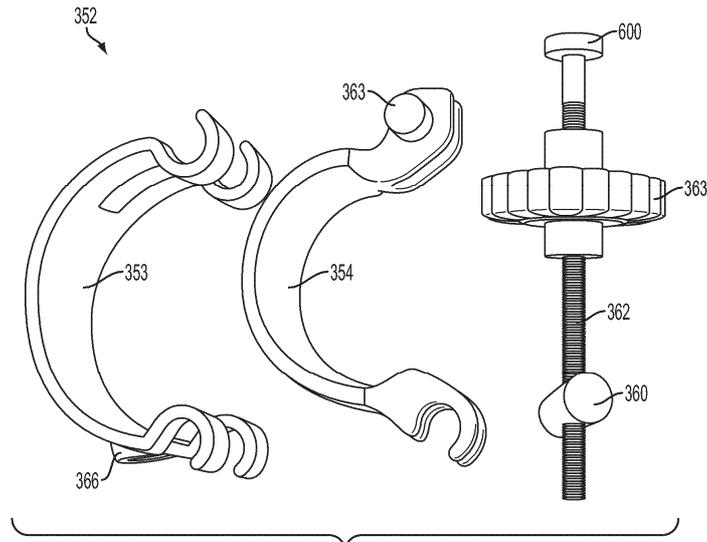
Фиг. 52С



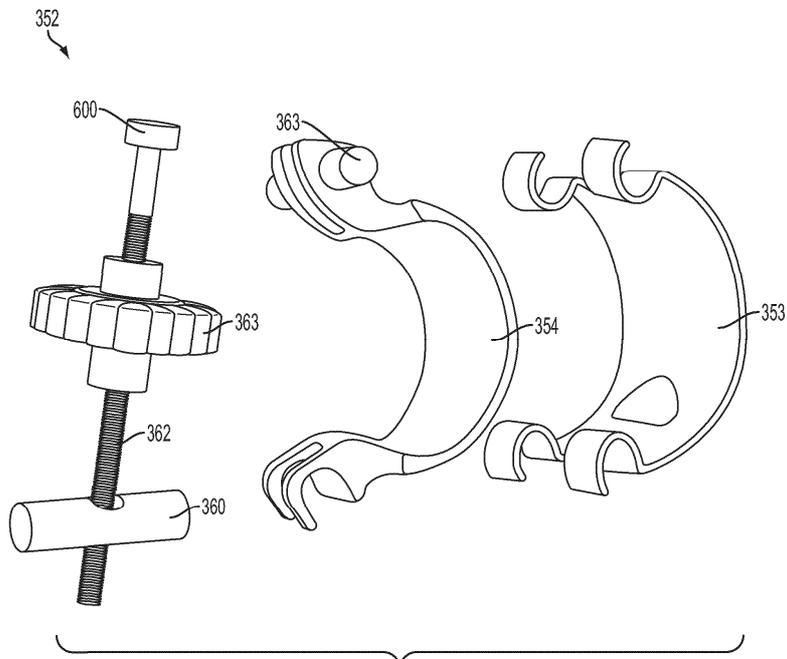
Фиг. 52D



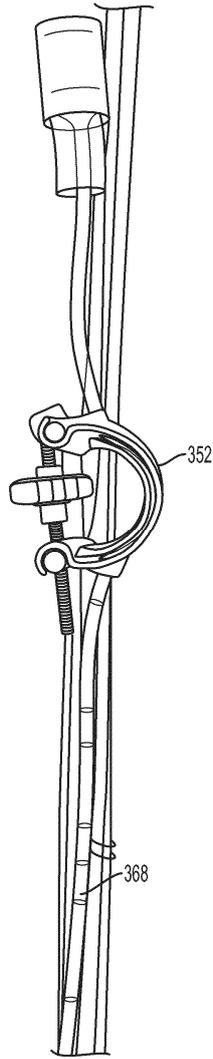
Фиг. 53A



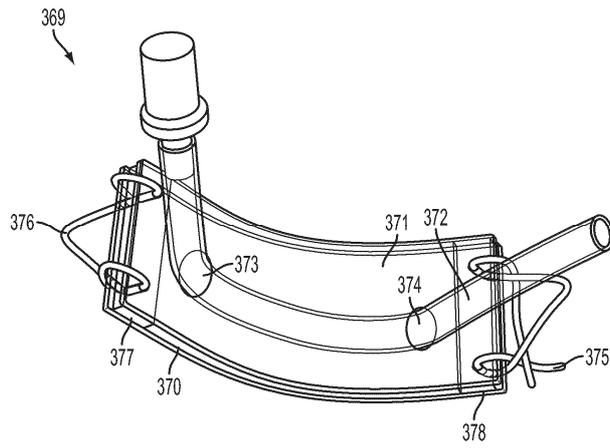
Фиг. 53В



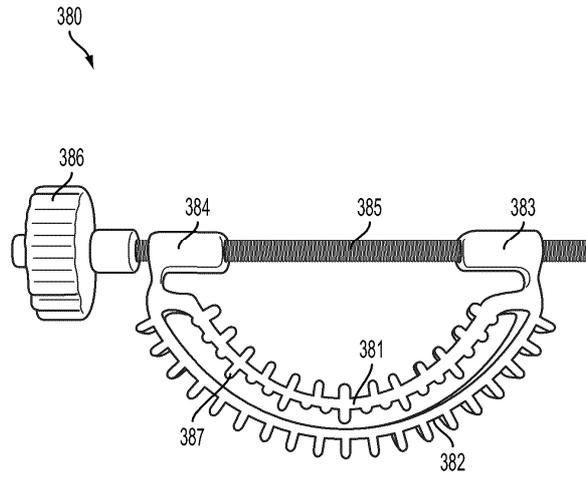
Фиг. 53С



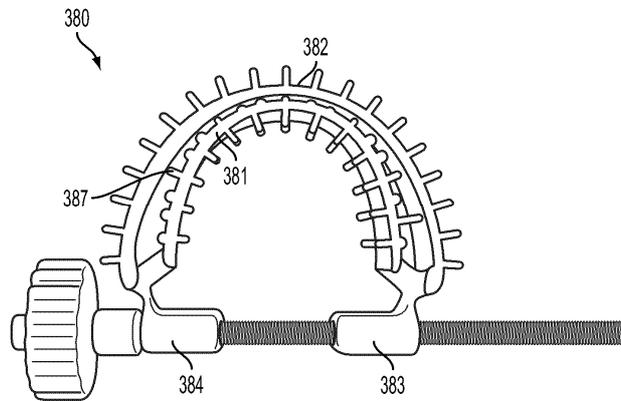
Фиг. 54



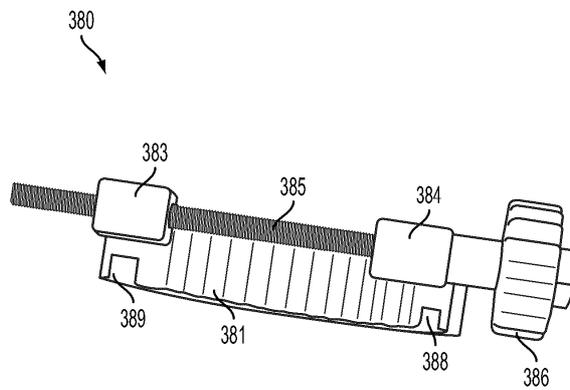
Фиг. 55



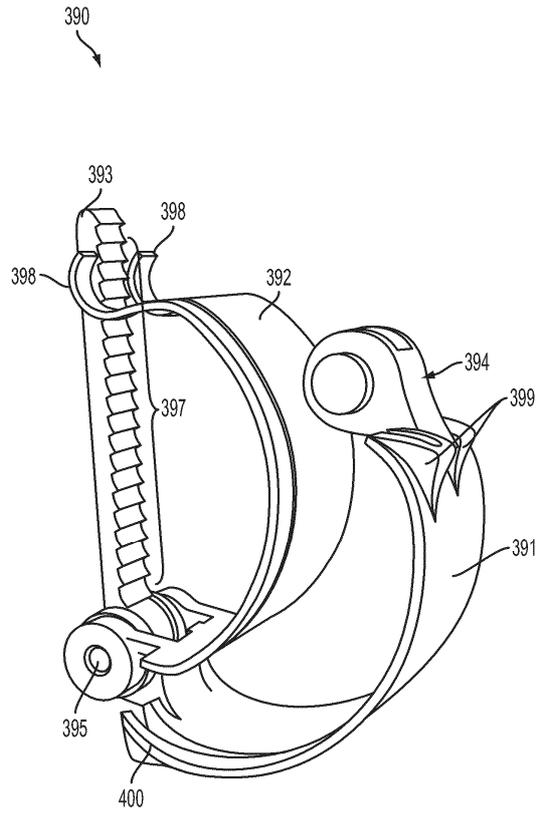
Фиг. 56А



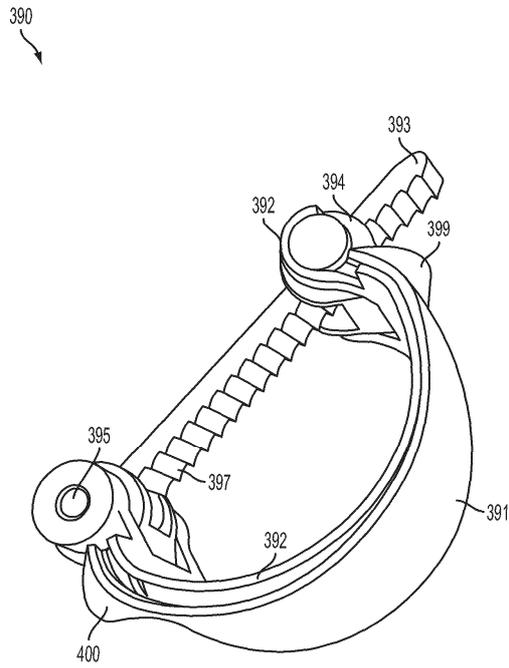
Фиг. 56В



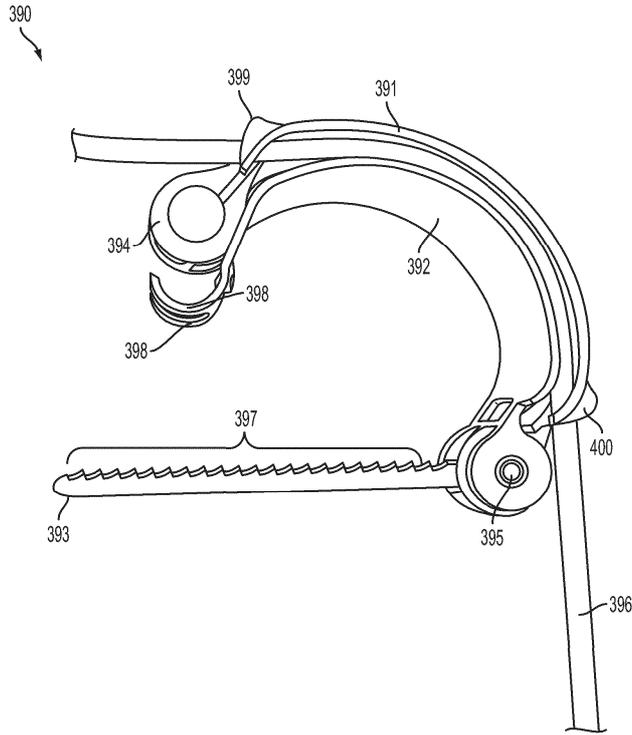
Фиг. 56С



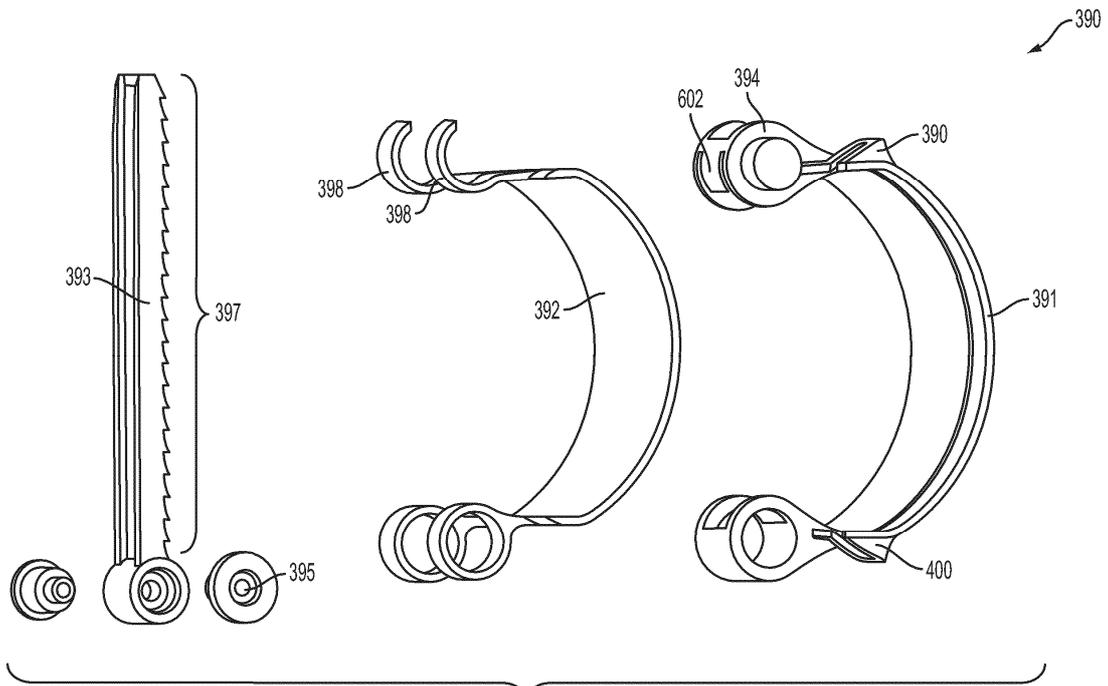
Фиг. 57А



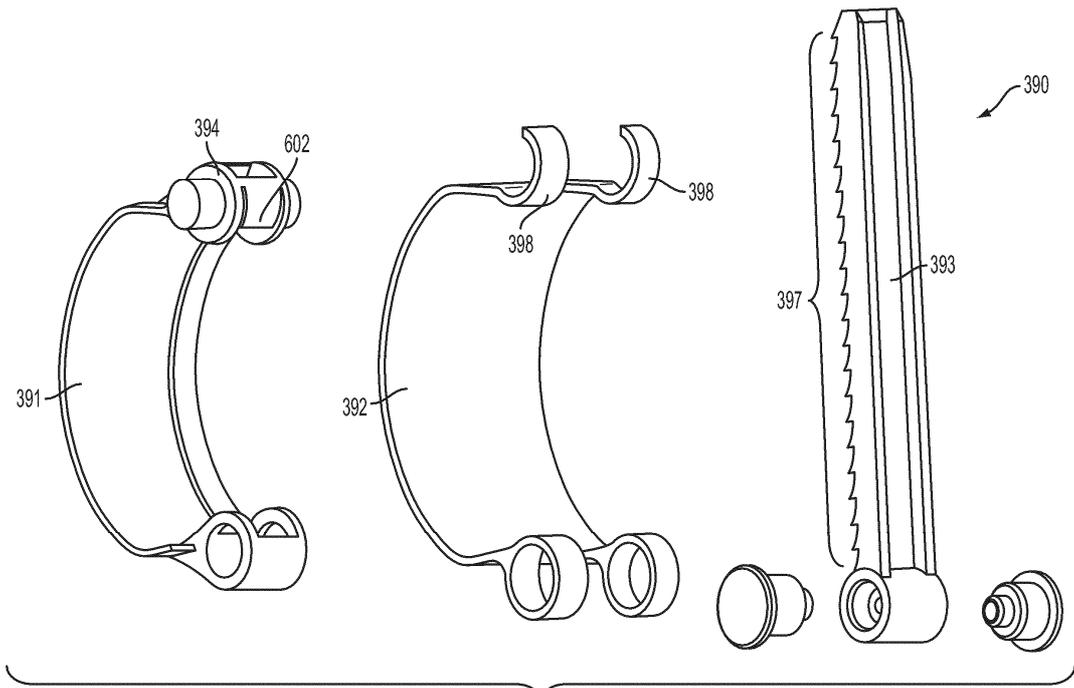
Фиг. 57В



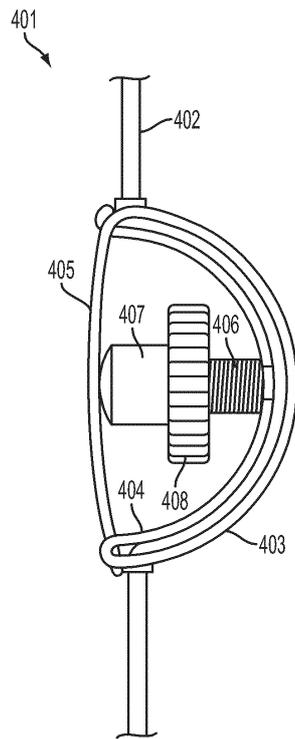
Фиг. 57С



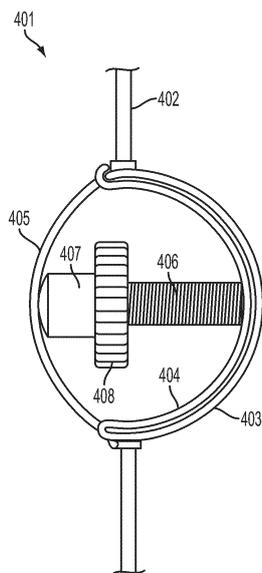
Фиг. 57D



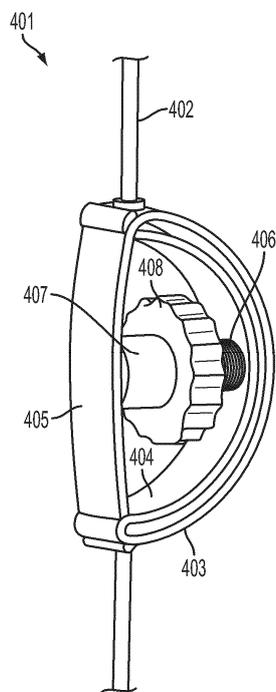
Фиг. 57Е



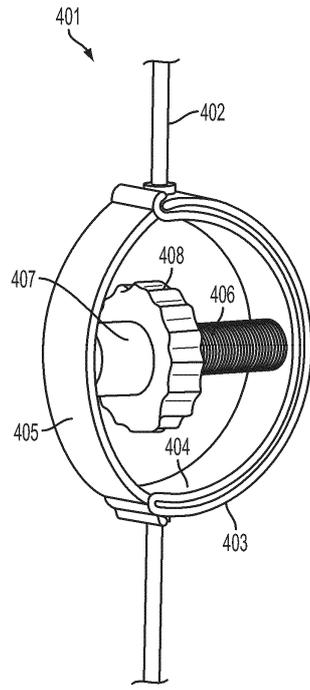
Фиг. 58А



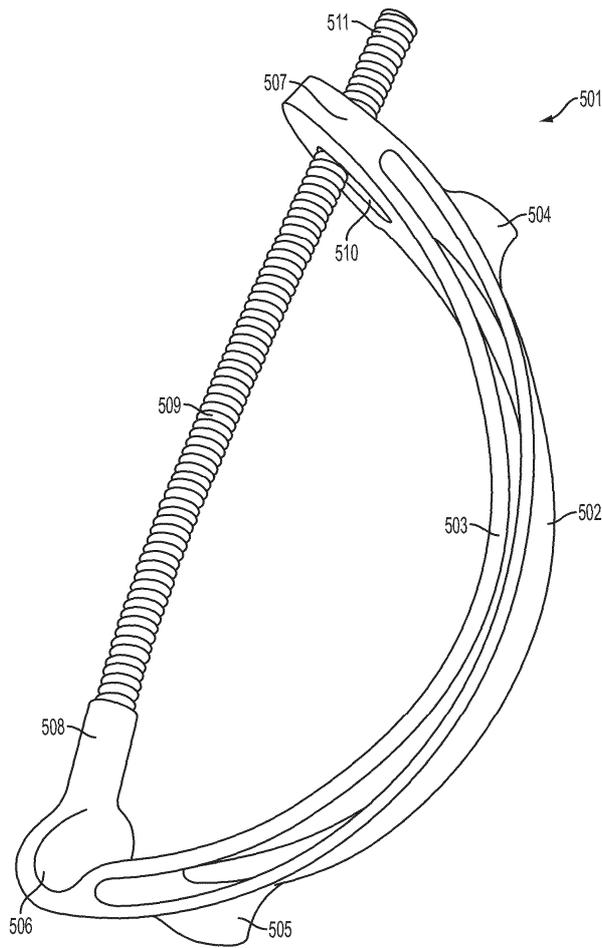
Фиг. 58В



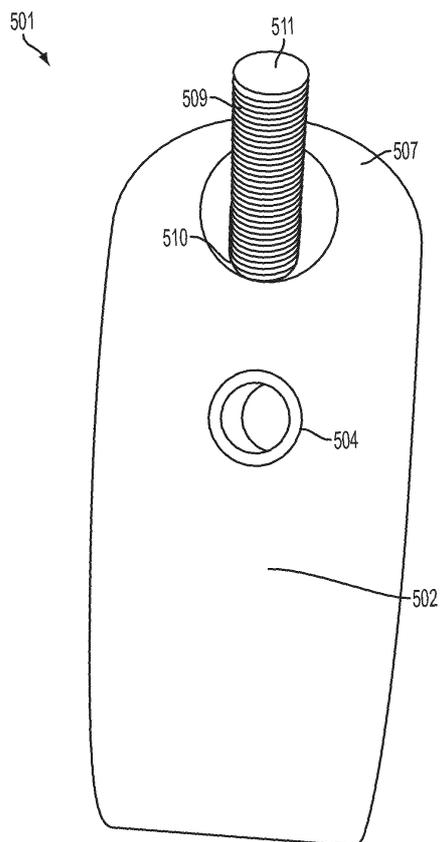
Фиг. 58С



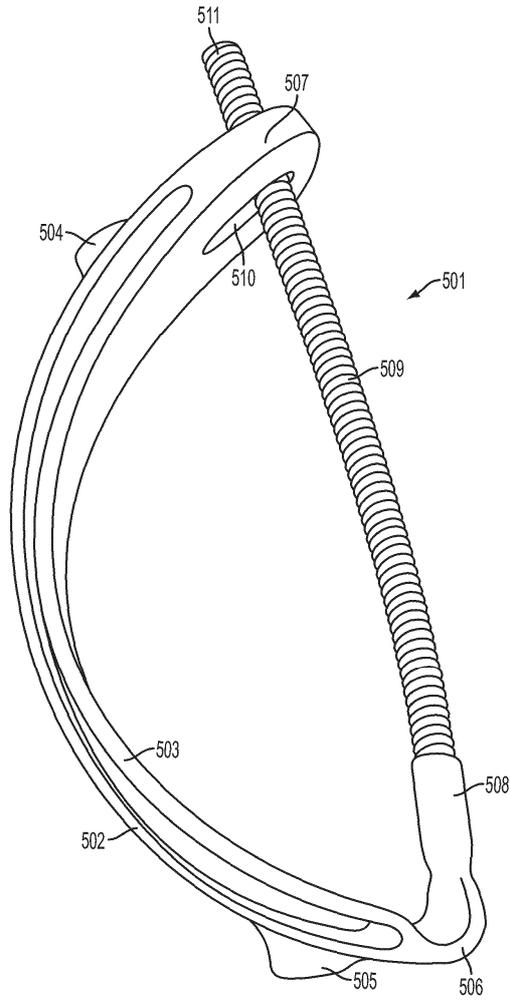
Фиг. 58D



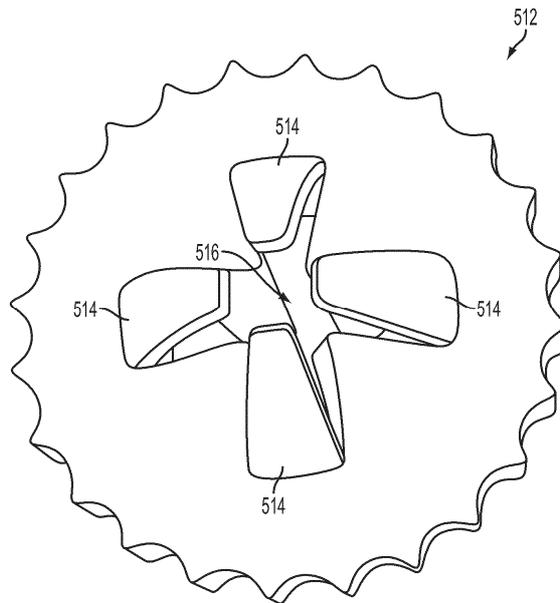
Фиг. 59A



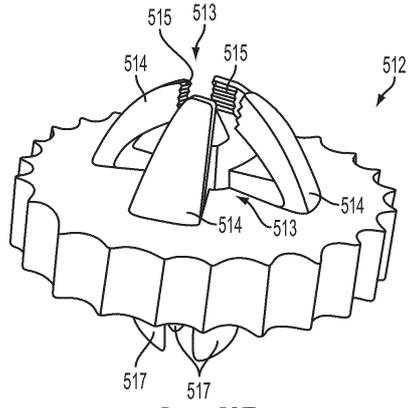
Фиг. 59В



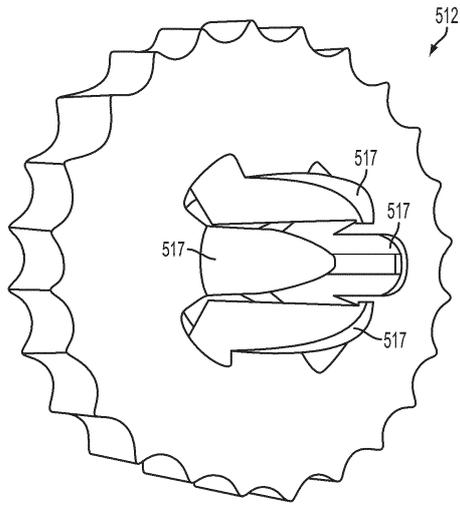
Фиг. 59С



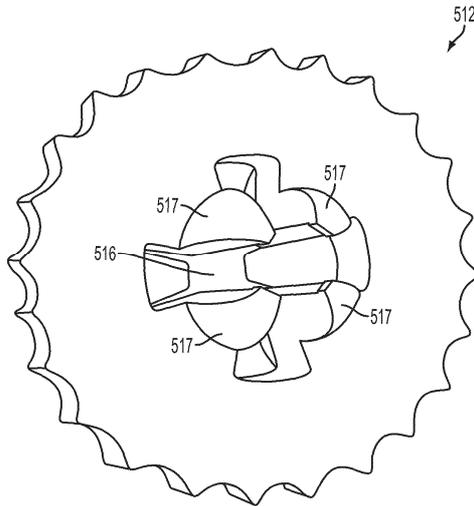
Фиг. 59D



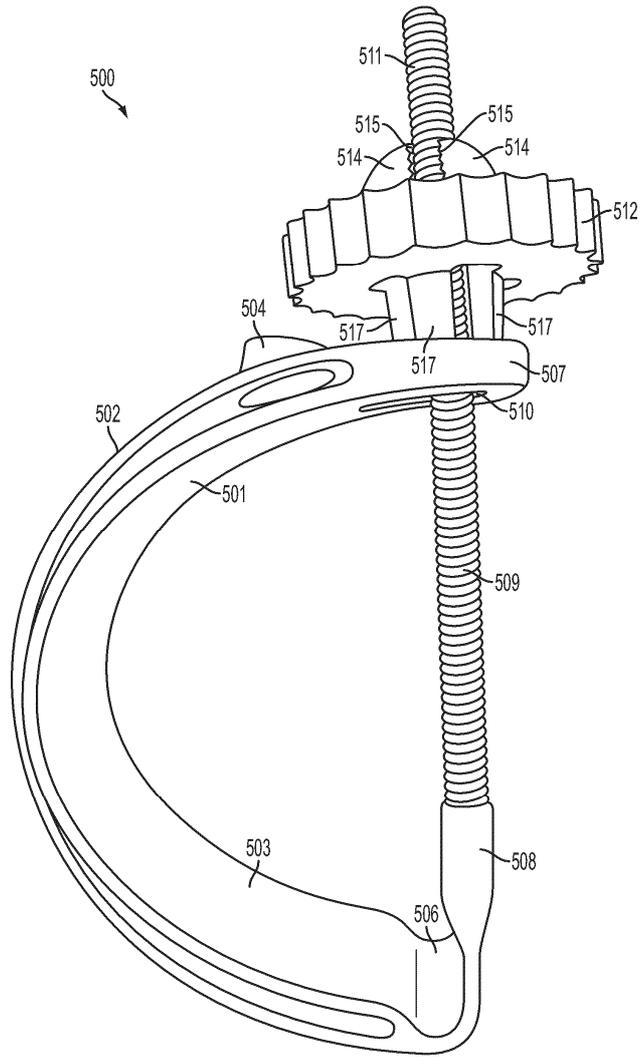
Фиг. 59Е



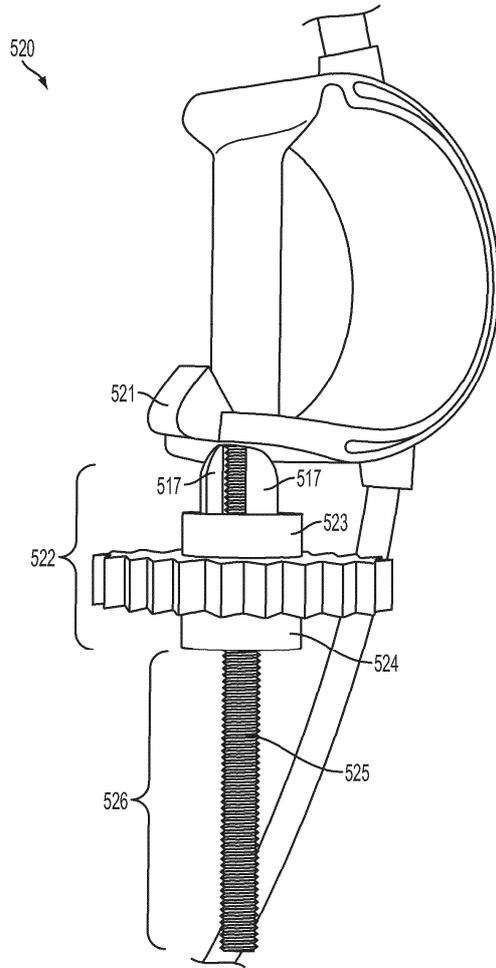
Фиг. 59F



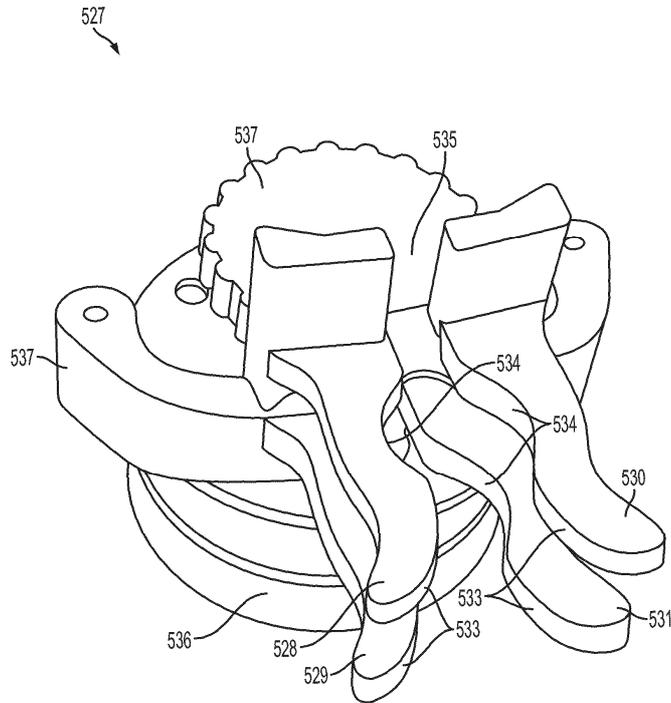
Фиг. 59G



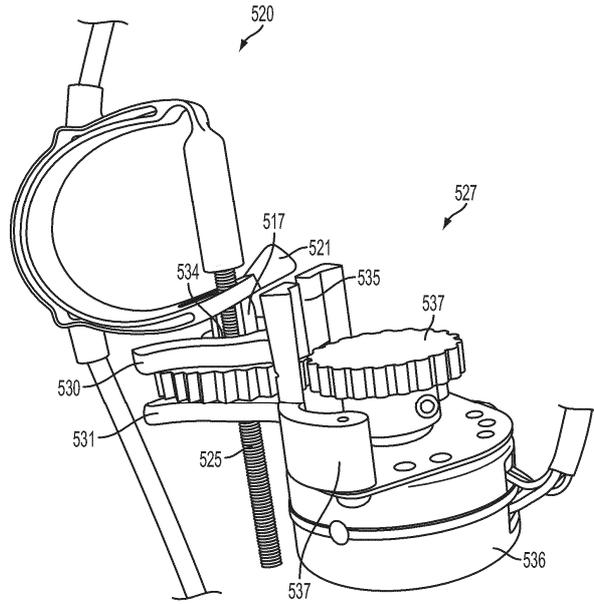
Фиг. 59Н



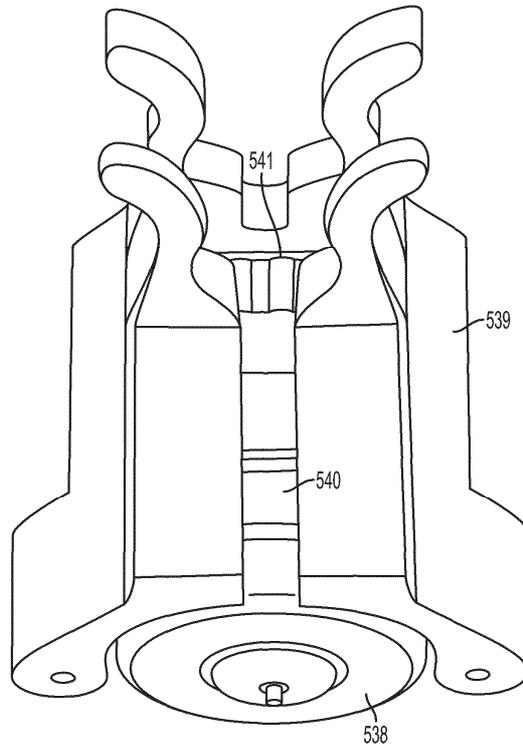
Фиг. 60



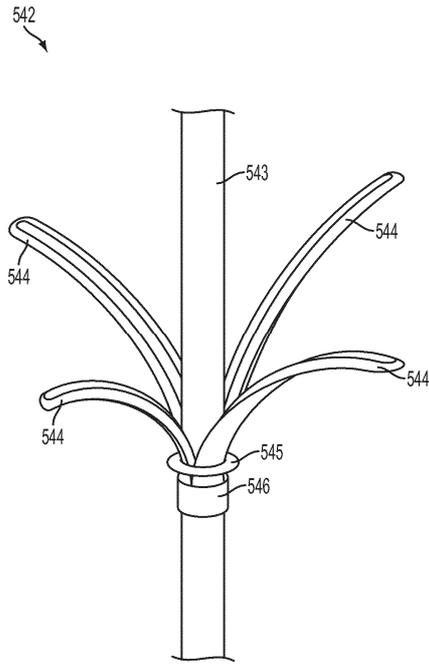
Фиг. 61



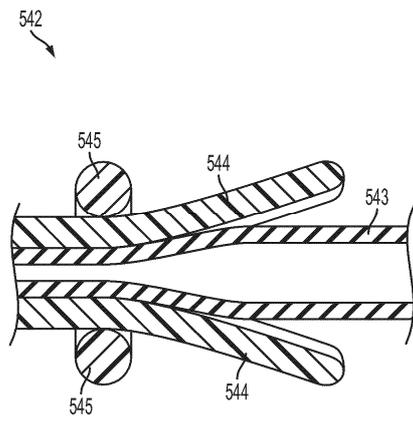
Фиг. 62



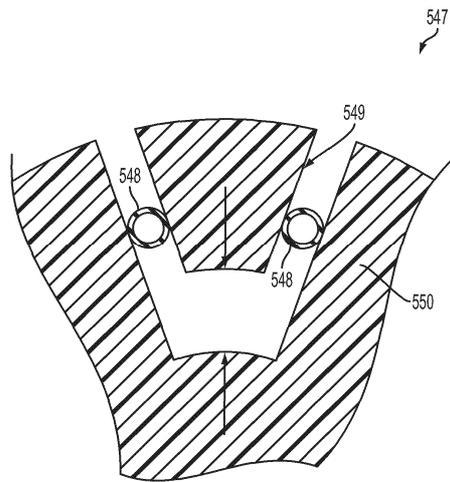
Фиг. 63



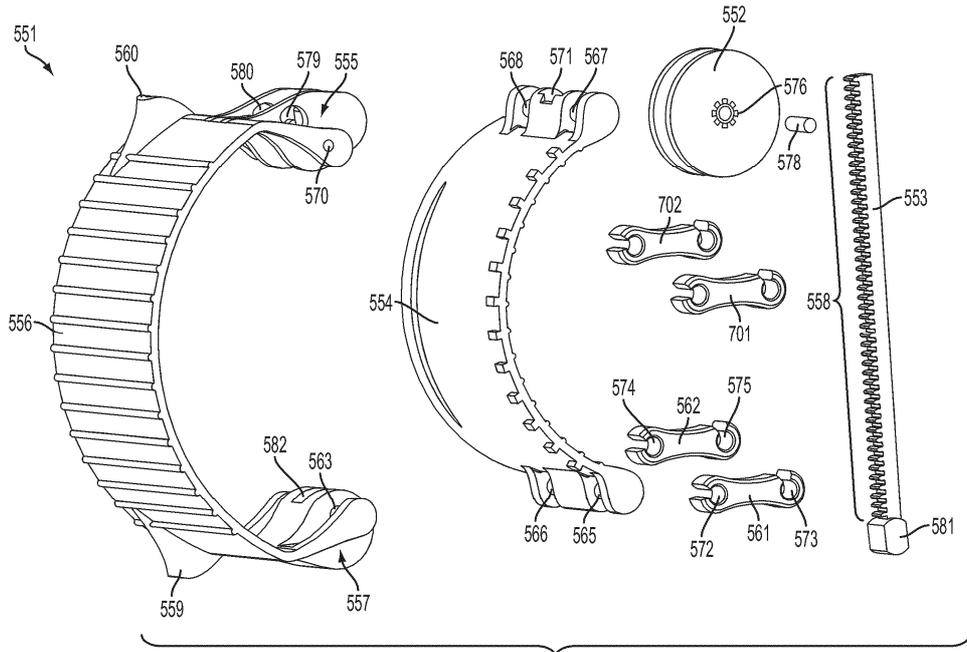
Фиг. 64А



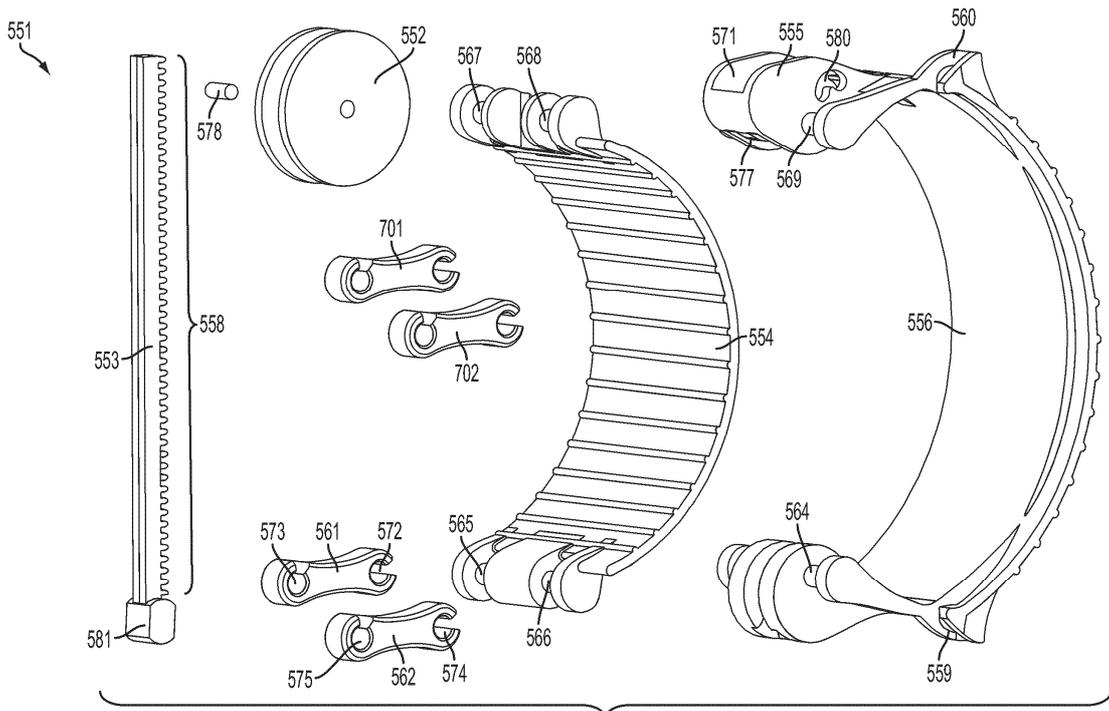
Фиг. 64В



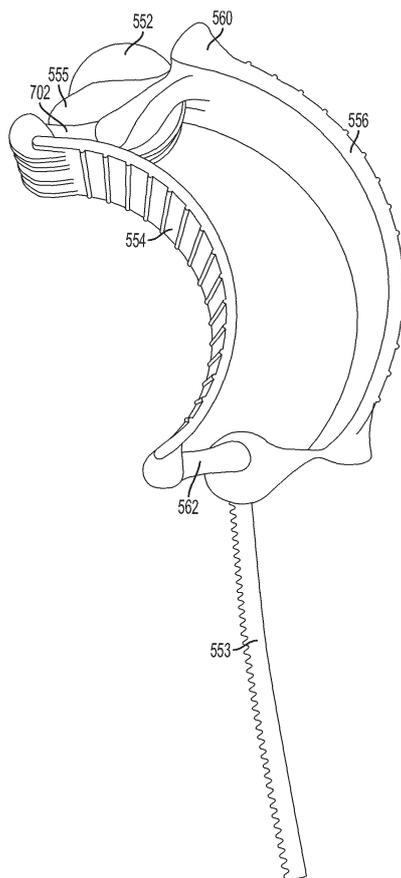
Фиг. 65



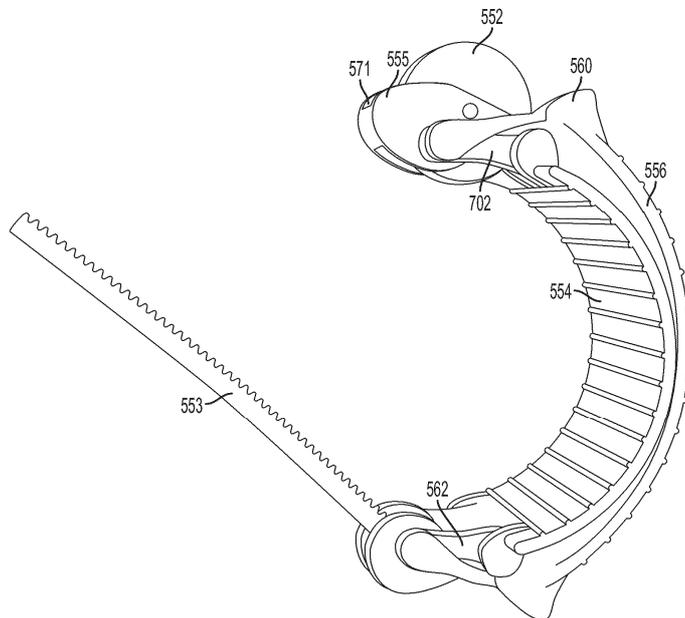
Фиг. 66А



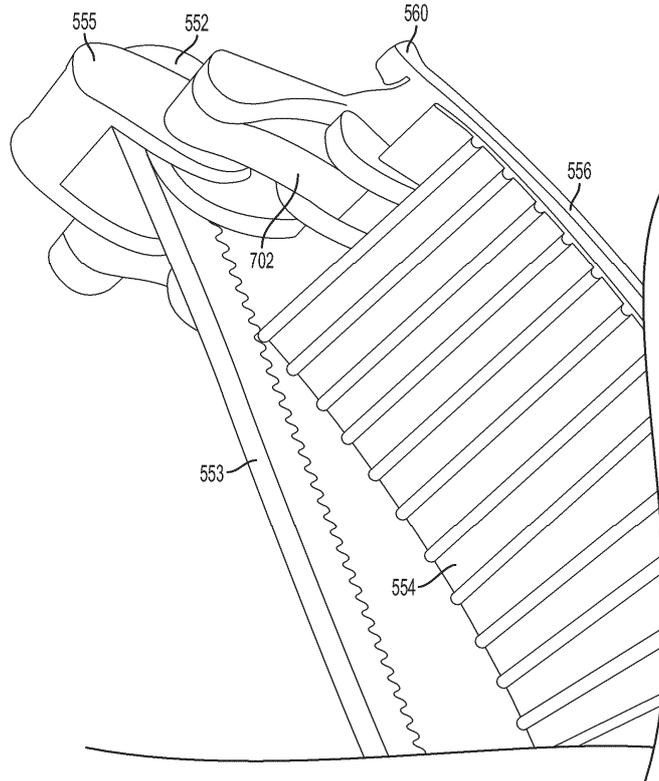
Фиг. 66В



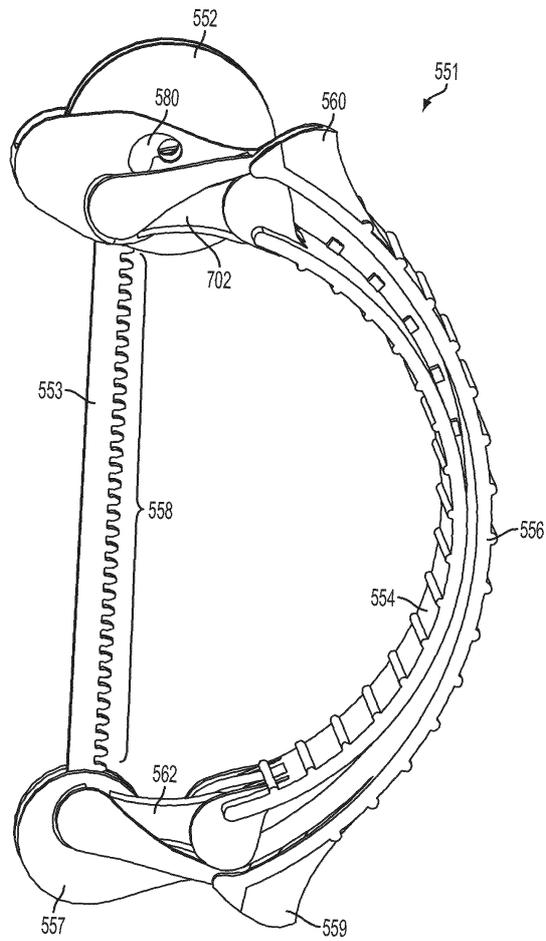
Фиг. 66С



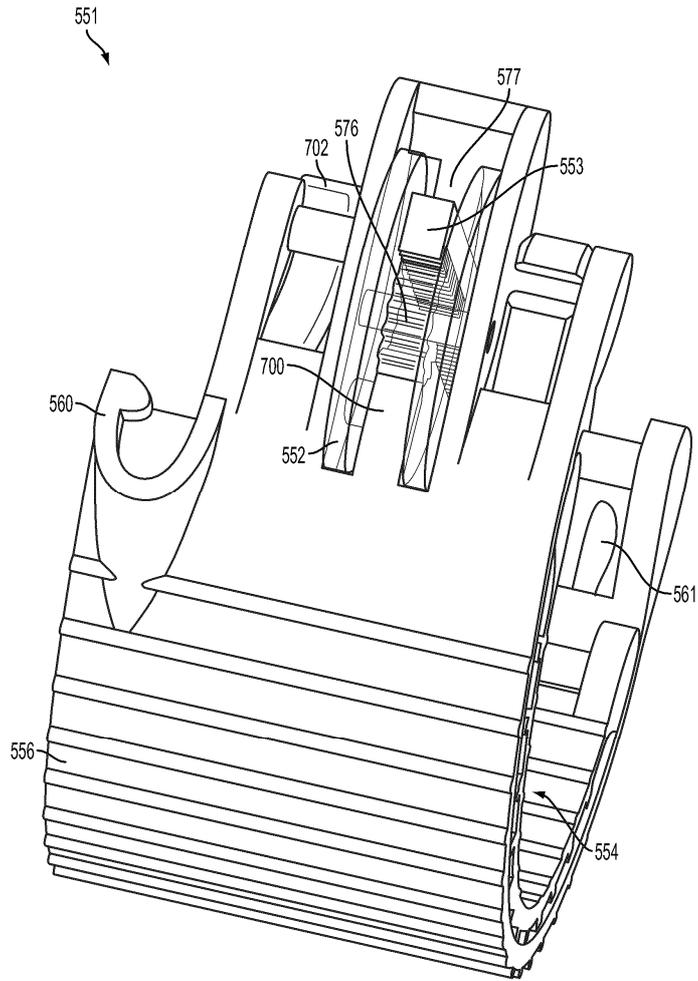
Фиг. 66D



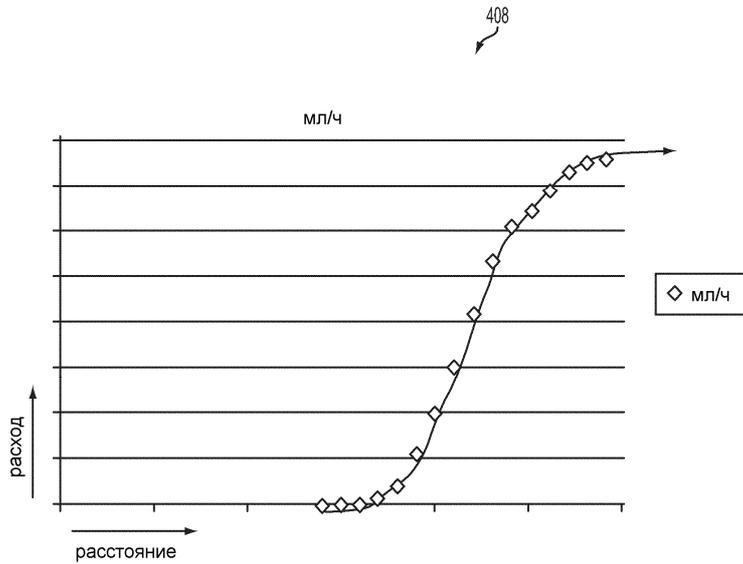
Фиг. 66Е



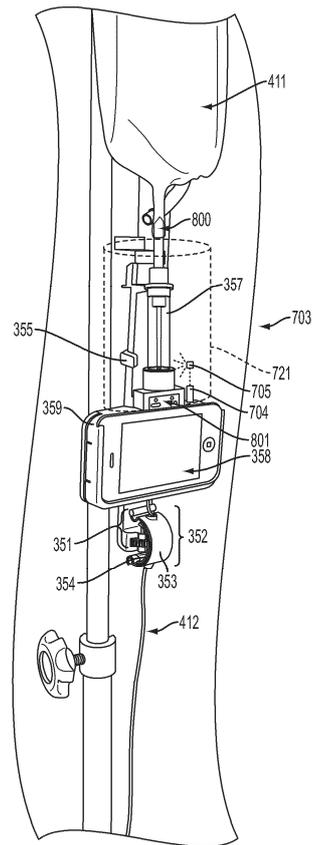
Фиг. 66F



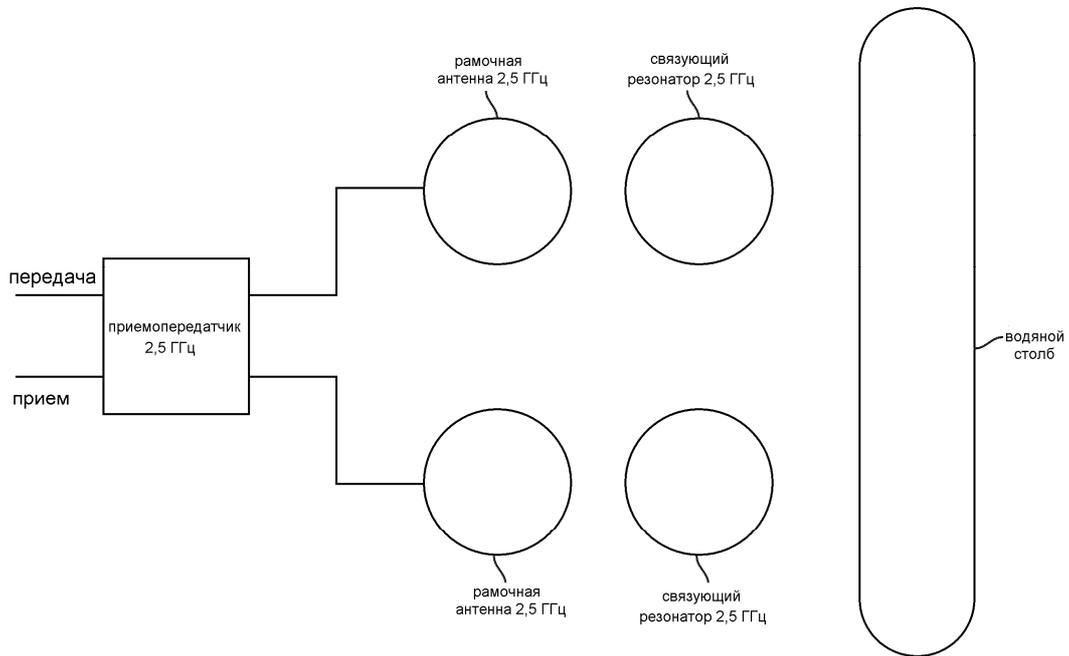
Фиг. 66G



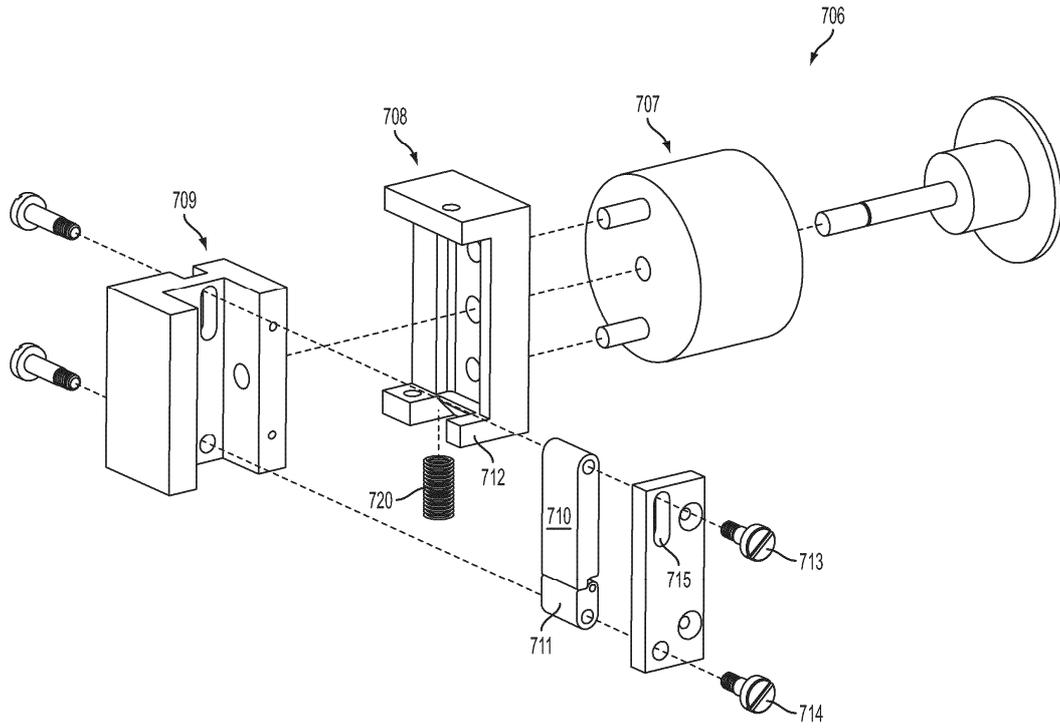
Фиг. 67



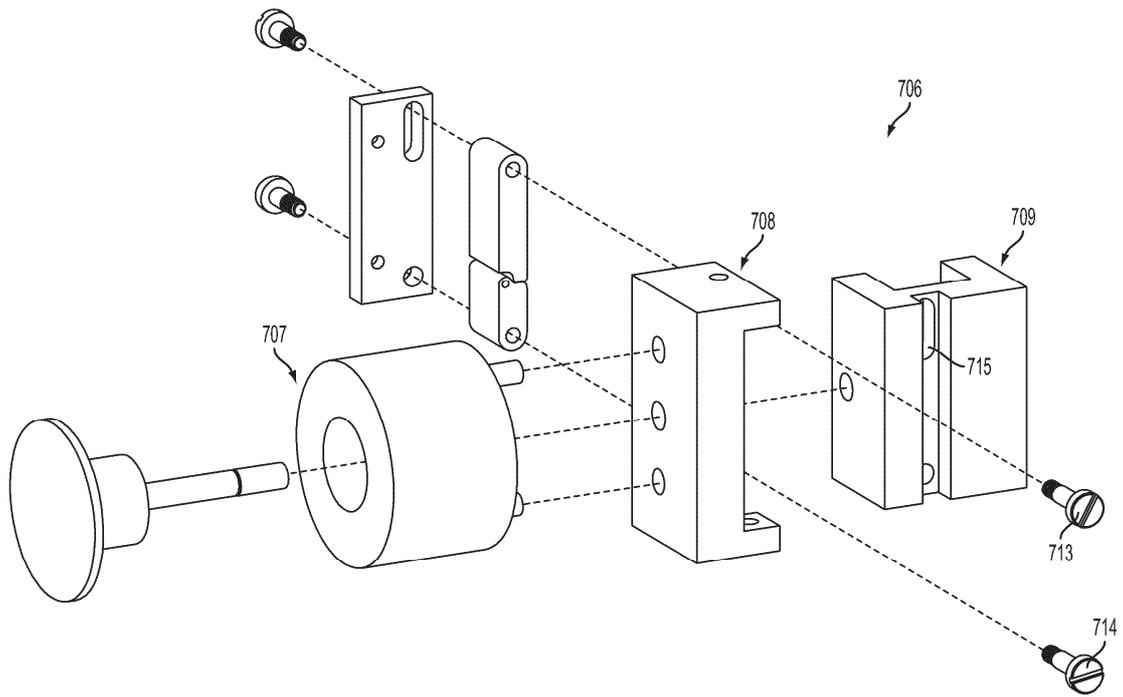
Фиг. 68А



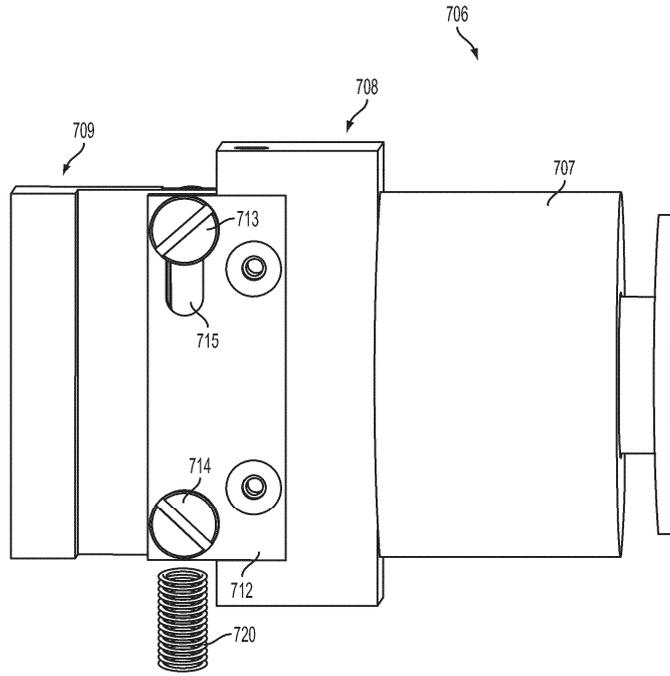
Фиг. 68В



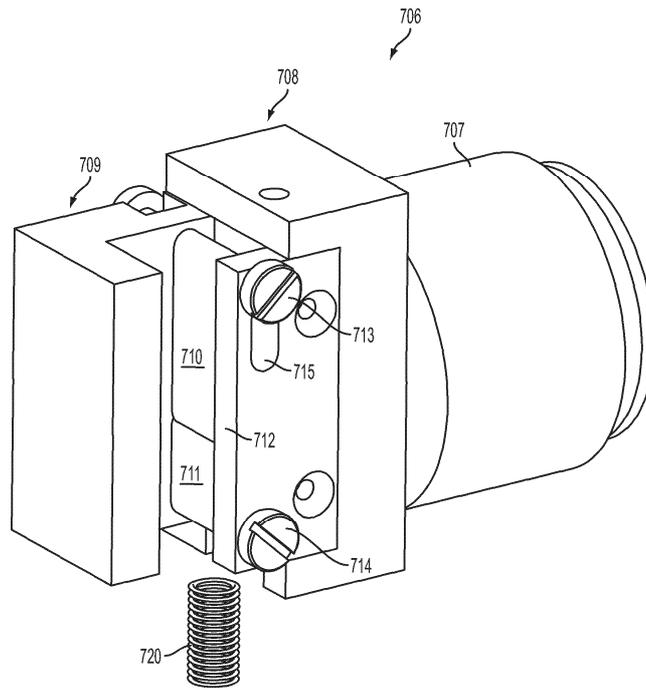
Фиг. 69А



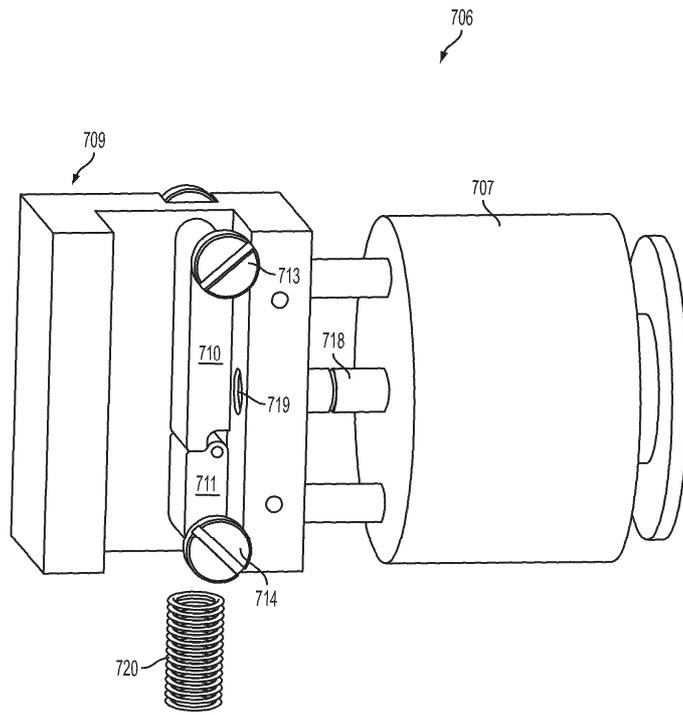
Фиг. 69В



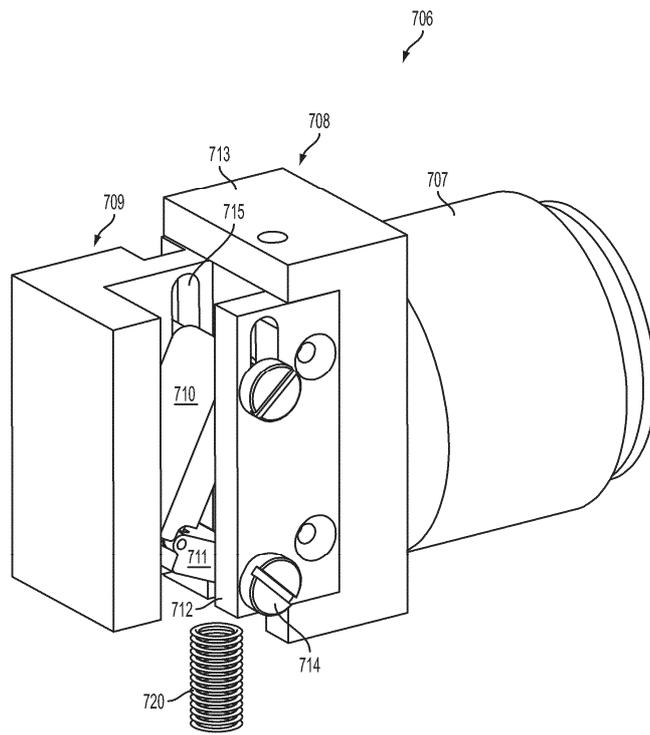
Фиг. 69С



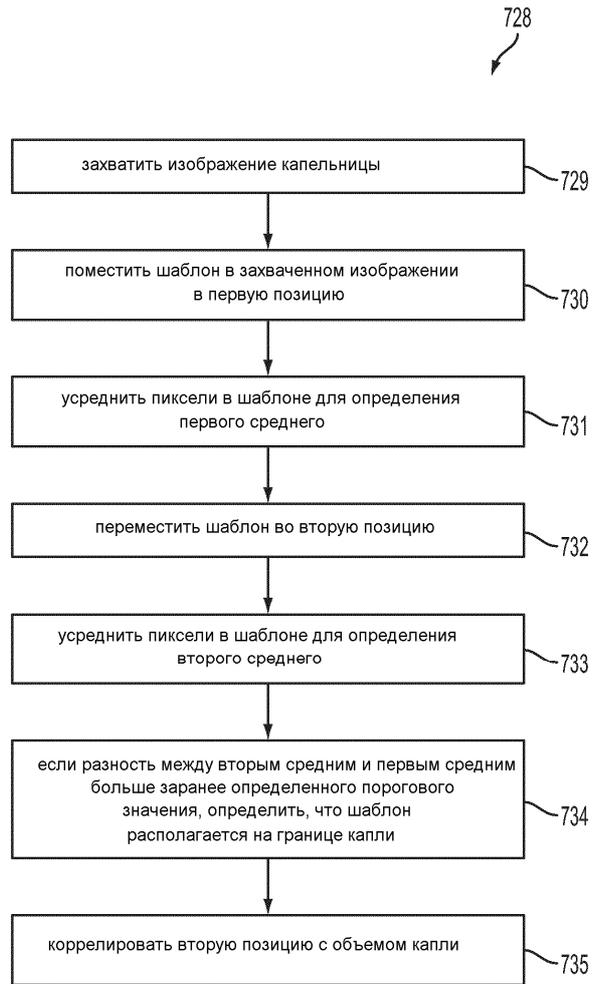
Фиг. 69D



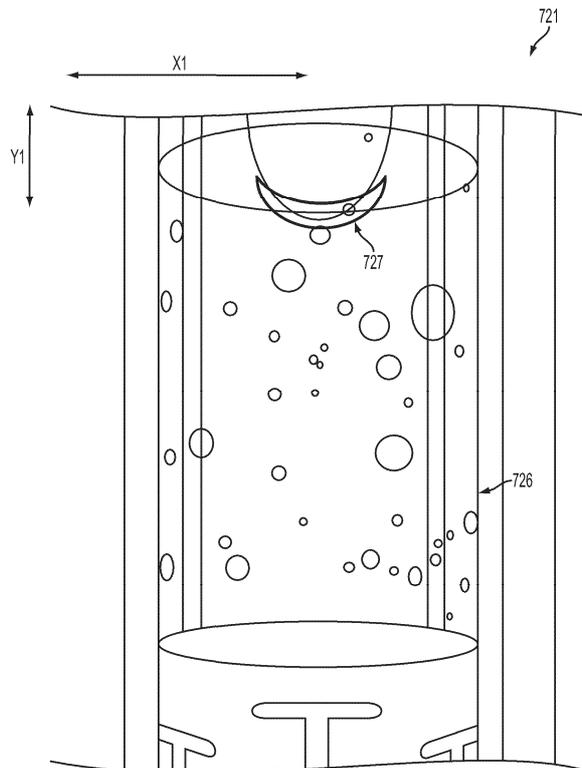
Фиг. 69Е



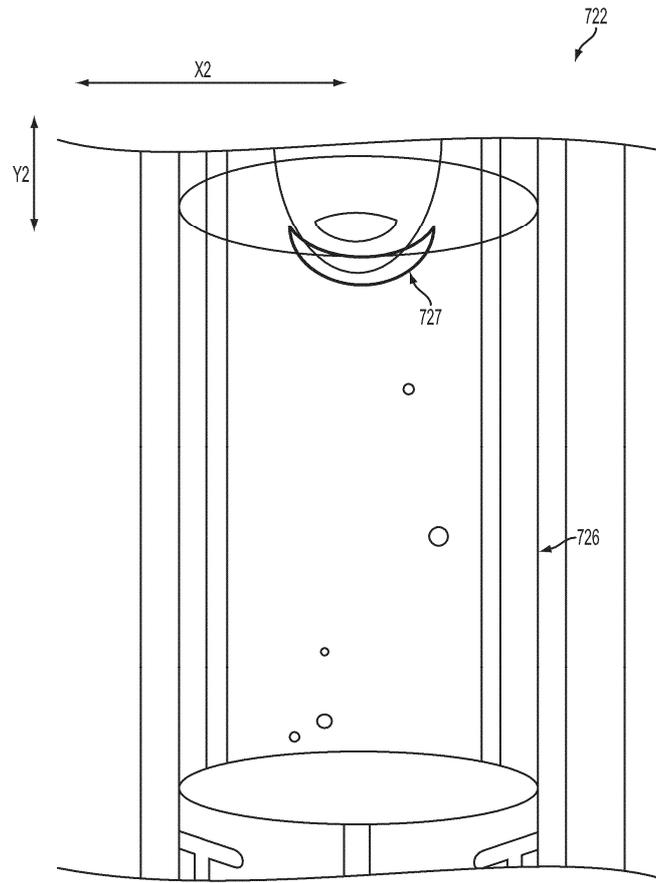
Фиг. 69F



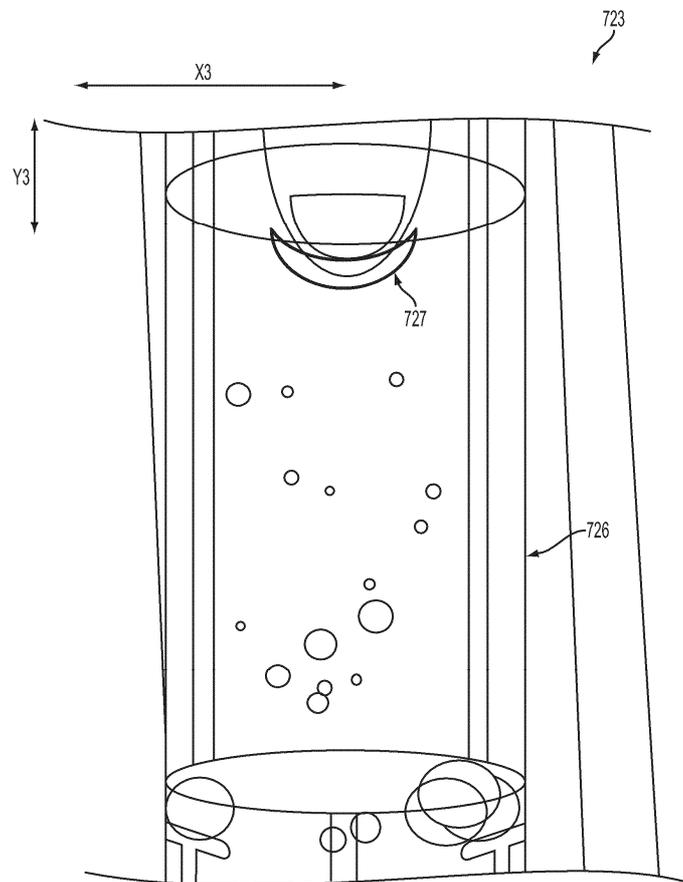
Фиг. 70



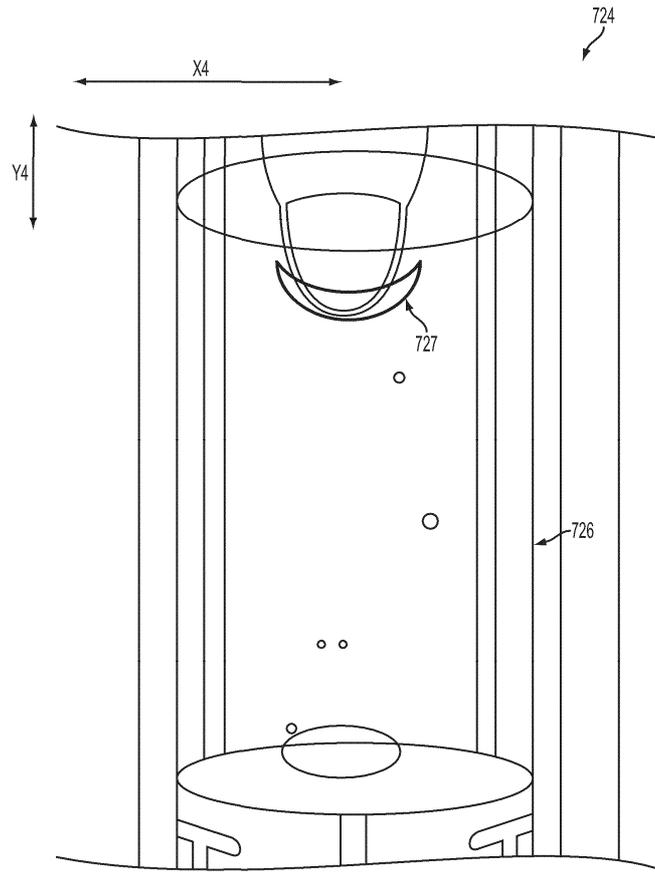
Фиг. 71А



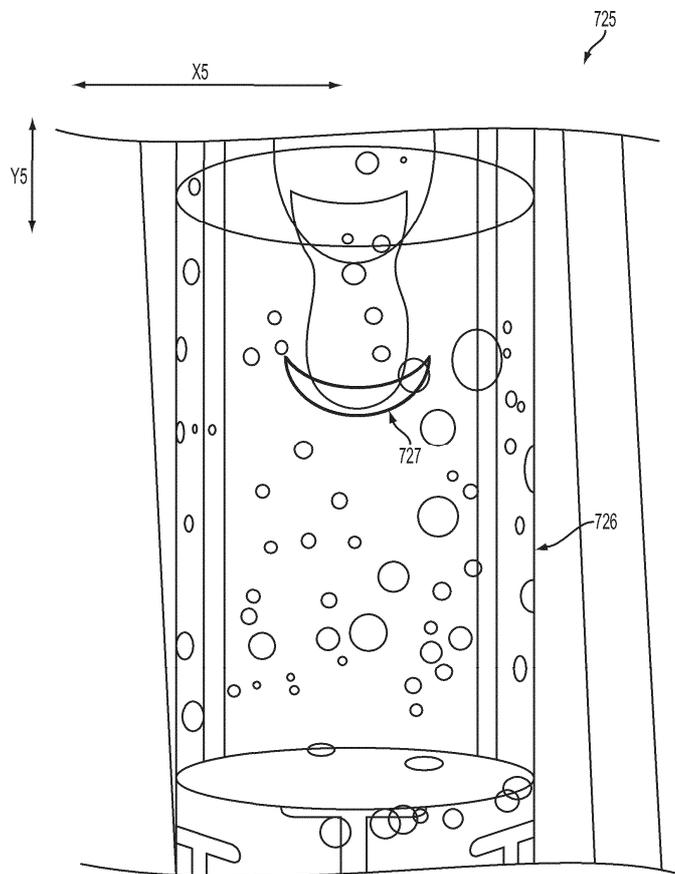
Фиг. 71В



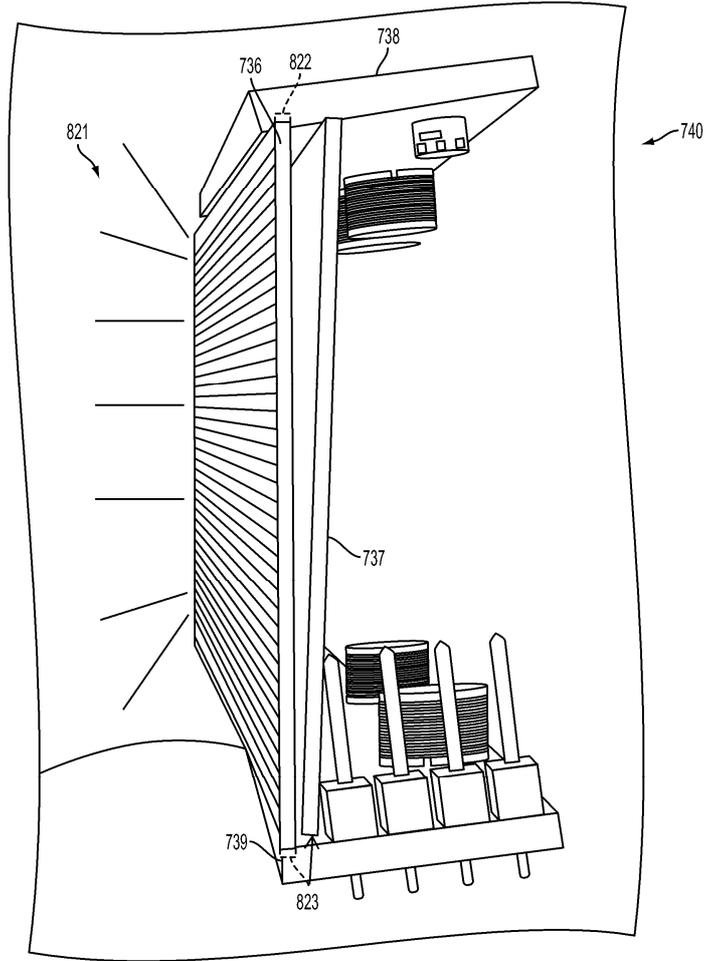
Фиг. 71С



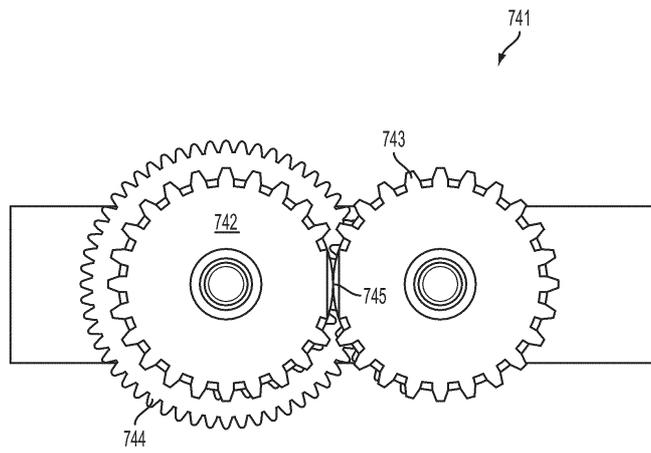
Фиг. 71D



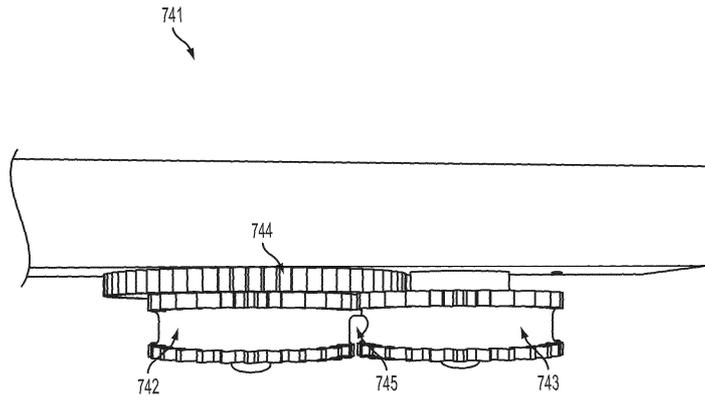
Фиг. 71E



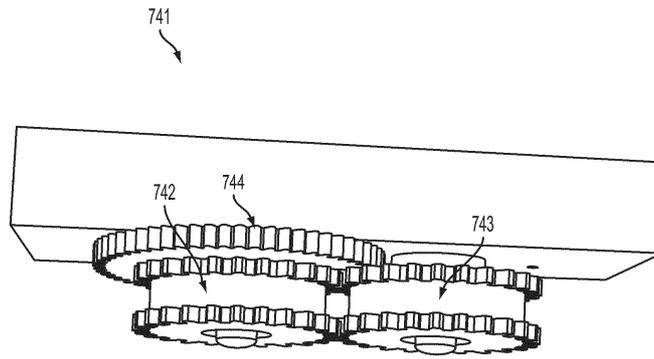
Фиг. 72



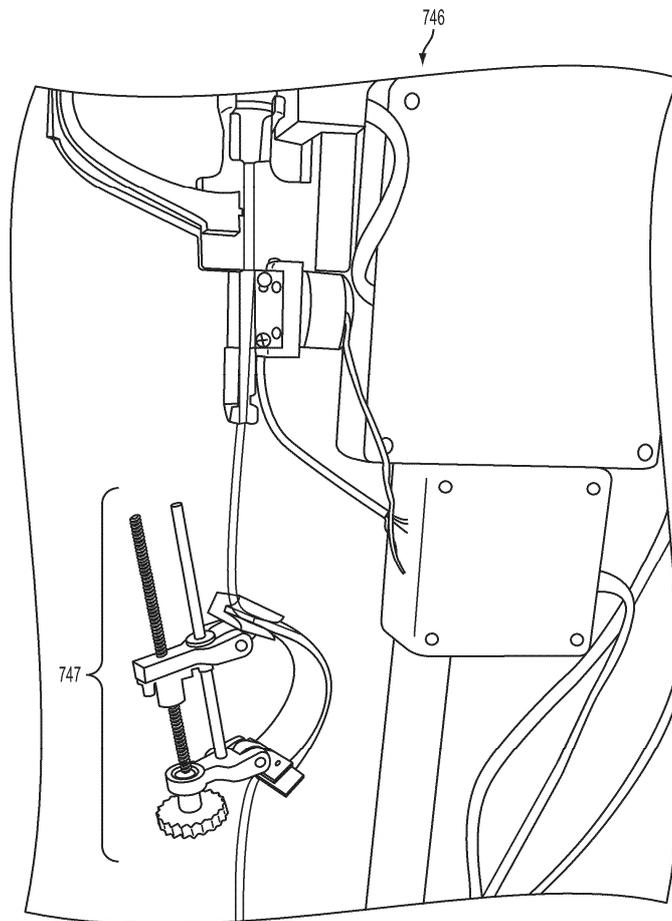
Фиг. 73А



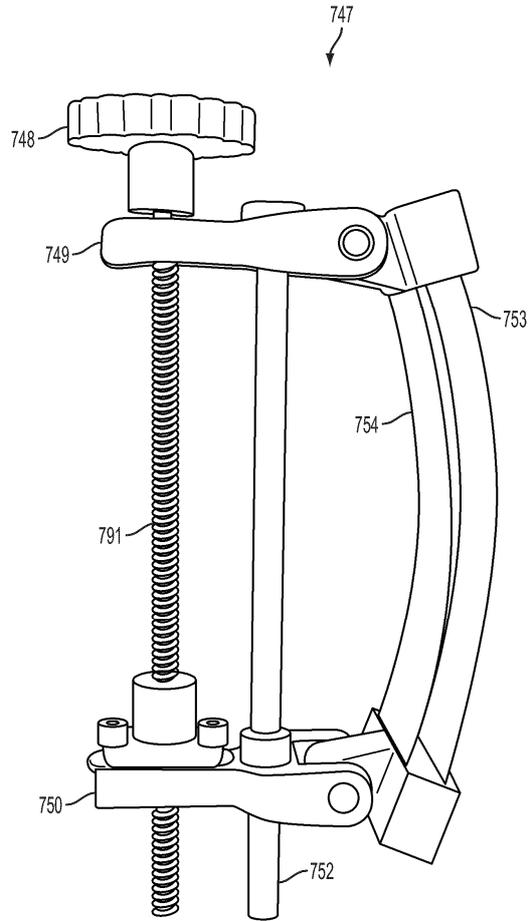
Фиг. 73В



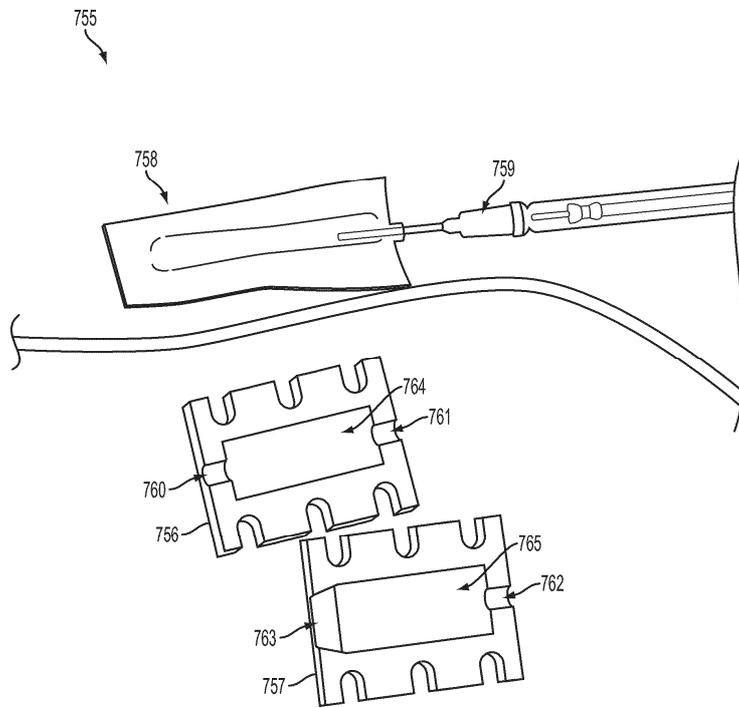
Фиг. 73С



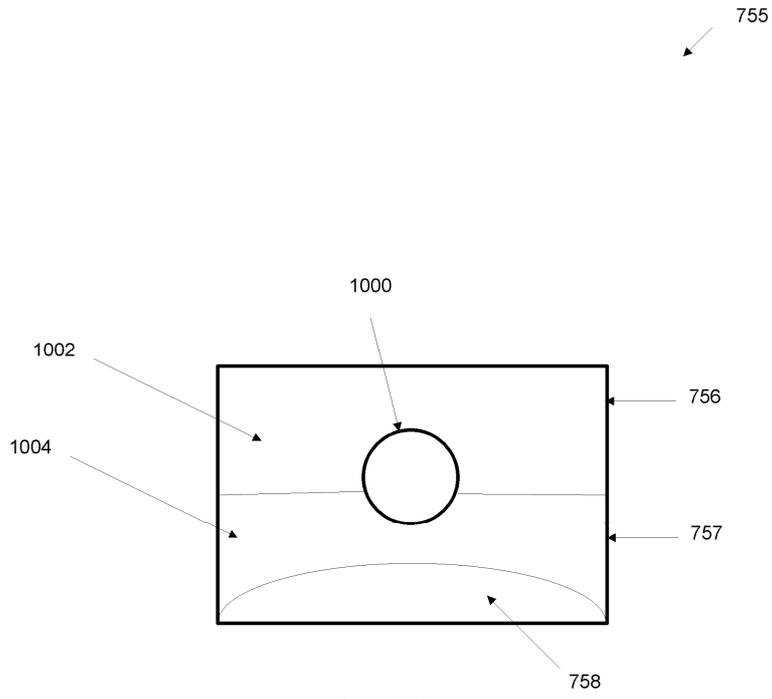
Фиг. 74



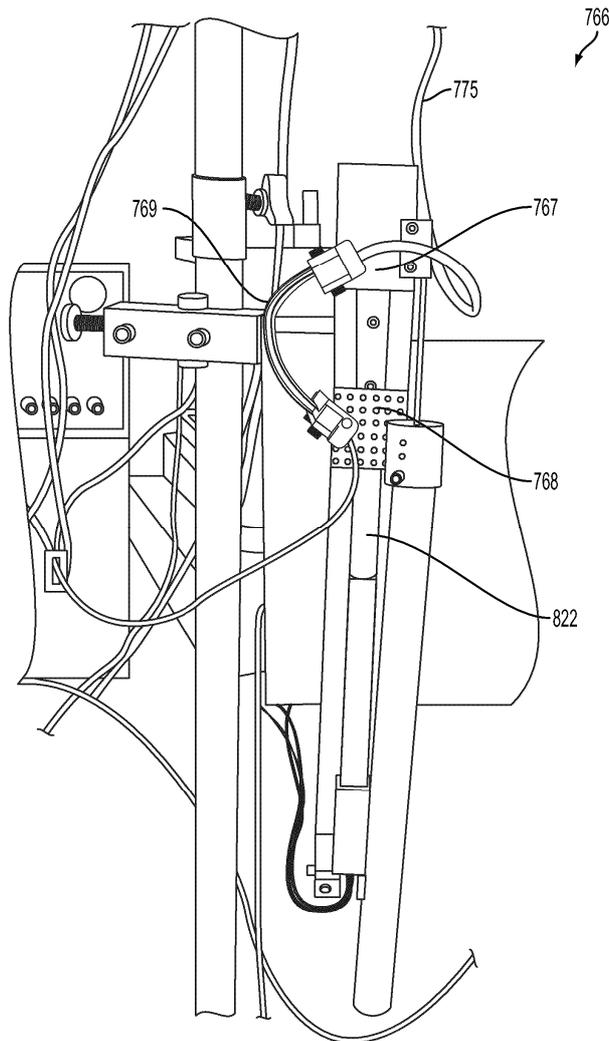
Фиг. 75



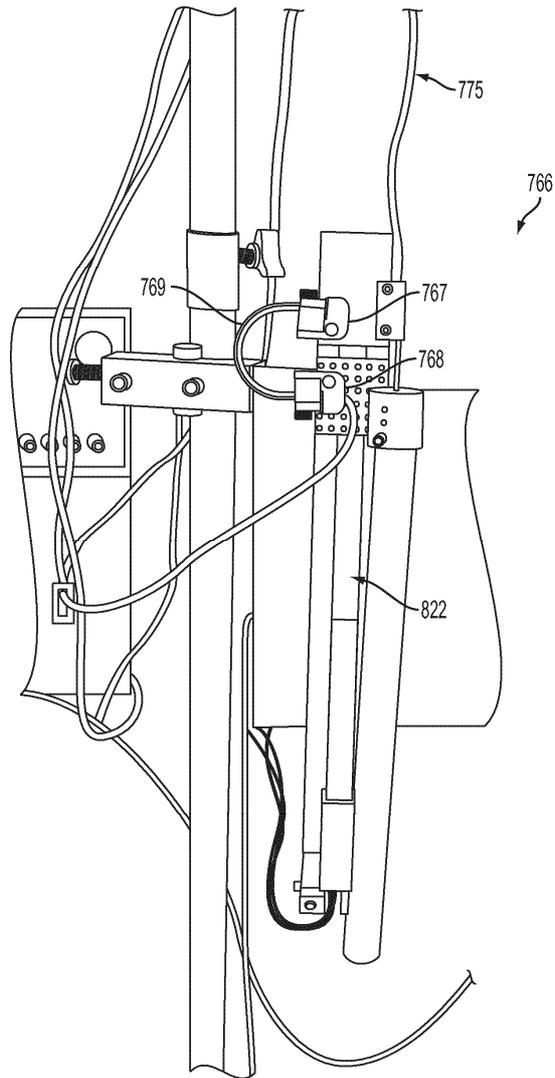
Фиг. 76А



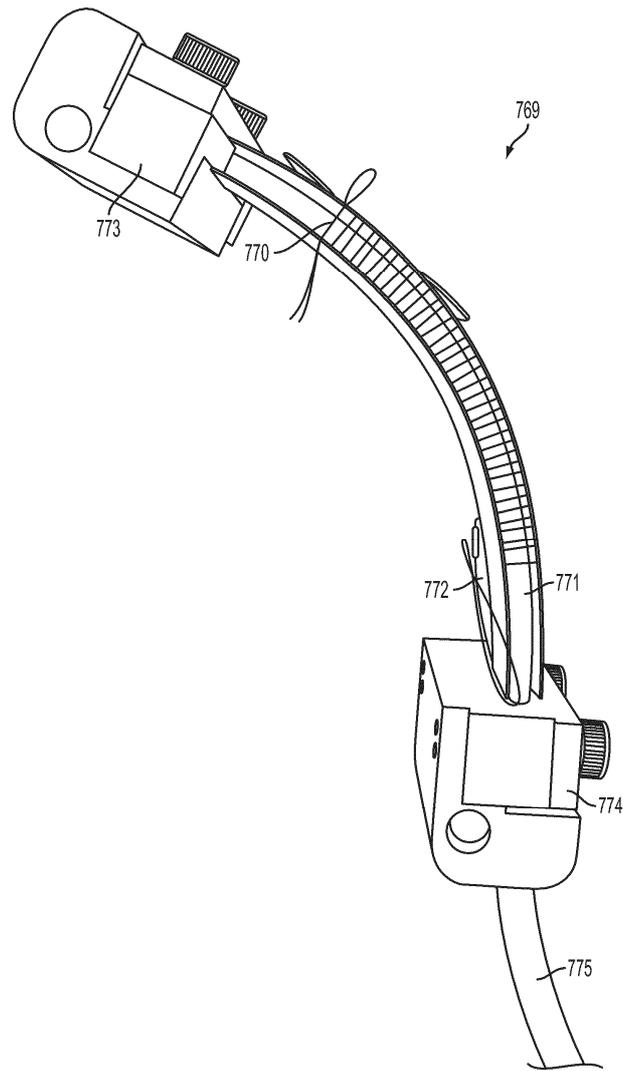
Фиг. 76В



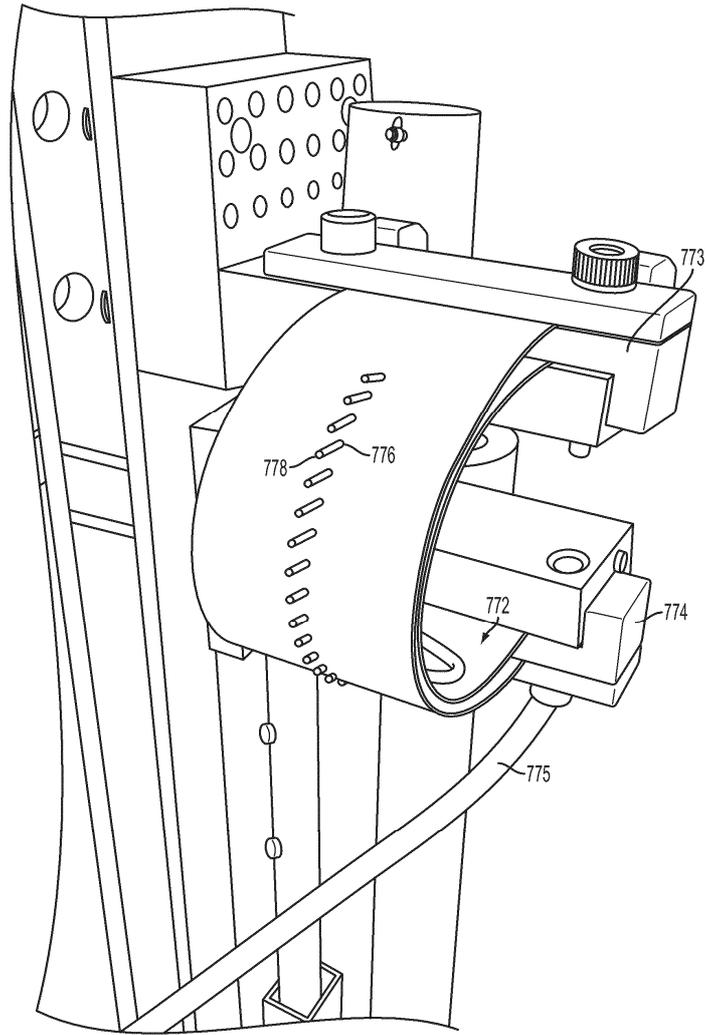
Фиг. 77



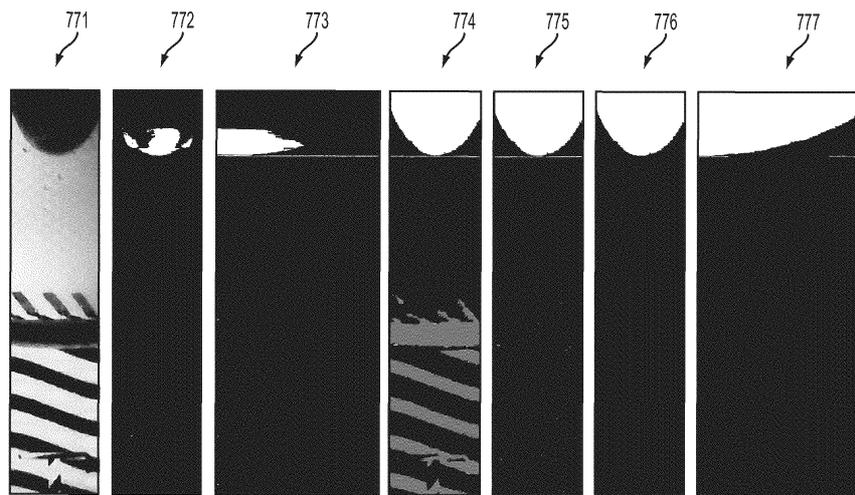
Фиг. 78



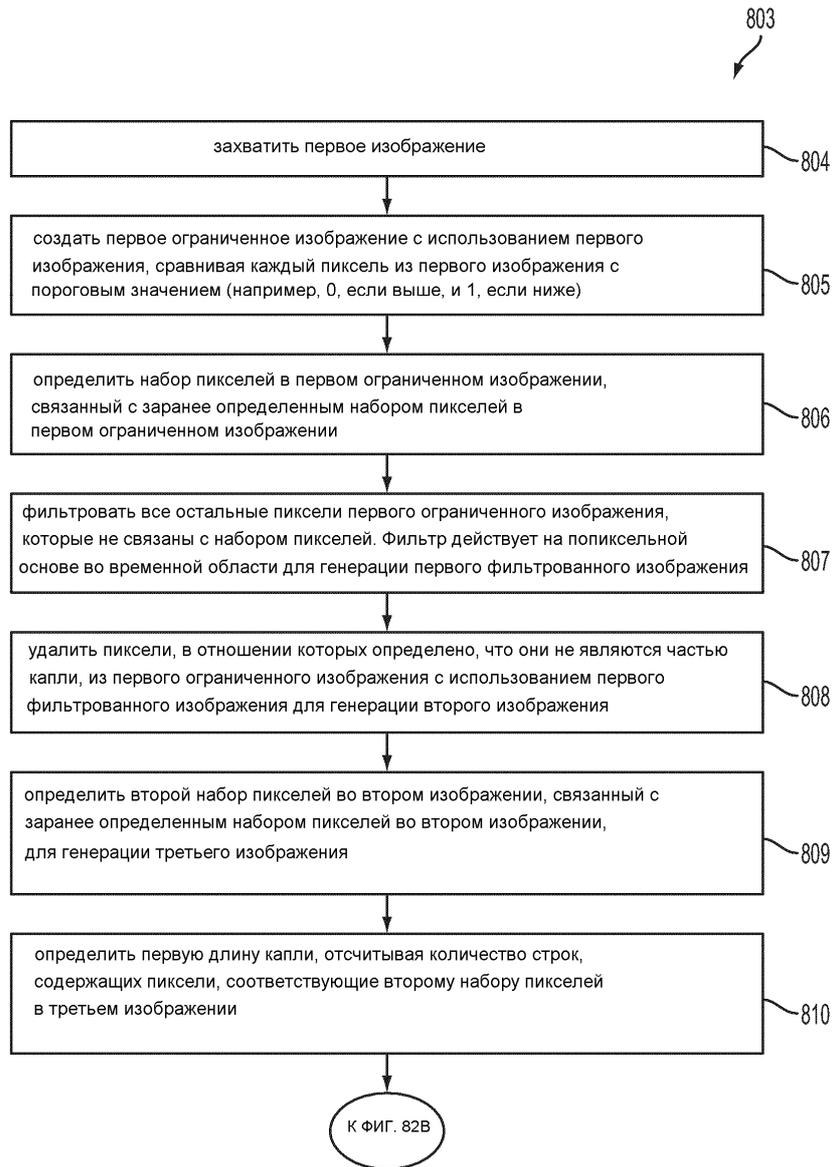
Фиг. 79



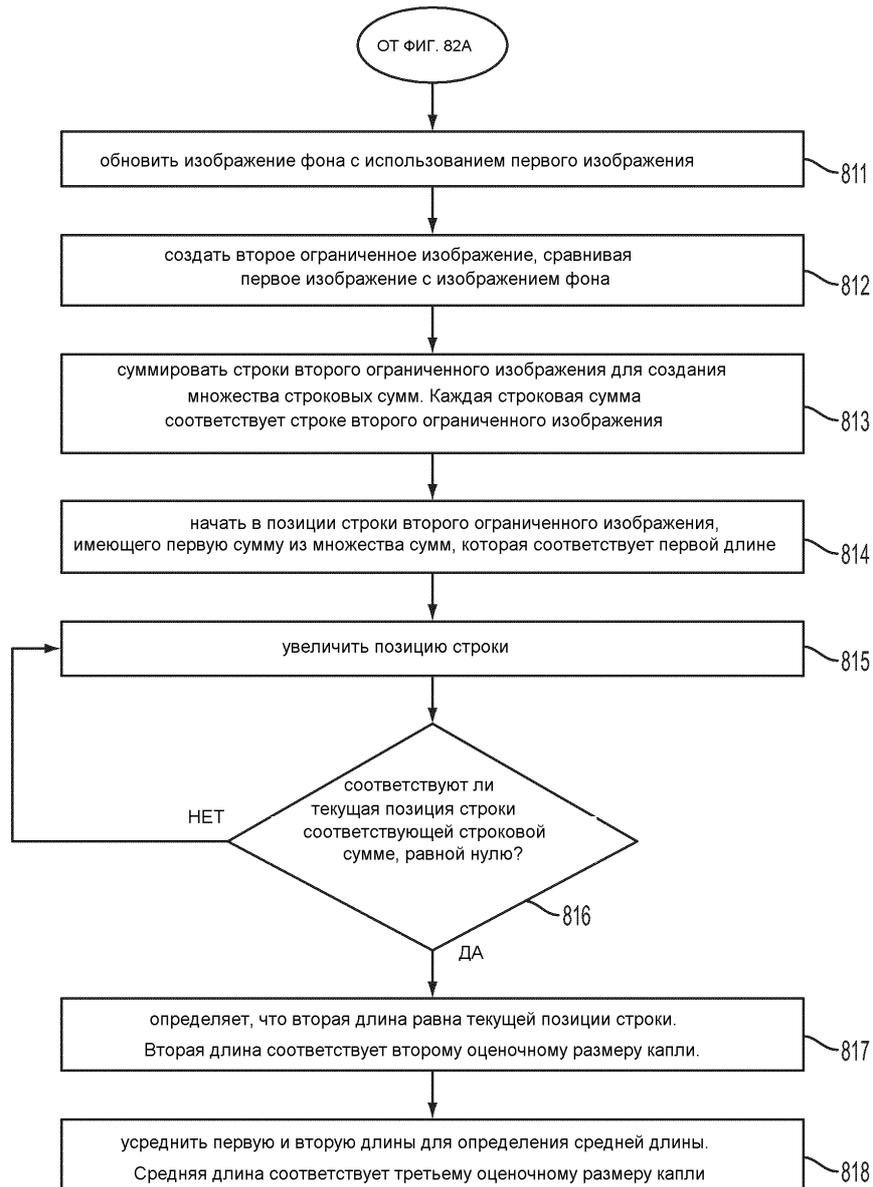
Фиг. 80



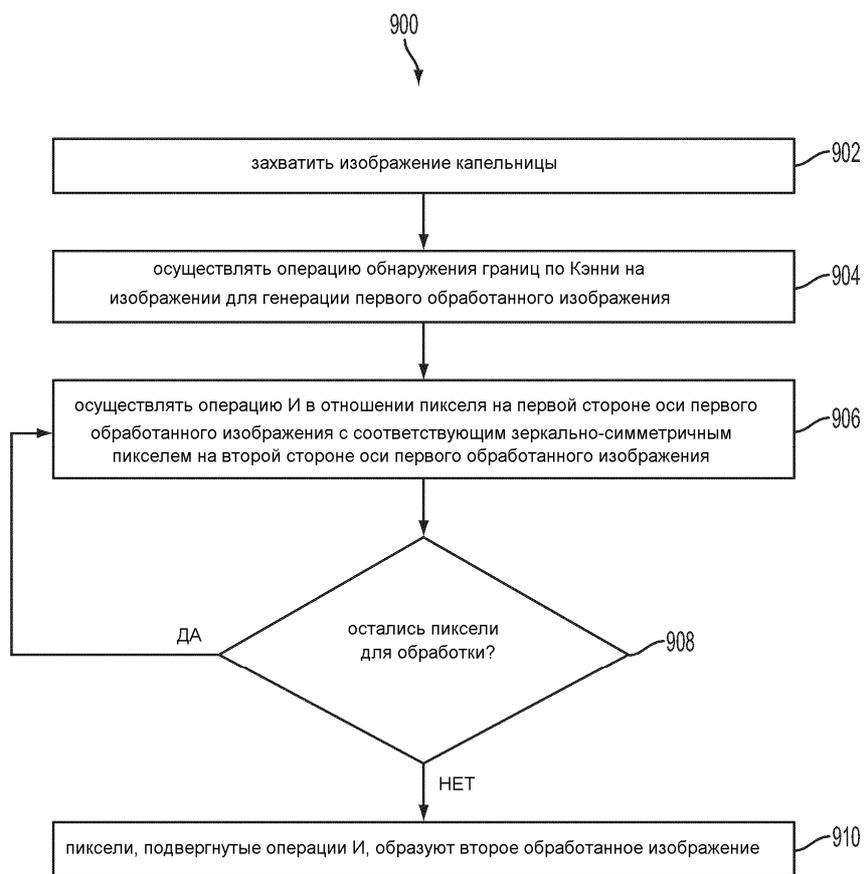
Фиг. 81



Фиг. 82А



Фиг. 82В



Фиг. 83

