

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **045956**

(13) **B1**

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

- (45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.01.22**
- (21) Номер заявки  
**202390457**
- (22) Дата подачи заявки  
**2021.07.27**
- (51) Int. Cl. *A61M 16/06* (2006.01)  
*A61M 16/00* (2006.01)  
*A61M 16/20* (2006.01)  
*A62B 7/04* (2006.01)

---

(54) **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
КИСЛОРОДА И ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ**

---

- (31) **63/056,944; 17/068,718**
- (32) **2020.07.27; 2020.10.12**
- (33) **US**
- (43) **2023.05.31**
- (86) **PCT/US2021/043333**
- (87) **WO 2022/026479 2022.02.03**
- (71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОКСФО КОРПОРАЙШН (US)**
- (72) Изобретатель:  
**Базоберри Карлос Фернандо, Янг  
Брент Х. (US)**
- (74) Представитель:  
**Билык А.В., Поликарпов А.В.,  
Соколова М.В., Путинцев А.И.,  
Черкас Д.А., Игнатъев А.В., Дмитриев  
А.В., Бучака С.М., Бельтюкова М.В.  
(RU)**
- (56) US-B2-7370651  
US-B2-7588032  
US-B1-6364161  
US-A1-20160193438  
US-B2-10201674

- 
- (57) Система (10) и способ рационального использования кислорода и других газов, подаваемых получателю. Подающий канал (408) подает газ от источника (406) к резервуару (404), который удерживает объем газа при атмосферном давлении. Канал (422) подает газ от резервуара (404) к получателю. Система обнаружения наполнения, например электромеханическая система или бесконтактная система (456), обнаруживает, когда резервуар (404) наполнен меньше, чем до состояния наполненности и когда резервуар (404) наполнен до состояния наполненности. Клапанная система предотвращает течение газа от источника (406) в резервуар (404), когда резервуар (404) находится в predetermined состоянии наполненности, и клапанная система позволяет газу течь от источника (406) в резервуар (404), когда резервуар (404) наполнен меньше, чем до predetermined состояния наполненности, при этом газ внутри резервуара (404) можно постоянно пополнять без повышения его давления выше уровня атмосферного давления.
- 

**045956**  
**B1**

**045956**  
**B1**

### **Перекрестная ссылка на родственные заявки**

Настоящая заявка испрашивает приоритет предварительной заявки на патент США № 63/056944, поданной 27 июля 2020 г., и заявки на патент США № 17/068718, поданной 12 октября 2020 г., обе из которых включены в настоящий документ посредством ссылки.

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение в общем относится к доставке газов от источника к получателю. В частности, в настоящем документе раскрыты система и способ рационального использования кислорода и других газов и веществ при их доставке от резервуара-донора к получателю путем объемного перемещения при атмосферном давлении с автоматическим повторным заполнением резервуара-донора из источника. В вариантах осуществления системы и способа кислород и другие газы и вещества передаются из резервуара-донора к получателю по запросу получателя посредством разности давлений между ними с автоматическим повторным заполнением резервуара-донора газом при атмосферном давлении.

### **Предпосылки изобретения**

Подача кислорода может быть критичной необходимостью для пациентов в больницах и других учреждениях. При этом в развивающихся странах и повсеместно во время повышенного спроса нехватки кислорода и чрезмерные затраты могут чрезмерно ограничить доступность и могут подвергать опасности здоровье и безопасность пациентов, нуждающихся в помощи. Например, во время пандемии COVID-19, которая продолжается во время написания этого документа, спрос на кислород привел к тому, что у больниц и других лечебных учреждений очень высокая потребность в этом жизненно необходимом газе. Один заголовок агентства AP News 24 июня 2020 г. предупреждал: "Из-за нехватки медицинского кислорода во всем мире много жизней находятся под угрозой". На следующий день агентство Reuters сообщило: "ВОЗ предупреждает о нехватке кислорода, в то время как число случаев COVID превысило 10 миллионов", при этом оценка Всемирной организации здравоохранения основана на том, что во всем мире регистрируют приблизительно один миллион новых случаев коронавируса в неделю, поэтому мировая потребность в кислороде составляет 620000 кубических метров в день, что приблизительно равно 88000 больших баллонов, только для пациентов с диагнозом COVID-19.

Одним способом подачи дополнительного кислорода пациентам является использование соединения по текучей среде, обычно посредством удлинительных трубок, между имеющим избыточное давление источником кислорода, например кислородным баллоном или емкостью, и пациентом. Имеющий избыточное давление источник подает непрерывный поток кислорода пациенту по мере его непрерывного прохождения из емкости через соединительные трубки, независимо от того, делает ли пациент вдох или выдох. В результате, даже когда пациент делает выдох и, таким образом, не может вдыхать кислород, кислород непрерывно течет и расходуется впустую. Действительно, половина или даже больше непрерывно подаваемого кислорода в этом способе непрерывной подачи расходуется впустую и выпускается в атмосферу.

Таким образом, очевидно, что рациональное использование запасов кислорода у одного пациента также может спасти жизнь другому пациенту. Более того, рациональное использование кислорода не только будет уменьшать общую потребность на одного пациента, но также будет приводить к снижению стоимости кислорода в расчете на одну единицу. Тем временем, каждому пациенту необходимо подавать достаточное количество кислорода. Таким образом, задача заключается в том, как обеспечить достаточную подачу кислорода по требованию и одновременно сводить к минимуму непроизводительные затраты.

Для того, чтобы осмыслить решение этой задачи необходимо понимать, что побуждает воздух, содержащий кислород, течь в легкие, как обычно начинается и поддерживается поток между пациентом и окружающим воздухом, и как альвеолярное давление изменяется при уменьшении внутриплеврального давления во время вдоха. Воздух, как и другие текучие среды, движется из области высокого давления в область низкого давления. Поток воздуха в легкие требует создания перепада давлений между атмосферой и альвеолами. Этот движущий перепад давлений создается путем сокращения дыхательных мышц. Сокращение дыхательных мышц расширяет стенку грудной клетки, снижая давления в полости грудной клетки, так что внутриплевральное и альвеолярное давление уменьшаются согласно закону Бойля. Сокращение мышц приводит к изменению объема полости грудной клетки, что приводит к изменению альвеолярного давления, что, в свою очередь, создает движущее давление для течения воздуха в легкие.

Обычно легкие поглощают кислород из воздуха во время дыхания. Однако определенные условия могут помешать человеку получать достаточно кислорода. В результате требуется кислородная терапия с оборудованием для доставки кислорода. Пациенты могут получать кислородную терапию из источника кислорода посредством трубок, размещенным у них в носу, посредством лицевой маски или посредством трубки, размещенной в трахее или дыхательном горле. Кислородная терапия увеличивает количество кислорода, который легкие получают и доставляют в кровь. Кислородная терапия может быть назначена пациенту, когда заболевание пациента приводит к слишком низким уровням кислорода в крови пациента. Из-за низкого содержания кислорода в крови пациенты могут чувствовать одышку, усталость или дезориентацию, что может привести к травмам пациента. Кислородная терапия может быть необходима на временной основе, например из-за поддающегося лечению заболевания дыхательных путей, или на дол-

госрочной основе. Часто источник кислорода представляет собой емкость со сжатым газообразным или жидким кислородом.

Емкости для кислорода постоянно необходимо изготавливать, транспортировать, хранить и повторно заполнять. В неотложных обстоятельствах, например во время эпидемии или пандемии, связанной с дыхательной недостаточностью, потребность может опасно превысить запасы. Более того, в удаленных и экономически неразвитых областях обеспечение обильного пополнения запасов кислорода может быть очень затратным, даже катастрофически невозможным. Тем временем, когда запасы жизненно необходимого кислорода очень малы и когда кислород непрерывно проходит по трубкам к пациенту, по меньшей мере половина подаваемого кислорода просто выпускается в атмосферу, в том числе при выдохе, во время которого весь подаваемый кислород расходуется впустую.

Учитывая вышеизложенное, авторы настоящего изобретения оценили критическую потребность в системе и способе, способных обеспечить легкодоступный запас кислорода пациенту, одновременно сводя к минимуму или устраняя непроизводительный расход кислорода, тем самым сводя к минимуму потребности индивидуальных пациентов, чтобы максимально увеличить эффективный запас кислорода и чтобы экономичным образом обеспечить лучший уход за пациентом и оптимальную эффективность здравоохранения даже во времена кризисов общественного здравоохранения.

#### **Краткое изложение сущности изобретения**

Учитывая критическую потребность в больших запасах кислорода для пациентов, основной целью настоящего изобретения является спасение жизней.

Авторы настоящего изобретения дополнительно изложили базовую цель предоставления системы и способа подачи кислорода и других текучих веществ пациентам и другим нуждающимся получателям, которые уменьшают непроизводительный расход кислорода и максимально увеличивают эффективное использование доступных запасов кислорода.

Дальнейшая цель вариантов осуществления настоящего изобретения заключается в предоставлении системы и способа подачи кислорода и других текучих веществ получателям, которые позволяют осуществлять обильную доставку кислорода по требованию, одновременно сводя к минимуму или устраняя неэффективный расход кислорода.

Другой целью вариантов осуществления настоящего изобретения является предоставление системы и способа подачи кислорода и других текучих веществ получателям, которые максимально увеличивают эффективность использования и сводят к минимуму затраты на подачу.

Эти и другие цели, преимущества и подробности настоящего изобретения станут очевидны не только тем, кто рассмотрит настоящее техническое описание и графические материалы, но и тем, у кого есть возможность наблюдать работу систем и способов, описанных в настоящем документе. Однако следует понимать, что хотя выполнение нескольких вышеизложенных целей в одном варианте осуществления настоящего изобретения может быть возможным и действительно предпочтительным, не все варианты осуществления будут ориентированы или испытывать необходимость в выполнении всех без исключения потенциальных преимуществ и функций. Тем не менее, все такие варианты осуществления необходимо считать относящимися к объему правовой защиты настоящего изобретения.

Следует понимать, что вышеизложенное описание ориентировочно очерчивает более важные цели и признаки настоящего изобретения для обеспечения лучшего понимания подробного описания, представленного далее, и для обеспечения лучшего восприятия вклада авторов настоящего изобретения в уровень техники. Перед подробным описанием любого конкретного варианта осуществления или его аспекта необходимо прояснить, что следующие подробности конструкции и изображения новаторских идей являются лишь примерами многих возможных вариантов осуществления настоящего изобретения.

При осуществлении одной или нескольких вышеуказанных целей вариант осуществления настоящего изобретения может быть охарактеризован как система для рационального использования кислорода, подаваемого пациенту. Система содержит способный расширяться и сжиматься резервуар-донор, который содержит внешнюю стенку, внутренний объем для размещения объема кислорода и по меньшей мере одно отверстие для обеспечения прохождения кислорода во внутренний объем и из него. Как описано в настоящем документе, резервуар-донор может содержать обшивку из гибкого материала, например обшивку из фольги. Подающий канал приспособлен для получения кислорода от источника кислорода. Подающий канал содержит первый конец для подачи кислорода в резервуар-донор и второй конец для соединения по текучей среде с источником кислорода, и канал атмосферного давления приспособлен для подачи кислорода вдоль траектории текучей среды от резервуара-донора к получателю. Канал атмосферного давления содержит первый конец, соединенный по текучей среде с резервуаром-донором, например посредством соединителя, для получения кислорода из резервуара-донора и второй конец для соединения по текучей среде с получателем. Система обнаружения наполнения применяется для обнаружения первого состояния, в котором резервуар-донор наполнен кислородом до predeterminedенного состояния наполненности, и второго состояния, в котором резервуар-донор не достиг predeterminedенного состояния наполненности. Наконец, клапанная система расположена между источником кислорода и резервуаром-донором. Клапанная система используется в закрытом состоянии для предотвращения течения кислорода от источника кислорода в резервуар-донор, когда резервуар-донор находится в первом

состоянии, и клапанная система используется в открытом состоянии для обеспечения течения кислорода от источника кислорода в резервуар-донор, когда резервуар-донор находится во втором состоянии. Используя такую конструкцию, кислород можно подавать пациенту, например посредством дыхательной маски пациента, в качестве получателя из резервуара-донора, и резервуар-донор можно автоматически пополнять до predetermined состояния наполненности.

В практических реализациях системы клапанная система и система обнаружения наполнения используются для поддержания объема кислорода в резервуаре-доноре по существу при атмосферном давлении. Например, можно считать, что резервуар-донор находится в полностью наполненном состоянии, и система обнаружения наполнения может использоваться для обнаружения наполнения резервуара-донора до predetermined диапазона полностью наполненного состояния. Система обнаружения наполнения затем может обнаружить первое состояние, когда резервуар-донор наполнен до predetermined диапазона полностью наполненного состояния, и система обнаружения наполнения может обнаружить второе состояние, когда резервуар-донор наполнен меньше, чем до predetermined диапазона полностью наполненного состояния.

В определенных вариантах осуществления система обнаружения наполнения содержит электромеханическую систему. Например, система обнаружения наполнения может содержать переключатель, расположенный с возможностью перемещения внешней стенкой резервуара-донора, когда резервуар-донор наполнен кислородом до predetermined состояния наполненности. Переключатель может быть смещен, например силой тяжести, упруго сжимаемым элементом или любым другим эффективным способом, к резервуару-донору. Можно считать, что переключатель имеет активированное состояние, в котором переключатель расположен во внутреннем положении или за его пределами относительно внутреннего объема резервуара-донора, и деактивированное состояние, в котором переключатель перемещен в направлении наружу внешней стенкой резервуара-донора, когда объем кислорода в резервуаре-доноре достигает predetermined состояния наполненности. Клапанная система используется для предотвращения течения кислорода от источника кислорода в резервуар-донор, когда переключатель находится в деактивированном состоянии, и клапанная система используется для обеспечения течения кислорода от источника кислорода в резервуар-донор, когда переключатель находится в активированном состоянии.

В определенных вариантах осуществления системы переключатель содержит поплавковый переключатель. Например, поплавок переключатель может иметь контактную конструкцию со втулкой, которая является выдвигаемой и втягиваемой относительно центрального столбика. В этом случае втулка может содержать магнит, а центральный столбик может содержать электрические контакты, которые приведены в электрический контакт близостью магнита, когда переключатель находится в активированном состоянии.

Согласно практическим реализациям системы, клапанная система может иметь форму электромагнитного клапана, который электрически связан с системой обнаружения наполнения. Электромагнитный клапан может быть приведен в действие системой обнаружения наполнения для перехода в закрытое состояние с целью предотвращения течения кислорода от источника кислорода в резервуар-донор, когда резервуар-донор находится в первом состоянии, и электромагнитный клапан может быть приведен в действие системой обнаружения наполнения для перехода в открытое состояние с целью обеспечения течения кислорода от источника кислорода в резервуар-донор, когда резервуар-донор находится во втором состоянии.

Устройство доставки к получателю, такое как дыхательная маска пациента или другое устройство доставки к получателю, может быть соединено со вторым концом канала атмосферного давления. Кроме этого, в некоторых вариантах осуществления резервуар-донор может быть расположен внутри корпуса, который может содержать основной корпус системы, вспомогательный корпус внутри основного корпуса, или какой-либо другой тип корпуса. В других практических реализациях резервуар-донор может быть расположен без корпуса. Если предусмотрен корпус, система обнаружения наполнения может содержать электромеханическую систему с переключателем, который опирается на корпус и расположен с возможностью перемещения внешней стенкой резервуара-донора, когда резервуар-донор наполнен кислородом до predetermined состояния наполненности. Еще точнее, корпус может быть прозрачным так, что можно визуально определить состояние наполненности резервуара-донора.

Варианты осуществления системы могут дополнительно включать обратный клапан вдоха, расположенный вдоль траектории текущей среды от резервуара-донора к получателю. Обратный клапан вдоха может быть использован для обеспечения потока кислорода из резервуара-донора, через канал атмосферного давления и к получателю, и одновременно предотвращает обратный поток кислорода.

В альтернативных практических реализациях настоящего изобретения система обнаружения наполнения содержит бесконтактную систему обнаружения. Например, система обнаружения наполнения может иметь форму оптической системы обнаружения.

Хотя в основном описано, что настоящее изобретение используется для доставки кислорода человеку или другим живым пациентам способом, который рационально использует запас кислорода, следует понимать, что настоящее изобретение не ограничено хранением и раздачей кислорода. В действительности другие газы и смеси газов и других текучих сред предусмотрены объемом правовой защиты настоя-

шего изобретения. В связи с этим, варианты осуществления настоящего изобретения можно более широко охарактеризовать как систему для подачи запаса газа. Более того, газ не обязательно подавать к пациенту. Предусмотрены другие получатели, которые находятся в пределах объема правовой защиты настоящего изобретения, если это явным образом не исключено формулой изобретения.

Следует понимать, что вышеизложенное описание ориентировочно очерчивает более важные цели и признаки настоящего изобретения для обеспечения лучшего понимания подробного описания, представленного далее, и для обеспечения лучшего восприятия вклада авторов настоящего изобретения в уровень техники. Перед подробным описанием любого конкретного варианта осуществления или его аспекта необходимо прояснить, что следующие подробности конструкции и изображения новаторских идей являются лишь примерами многих возможных вариантов осуществления настоящего изобретения.

#### **Краткое описание графических материалов**

На сопроводительных графических материалах:

на фиг. 1 показан схематический вид автоматической системы для рационального использования газа согласно настоящему изобретению;

на фиг. 2 показан схематический вид, изображающий последовательность циклов дыхания с использованием автоматической системы для рационального использования газа, как описано в настоящем документе;

на фиг. 3 показан вид сверху альтернативного варианта осуществления автоматической системы для рационального использования газа;

на фиг. 4 показан вид спереди автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 3;

на фиг. 5 показан перспективный вид сбоку автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 3;

на фиг. 6 показан перспективный вид сверху системы обнаружения наполнения для автоматической системы для рационального использования газа во включенном состоянии;

на фиг. 7 показан перспективный вид снизу системы обнаружения наполнения снова во включенном состоянии;

на фиг. 8 показан вид сбоку системы обнаружения наполнения в выключенном состоянии;

на фиг. 9 показан вид сверху автоматической системы для рационального использования газа, как описано в настоящем документе, при этом покрывающая часть и внутренняя система обнаружения наполнения не показаны;

на фиг. 10 показан вид снизу автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 9;

на фиг. 11 показан вид сверху альтернативной автоматической системы для рационального использования газа согласно настоящему изобретению;

на фиг. 12 показан увеличенный вид сверху автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 11;

на фиг. 13 показан вид снизу автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 11;

на фиг. 14 показан вид сбоку автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 11;

на фиг. 15 показан перспективный вид спереди автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 11;

на фиг. 16 показан перспективный вид фильтра и обратного клапана вдоха для автоматической системы для рационального использования газа согласно фиг. 11;

на фиг. 17 показан схематический вид сверху и вид сбоку другой автоматической системы для рационального использования газа согласно настоящему изобретению; и

на фиг. 18 показан схематический вид сверху и вид сбоку еще одной автоматической системы для рационального использования газа согласно настоящему изобретению.

#### **Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления**

Автоматическая система и способ для рационального использования кислорода и других веществ, описанные в настоящем документе, имеют много разнообразных вариантов осуществления. Однако для обеспечения понимания специалистом в данной области техники и, в подходящих случаях, практической реализации изобретения, описанного в настоящем документе, определенные предпочтительные варианты осуществления более полного изобретения описаны ниже и показаны на сопроводительных графических материалах.

Рассмотрим конкретные графические материалы, где конструкцию и работу автоматической системы 400 для рационального использования газа согласно настоящему изобретению можно понять со ссылкой на фиг. 1. Как изображено и описано в настоящем документе, автоматическая система 400 для сбережения газа обеспечивает по требованию подачу кислорода при атмосферном давлении к получателю, например к дыхательной маске 426 пациента, из резервуара-донора 404. Резервуар-донор 404 хранит кислород при атмосферном давлении и непрерывно получает кислород из источника 406 кислорода, та-

кого как емкость со сжатым газообразным кислородом или жидким кислородом. Когда резервуар-донор 404 хранит кислород при атмосферном давлении, полный и обильный запас кислорода постоянно доступен для вдыхания пациентом. Наряду с этим, потери кислорода в время выдоха пациента по существу устраняются, тем самым рационально используя запас кислорода, не ухудшая доступность для индивидуального получателя, так как кислород внутри резервуара-донора 404 автоматически пополняется.

Резервуар-донор 404 в этом варианте осуществления содержит расширяемую и сжимаемую оболочку, камеру или другое расширяемое и сжимаемое тело, расположенное внутри корпуса 402, который может быть основным корпусом или вспомогательным корпусом внутри большей конструкции. Однако резервуар-донор 404 не обязательно должен находиться внутри корпуса 402 для того, чтобы относиться к объему правовой защиты настоящего изобретения. Корпус 402 образует границы резервуара 404, так что оболочка резервуара 404 прижимается к одной или нескольким частям границы, образованной корпусом 402, по мере расширения резервуара 404. В этом неограничивающем примере корпус 402 имеет дно, образующее нижнюю границу резервуара 404, верх, который образует верхнюю границу резервуара 404, и дальние концы, которые образуют продольные границы резервуара 404. В этом случае резервуар 404 имеет продолговатую яйцевидную форму, а корпус 402 в общем имеет форму куба, но другие формы и комбинации являются возможными и относятся к объему правовой защиты настоящего изобретения, если только это явным образом не ограничено формулой изобретения. Как в варианте осуществления автоматической системы 400 для сбережения газа, изображенной на фиг. 10, например, часть нижней стенки оболочки резервуара 404 может быть приклеена или другим образом прикреплена ко дну корпуса 402, например с помощью клейкой полосы 448 или любым другим образом.

В этом примере резервуар 404 образован первой и второй продолговатыми панелями, соединенными вдоль краев герметичным образом для образования оболочки или конструкции внешней стенки с основной частью и горлышком. Резервуар 404 герметично закрыт за исключением входного отверстия в горлышке резервуара 404. Оболочка образована из гибкого и по существу газонепроницаемого материала, при этом специалисту в данной области известно много таких материалов, каждый из которых относится к объему правовой защиты настоящего изобретения. Оболочка резервуара 404 может быть образована, например, из гибкого полимерного материала со слоем покрытия или без него. Материал, образующий резервуар 404, может содержать, например, фольгу, образованную одним или несколькими слоями полимерного материала со слоем алюминиевого покрытия. Другие конфигурации резервуара 404 являются возможными и относятся к объему правовой защиты настоящего изобретения. Резервуар 404 может иметь комбинации, включающие одну или несколько гибких стенок, жестких стенок, сжимаемых стенок, складных стенок, расширяемых стенок, тонких стенок или других стенок, способных удерживать внутри объем газа.

Предпочтительно, как обеспечивается формированием резервуара 404 из легкой гибкой фольги, резервуар 404 после расширения имеет свойство по существу сохранять расширенную форму и конфигурацию, благодаря собственной структурной целостности или иным образом, даже когда он открыт для атмосферного давления, например посредством соединения по текучей среде с получателем 426 по трубке 422 атмосферного давления. Как описано в настоящем документе, в расширенном состоянии резервуар 404 в предпочтительных вариантах осуществления по существу не складывается самостоятельно под весом своих стенок. Когда резервуар 404 заполнен кислородом, он временно хранит разделенный на отсеки объем кислорода при атмосферном давлении, который готов для извлечения оттуда получателем 426.

Соединитель 418 для текучей среды, который в этом примере содержит Т-образный соединитель, имеет первый продольный канал, соединенный по текучей среде с резервуаром-донором 404, например посредством отверстия в горлышке резервуара 404. Соединитель 418 для текучей среды имеет второй продольный канал, соединенный по текучей среде с трубкой 422 атмосферного давления и, посредством этой трубки 422, с получателем 426. Наконец, соединитель 418 для текучей среды имеет третий поперечный канал между первым и вторым отверстиями, соединенный по текучей среде с источником 406 кислорода. Соединение по текучей среде от источника 406 к соединителю 418 может быть обеспечено, например, посредством трубки 408 высокого давления, выполняющей функцию подающего канала от источника 406 кислорода к кислородному соединителю 410, прикрепленному к корпусу 402, и трубки 452 высокого давления от кислородного соединителя 410 к подающему клапану 412. Первый, второй и третий каналы соединены по текучей среде друг с другом внутри соединителя 418 для текучей среды.

Подающий клапан 412, который в этом примере содержит электромеханический электромагнитный клапан 412, имеет открытое состояние и закрытое состояние. Клапан 412 присоединен по текучей среде между имеющим избыточное давление источником 406 кислорода и резервуаром 404. Когда подающий клапан 412 находится в открытом состоянии, кислород может проходить от источника 406 кислорода, по трубке 408, через клапан 412, через соединитель 418, и в резервуар 404. Когда клапан 412 находится в закрытом состоянии, предотвращается прохождение кислорода между источником 406 кислорода и резервуаром 404.

Обратный клапан 424 вдоха расположен между резервуаром 404 и получателем 426, например путем соединения по текучей среде со вторым каналом соединителя 418 для текучей среды и с соедините-

лем 418 для текучей среды, соединенным по текучей среде посредством своего первого канала с горлышком резервуара 404. Обратный клапан 424 вдоха используется для обеспечения потока газа из резервуара-донора 404, через трубку 422 атмосферного давления и к получателю 426, и одновременно предотвращает обратный поток газа, например от получателя 426 в резервуар-донор 404. Газовый фильтр 420 присоединен по текучей среде между получателем 426 и обратным клапаном 424 вдоха и, таким образом, между получателем 426 и резервуаром-донором 404. Фильтр 420 и обратный клапан 424 вдоха изображены отдельно от остальной автоматической системы 400 для рационального использования газа на фиг. 16.

Как описано в настоящем документе, объем кислорода в резервуаре-доноре 404 удерживается по существу при атмосферном давлении. Атмосферное давление можно определить как давление воздуха, окружающего резервуар-донор 404. Когда получатель проходит через фазу вдоха дыхания, кислород будет втягиваться из резервуара-донора 404 по трубке 422 атмосферного давления, тем самым втягивая и уменьшая объем кислорода в резервуаре-доноре 404. Из-за того, что резервуар-донор 404 способен сжиматься, резервуар 404 будет иметь склонность сокращаться. Когда он сокращается, резервуар-донор 404 автоматически пополняется кислородом посредством работы системы обнаружения наполнения без избыточного давления резервуара 404, так что кислород внутри резервуара 404 остается по существу при атмосферном давлении.

Система обнаружения наполнения имеет первое состояние, в котором пополняющий кислород не подается к резервуару-донору 404, и второе состояние, в котором пополняющий кислород подается к резервуару-донору 404. Первое состояние может представлять собой состояние, в котором резервуар-донор 404 наполнен кислородом до некоторого предопределенного состояния наполненности, и второе состояние может представлять собой состояние, в котором резервуар-донор 404 наполнен кислородом меньше, чем до предопределенного состояния наполненности. Система обнаружения наполнения используется для обнаружения достижения резервуаром-донором 404 предопределенного состояния наполненности. Предопределенное состояние наполненности может быть обнаружено, когда резервуар-донор 404 достигает предопределенного размера или другого условия наполненности в любом измерении или комбинации измерений. В вариантах осуществления настоящего изобретения может считаться, что резервуар-донор 404 имеет полностью наполненное состояние, и система обнаружения наполнения обнаруживает, когда резервуар-донор 404 наполнен до полностью наполненного состояния или до предопределенного диапазона полностью наполненного состояния. В качестве примера, но не ограничения, система обнаружения наполнения может обнаруживать, когда резервуар-донор 404 наполнен кислородом до порогового уровня наполненности или выше него, который может быть равен полностью наполненному состоянию или может быть меньше него.

Учитывая настоящее изобретение, специалистам в данной области техники будут очевидны несколько механизмов, которые могут работать в качестве систем обнаружения наполнения, для обнаружения наполнения резервуара-донора 404 до предопределенного состояния наполненности. Каждый такой механизм относится к объему правовой защиты настоящего изобретения, если это явным образом не ограничено формулой изобретения. Механизмы обнаружения наполнения могут содержать механические системы, электрические системы, электромагнитные системы, оптические системы, электромеханические системы, активируемые звуком системы, датчики движения, датчики света и любой другой тип системы, эффективный для обнаружения наполнения резервуара-донора 404 до предопределенного состояния наполненности, причем также следует отметить, что предопределенное состояние наполненности может быть достигнуто, когда кислород в резервуаре-доноре 404 находится по существу при атмосферном давлении.

В неограничивающем варианте осуществления по фиг. 1 система обнаружения наполнения содержит электромеханическую систему для обнаружения заполнения резервуара-донора 404 до предопределенного состояния наполненности. Система обнаружения наполнения содержит контактную конструкцию 416, расположенную с возможностью активного контакта, пассивного контакта, перемещения или иного приведения в действие резервуаром-донором 404, когда резервуар 404 достигает стадии наполненности. В пределах объема правовой защиты настоящего изобретения местоположение и строение контактной конструкции 416 могут варьироваться. В варианте осуществления по фиг. 1, например, контактная конструкция 416 расположена так, чтобы выступать из или через дальнюю торцевую стенку корпуса 402 во внутренний объем корпуса 402, так что она выступает к дальнему концу резервуара 404 и может входить в сцепление с ним. В вариантах осуществления по фиг. 3-15, контактная конструкция 416 тем не менее расположена так, чтобы выступать из или через верхнюю стенку корпуса 402 во внутренний объем корпуса 402 для сцепления со средней частью резервуара 404. Там контактная конструкция 416 удерживается опорной конструкцией 434, прикрепленной к верхней стенке корпуса 402. Согласно настоящему изобретению, контактная конструкция 416 может удерживаться другим образом.

Контактная конструкция 416 расположена с возможностью перемещения резервуаром-донором 404 по мере расширения резервуара 404 в наполненное состояние. Контактная конструкция 416 может, например, нажиматься, вращаться, поворачиваться или другим образом приводиться в действие резервуаром-донором 404 и, в частности, расширением резервуара-донора 404. Контактная конструкция 416 ра-

ботает в качестве компонента для приведения в действие переключателя 414 потока. Когда контактная конструкция 416 приводится в действие расширением резервуара-донора 404, переключатель 414 потока вынужден приводить в действие клапан 412 между включенным состоянием, в котором кислород может течь от источника 406 кислорода к резервуару 404 для пополнения и заполнения резервуара 404, и выключенным состоянием, в котором предотвращается течение кислорода от источника 406 кислорода к резервуару 404. Контактная конструкция 416 смещена, например, усилием пружины, под действием силы тяжести, силой упругости или любым другим способом смещения или комбинацией таких способов к резервуару-донору 404.

В неограничивающем варианте осуществления по фиг. 1 резервуар-донор 404 расположен внутри корпуса 402. Дополнительно или в качестве альтернативы резервуар-донор 404 может быть расположен внутри вспомогательного корпуса, который, в свою очередь, может быть расположен в корпусе 402 или который может быть расположен отдельно. Кроме этого, как изображено на фиг. 17, например, резервуар-донор 404 может быть расположен без корпуса или кожуха, в этом случае контактная конструкция 416 и потенциально переключатель 414 потока, описанный ниже в этом документе, могут удерживаться другим образом, например с помощью окружающей полосы, жесткого кронштейна или другой удерживающей конструкции 454, для контакта или другого обнаружения или сцепления относительно резервуара-донора 404. Контактная конструкция 416 и переключатель 414 потока могут удерживаться вместе, потенциально в виде единого узла, или в отдельно расположенных местах. На фиг. 17 контактная конструкция 416 удерживается удерживающей конструкцией 454, которая может быть жестким опорным рычагом или любой другой удерживающей конструкцией, для сцепления с резервуаром-донором 404, и переключатель 414 потока интегрирован с контактной конструкцией 416.

Таким образом, контактная конструкция 416 удерживается корпусом 402, удерживающей конструкцией 454 или иным образом для контакта с резервуаром 404. Не ограничивая настоящее изобретение, контактная конструкция 416 может удерживаться для контакта с резервуаром 404 путем фиксации частично или полностью внутри корпуса 402 или посредством отверстия в корпусе 402 или посредством отверстия во вспомогательном корпусе, который удерживает резервуар 404, или контактная конструкция 416 может удерживаться для контакта с резервуаром-донором 404, котором вообще не находится в корпусе.

Переключатель 414 потока имеет активированное состояние, которое может считаться включенным состоянием, когда контактная конструкция 416 перемещена достаточным образом, например путем выдвигания, вращения или другого движения, в направлении внутрь к внутреннему объему резервуара-донора 404. Контактной конструкции 416 разрешено перемещаться внутрь в направлении к резервуару-донору 404 в активированное состояние, когда объем кислорода в резервуаре-доноре 404 опускается ниже predetermineded состояния наполненности, так что внешняя стенка отклонена или перемещена внутрь или может быть отклонена или перемещена внутрь. Переключатель 414 потока имеет деактивированное состояние, которое может считаться выключенным состоянием, когда контактная конструкция 416 перемещена, например, посредством вытягивания, вращения или другого движения, в направлении наружу от резервуара-донора 404. Контактная конструкция 416 перемещается наружу для того, чтобы перевести переключатель 414 потока в деактивированное состояние, которое является выключенным состоянием, когда объем кислорода в резервуаре-доноре 404 достигает predetermineded состояния наполненности, чтобы заставить внешнюю стенку резервуара-донора 404 перемещаться наружу посредством расширения резервуара-донора 404. Например, если контактная конструкция 416 представляет собой нажимной переключатель, расширение резервуара-донора 404 будет давить на внешнюю стенку или оболочку резервуара-донора 404 в направлении наружу для того, чтобы путем нажима переводить контактную конструкцию 416 и переключатель 414 потока в деактивированное состояние.

В варианте осуществления по фиг. 3-10, контактная конструкция 416 и переключатель 414 реализованы в виде поплавкового переключателя с приводным каркасом. С конкретной ссылкой на фиг. 7 и 8, можно увидеть, что приводной каркас контактной конструкции 416 удерживается с возможностью движения вдоль вертикальной оси, которая в общем перпендикулярна продольной оси и в общем перпендикулярна поверхности резервуара-донора 404. Приводной каркас контактной конструкции 416 содержит дальнейшее плоское тороидальное кольцо 444, расположенное с возможностью активного и пассивного сцепления со стенкой резервуара 404. Ближнее тороидальное кольцо 442 поддерживается параллельно и на расстоянии относительно дальнего тороидального кольца 444 множеством стержневых элементов 446, и втулка 440 зафиксирована для движения с ближним тороидальным кольцом 442.

Приводной каркас, сформированный таким образом тороидальными кольцами 442 и 44, стержневыми элементами 446 и втулкой 440, является выдвигной и вытягиваемой относительно центрального столбика 436. Кольцевая пластина 438 зафиксирована вдоль длины центрального столбика 436 вдали от втулки 440 приводного каркаса, так что кольцевая пластина 438 удерживает контактную конструкцию 416 плавающим образом. Как изображено на фиг. 7, втулка 440 склонна опускаться в контакт с кольцевой пластиной 438 под действием естественной силы тяжести, когда резервуар-донор 404 заполнен меньше заданного уровня.

Центральный столбик 436 вмещает магнитный переключатель 414, такой как герконовый переключатель.

чатель 414, и плавающий приводной каркас контактной конструкции 416 удерживает магнит 447 внутри втулки 440. Когда приводной каркас выдвинут, как на фиг. 7, где резервуар-донор не достиг состояния наполненности, контакты 445 герконового переключателя 414 (изображенного на фиг. 8) притягиваются в контакт друг с другом для замыкания электрической цепи и перевода переключателя 414 в активированное состояние, что приводит клапан 412 во включенное состояние, в котором кислород может течь от источника 406 кислорода к резервуару 404. Когда резервуар 404 заполнен до predetermined состояния наполненности, магнит 447 внутри втулки 440 перемещается от контактов 445 герконового переключателя 414 для размыкания цепи и перевода переключателя 414 в деактивированное состояние, что приводит клапан 412 в выключенное состояние, в котором предотвращается течение кислорода от источника 406 кислорода к резервуару 404.

Благодаря смещению контактной конструкции 416, которое может быть выполнено любым механизмом, включая силу тяжести, упруго сжимаемый или расширяемый элемент, или любую комбинацию механизмов, контактная конструкция 416 автоматически перемещается в активированное состояние для перевода переключателя 414 потока и клапана 412 во включенное состояние, чтобы позволить кислороду течь от источника 406 кислорода к резервуару 404, когда объем кислорода в резервуаре-доноре 404 опускается ниже predetermined пороговой величины, например ниже predetermined состояния наполненности. Когда объем кислорода в резервуаре-доноре 404 достигает predetermined пороговой величины, например находится в predetermined состоянии наполненности или выше него, контактная конструкция 416 перемещается с помощью стенки резервуара-донора 404 в деактивированное состояние и переключатель размещается в выключенном состоянии. В деактивированном состоянии клапан 412 закрыт для предотвращения потока консервирующего газа от источника 406 к резервуару-донору 404.

Таким образом, резервуар-донор 404 может быть наполнен, например до максимального объема или в пределах заданного диапазона максимального объема резервуара-донора 404 без чрезмерного наполнения или избыточного давления резервуара-донора 404. Таким образом, предотвращается повышение давления кислорода внутри резервуара-донора 404 выше приблизительного уровня атмосферного давления. Однако, если только это не противоречит формуле изобретения, варианты осуществления настоящего изобретения могут калибровать контактную конструкцию 416 или переключатель 414 потока или и то, и другое, для перевода в деактивированное состояние при некотором другом predetermined состоянии наполнения или давлении, потенциально включая давление или состояние наполнения выше атмосферного давления, или некоторое состояние наполнения, которое значительно меньше максимального объема резервуара-донора 404. Переключатель 414 потока и клапан 412 могут быть электрическими, механическими, электромеханическими, или иметь другую конфигурацию и конструкцию.

Как и ранее, специалисту в данной области техники будут очевидны другие механизмы, которые могут работать в качестве систем обнаружения наполнения, для обнаружения наполнения резервуара-донора 404 до predetermined состояния наполненности, при этом каждый такой механизм относится к объему правой защиты настоящего изобретения, если это явным образом не ограничено формулой изобретения. Например, как в варианте осуществления, изображенном на фиг. 18, например, система обнаружения наполнения в качестве альтернативы может иметь форму бесконтактной системы 456 обнаружения, такой как оптическая система обнаружения, которая может быть образована, например, лазерной системой обнаружения, системой камер, инфракрасной системой обнаружения наполнения, или любой другой эффективной оптической или бесконтактной системой обнаружения. В неограничивающем варианте осуществления по фиг. 18, например, бесконтактная система обнаружения 456 образована светоизлучателем, таким как лазерный или другой светоизлучатель, прикрепленным к одной стороне резервуара 404, и приемником светового излучения, расположенным на противоположной стороне резервуара 404. В таких конструкциях состояние наполнения резервуара-донора 404 можно обнаружить бесконтактным образом, например когда резервуар-донор 404 наполнен до состояния, в котором резервуар 404 предотвращает прохождение света от светоизлучателя к приемнику светового излучения, где резервуар 404 демонстрирует predetermined величину отражающей способности, или каким-либо другим бесконтактным образом.

В вариантах осуществления автоматической системы 400 для рационального использования газа по фиг. 1-16, подающий клапан 412 содержит электромагнитный клапан, который электрически соединен, например посредством электропроводки в электрической цепи, с переключателем 414 потока. Как изображено, электрическая система управления, которая может включать электрические схемы, электронное запоминающее устройство, проводку и другие электрически управляющие и соединительные компоненты, взаимодействует с системой обнаружения наполнения для перевода электромагнитного подающего клапана 412 в открытое состояние для обеспечения потока кислорода от источника 406, когда переключатель 414 потока находится в активированном состоянии. Электрическая система управления может получать питание от источника питания, который может быть источником переменного тока, подключенным через соединение 430 для подачи питания, источником постоянного тока, таким как источник питания в виде батареи, или каким-либо другим источником электроэнергии. Поток электроэнергии от источника питания можно управлять с помощью переключателя 432 питания. Электромагнитный клапан

412 приводится системой обнаружения наполнения и электрической системой управления в закрытое состояние для предотвращения потока кислорода от источника 406 к резервуару 404, когда переключатель 414 потока находится в деактивированном состоянии. Каждый из компонентов, упомянутых в настоящем документе, можно дополнительно объединять или разделять в пределах объема правовой защиты настоящего изобретения.

Электромагнитный клапан 412 может быть электрически открыт, когда электрическая цепь замкнута путем перемещения или другого приведения в действие переключателя 414 потока системы обнаружения наполнения в активированное состояние. Электромагнитный клапан 412 автоматически закрывается для предотвращения дальнейшего заполнения резервуара-донора 404, когда электрическая цепь разомкнута с помощью контактной конструкции 416, а переключатель 414 потока перемещен в деактивированное состояние, что может указывать на то, что резервуар-донор 404 заполнен до предопределенного состояния наполненности. В одном примере настоящего изобретения, где контактная конструкция 416 и переключатель 414 потока приводят в действие путем нажима или выталкивания контактной конструкции 416 наружу посредством резервуара 404, электрическая цепь размыкается и движение электрического тока прекращается, когда контактная конструкция 416 достаточно прижата в направлении наружу резервуаром 404 и электромагнитный клапан 412 находится в закрытом положении. Когда контактная конструкция 416 достаточно перемещена, например путем выдвижения внутрь к резервуару 404, что указывает на то, что наполненность резервуара 404 опустилась ниже предопределенного состояния наполненности, электрическая цепь размыкается для того, чтобы позволить электрическому току перевести электромагнитный клапан 412 в открытое состояние, чтобы кислород мог течь и заполнять резервуар-донор 404.

Даже когда клапан 412 находится в открытом состоянии, расход потока, давление потока или и расход, и давление потока кислорода от источника 406 к резервуару-донору 404 можно ограничивать, например с помощью соединителя 415 для ограничения потока, как изображено, например, на фиг. 1. Соединитель 415 для ограничения потока может ограничивать расход потока кислорода от источника 406 к резервуару-донору 404 до предопределенного расхода потока, например менее 1 литра в минуту, или любого другого расхода потока. Соединитель 415 для ограничения потока может содержать, например, трубчатый соединитель малого диаметра, такой как соединитель, имеющий внутренний диаметр, равный 0,02 мм или какой-либо другой размер, уменьшенный по сравнению с другими трубчатыми соединениями в системе для передачи текучей среды. Таким образом, можно предотвратить быстрые изменения давления внутри резервуара-донора 404 при открывании клапана 412.

Со ссылкой на фиг. 2, автоматическая система 400 для рационального использования газа изображена в работе во время последовательности циклов дыхания для подачи требуемого запаса получателю 426, например маске, надетой на человека или другого живого пациента, которому необходима помощь. При работе автоматической системы 400 для рационального использования газа, вдох пациента будет втягивать кислород при атмосферном давлении из резервуара-донора 404, тем самым сокращая резервуар 404. Когда наполненность резервуара 404 опускается ниже предопределенного состояния наполненности, резервуар 404 автоматически заполняется до предопределенного состояния наполненности путем подачи кислорода от источника 406. Таким образом, объем непрерывно пополняемого кислорода при атмосферном давлении доступен внутри резервуара 404 для втягивания через обратный клапан 424 вдоха и трубку 422 атмосферного давления во время естественной фазы вдоха цикла дыхания. Когда получатель 426 не выполняет вдох, кислород не втягивается из резервуара 404. Когда объем кислорода внутри резервуара 404 опускается ниже предопределенного состояния наполненности, система обнаружения наполнения, образованная контактной конструкцией 416 и переключателем 414 потока, будет обнаруживать это и переводить клапан 412 в открытое состояние. Затем кислород может течь от источника 406 кислорода, так что резервуар-донор 404 будет заполняться кислородом до тех пор, пока не будет достигнуто предопределенное состояние наполненности. Когда достигнуто предопределенное состояние наполненности, система обнаружения наполнения будет обнаруживать его и переводить клапан 412 в закрытое состояние для предотвращения дальнейшей подачи кислорода к резервуару-донору 404 от источника 406 до тех пор, пока следующая фаза вдоха цикла дыхания не втянет объем кислорода из резервуара 404. Таким образом, в резервуар-донор 404 автоматически подается кислород, одновременно автоматически предотвращая избыточное давление кислорода в резервуаре 404. Дополнительный кислород безопасно и эффективно подается пациенту при атмосферном давлении в системе объемного перемещения по требованию, позволяя передавать кислород во время всей фазы вдоха цикла дыхания, одновременно предотвращая непроизводительное высвобождение кислорода во время фазы выдоха цикла дыхания, в действительности в любой фазе, кроме фазы вдоха.

Резервуар-донор 404 автоматически получает пополняющий кислород от имеющего избыточное давление источника 406 по трубке 408 высокого давления и через подающий клапан 412, как только резервуар 404 начинает складываться. Благодаря автоматическому повторному заполнению резервуара 404 резервуар-донор 404 всегда сохраняет запас кислорода, доступный для следующей фазы вдоха цикла дыхания, в то время как кислород в резервуаре 404 никогда не превышает атмосферное давление. Если резервуар-донор 404 доступен для обзора, например благодаря частично или полностью прозрачному

корпусу 402 или смотровому окну в корпусе 402, наблюдатель получает визуальное подтверждение состояния наполненности резервуара-донора 404. Автоматическая система 400 для рационального использования газа, таким образом, может обеспечивать синхронизированную доставку дополнительного кислорода получателю 426, так как резервуар-донор 404 и система 400 в общем синхронизируются с физиологическими процессами внешнего дыхания пациента на основании хранения и пополнения кислорода в резервуаре-доноре 404 при атмосферном давлении и автоматического прекращения подачи кислорода при достижении резервуаром-донором 404 предопределенного состояния наполненности.

В пределах объема правовой защиты настоящего изобретения система 400 может измерять, регистрировать и анализировать поток кислорода и характеристики дыхания пациента. В качестве неограничивающего примера, измеритель объемного расхода может быть присоединен к источнику 406 кислорода. Дополнительно или в качестве альтернативы один или несколько измерителей расхода могут быть размещены внутри корпуса 402 вдоль траектории газообразного потока через систему 400. Например, измеритель расхода может быть расположен с возможностью измерения кислорода, проходящего через клапан 412. В изображенных вариантах осуществления клапан 412 может содержать измеритель расхода, так что он может считаться изображенным внутри него, или измеритель расхода может иметь другое расположение. Например, измеритель расхода дополнительно или альтернативно может быть расположен между резервуаром 404 и трубкой 422 атмосферного давления. Путем измерения объема кислорода, подаваемого получателю 426 системой 400, например за заданный период времени, за цикл вдоха и выдоха или иначе, можно выполнять несколько определений, измерений и анализов. Например, можно определить объем кислорода, который вдохнул пациент и, дополнительно или в качестве альтернативы, объем кислорода, оставшегося в источнике 406 кислорода. С помощью электронного запоминающего устройства и программного обеспечения, работающего в электрической системе или в коммуникации с ней, система 400 может добывать, обрабатывать и анализировать данные об использовании системы 400.

Как часто изображено и описано в настоящем документе, получатель 426 может представлять собой дыхательную маску живого пациента, получающего дополнительный кислород, но другие получатели и оборудование для доставки являются возможными и находятся в пределах объема правовой защиты настоящего изобретения. При ношении пациентом, пациент и дыхательная маска или другое оборудование для доставки кислорода могут совместно называться получателем 426. Другое оборудование для доставки к получателю может содержать, например, другие дыхательные принадлежности, например, но без ограничения, носовые канюли, ларингеальные маски (LMA), эндотрахеальные трубки, трахеостомические трубки, крепления аппарата вентиляции легких, соединители аппарата СИПАП (CPAP), мешки Амбу или даже устройства доставки для рекреационного кислорода. Автоматическая система 400 для рационального использования газа не ограничена в отношении получателя 426, если только в формуле изобретения явным образом не требуется иное.

Как изображено на фиг. 1, маска-получатель 426 может иметь один или несколько обратных клапанов 428 выдоха и может включать механизмы регулировки, как известно в данном уровне техники, для регулировки подачи кислорода пациенту. При необходимости концентрацию кислорода, необходимую пациенту по назначению врача, можно надежным и предсказуемым образом разбавлять и регулировать с помощью устройств, используемых в настоящее время, которые относятся к объему правовой защиты системы 400. В качестве примера, но не ограничения, количество, диаметр или другие характеристики отверстий в трубке 422 для вдоха или маске-получателе 426 можно отрегулировать для того, чтобы позволить большему или меньшему количеству кислорода достигать желаемой концентрации в маске-получателе 426 для пациента, как клинически необходимо.

С дальнейшей ссылкой на фиг. 2, можно далее понять способ необходимой подачи кислорода получателю-пациенту 426 и синхронизированной работы автоматической системы 400 для рационального использования газа, связанной с ним. В этом случае динамика цикла дыхания изображена параллельно с операциями заполнения и повторного заполнения резервуара-донора 404 автоматической системы 400 для рационального использования газа. Для расширения легких дыхательные мышцы преодолевают два ключевых фактора, а именно, податливость легких и сопротивление дыхательных путей, в основном в форме сопротивления трения потоку воздуха через дыхательные пути. В начале вдоха диафрагма сокращается и опускается, увеличивая объем грудной полости. Опускание диафрагмы сжимает содержимое брюшной полости и прекращает сжатие содержимого грудной полости. С расширением грудной полости и прекращением ее сжатия уменьшаются и внутриплевральное давление, и альвеолярное давление. Альвеолярное давление уменьшается ниже уровня атмосферного давления и создается перепад давлений для течения воздуха в легкие. Воздух течет в легкие и объем легких увеличивается до тех пор, пока альвеолярное давление не достигнет атмосферного уровня (0 см H<sub>2</sub>O), при этом перепад давлений для течения воздуха в легкие перестает существовать. В конце спокойного вдоха внутриплевральное давление достигает приблизительно -8 см H<sub>2</sub>O, и транспульмональное давление, растягивающее легкие, увеличивается до 8 см H<sub>2</sub>O ( $P_l = P_a - P_{pl} = 0 - (-8) = 8$  см H<sub>2</sub>O).

Во время спокойного выдоха цикл меняется на противоположный. Дыхательные мышцы расслабляются и направленные внутрь упругие обратное движение легких приводит к выпуску воздуха из легких. Во время выпуска воздуха легкие и стенка грудной клетки двигаются как единое целое. Поток воз-

духа из легких прекращается, когда альвеолярное давление равно атмосферному или окружающему давлению (0 см H<sub>2</sub>O).

На основании закона Бойля в замкнутой системе, где количество молекул газа является неизменным, при любой постоянной температуре давление, оказываемое газом, изменяется обратно пропорционально объему газа. Следовательно, по мере увеличения объема газа уменьшается давление, оказываемое газом. И наоборот, давление увеличивается по мере уменьшения объема.

Соответственно, при работе настоящей системы 400 и способа, когда пациент делает вдох во время фазы вдоха цикла дыхания, непрерывный поток дополнительного кислорода поступает в легкие пациента из системы 400 на протяжении всей фазы вдоха цикла дыхания. Значения расхода потока, давления и объема являются разными в разных точках фазы вдоха. Поток начинается падением альвеолярного давления ниже атмосферного давления внутри резервуара-донора 404, при этом снова следует понимать, что система 400 может работать с большими и меньшими давлениями, чем окружающее давление, если формула изобретения не требует иного. Затем резервуар-донор 404 подает не имеющий избыточного давления кислород при атмосферном давлении непосредственно к пациенту посредством получателя 426 в виде непрерывного потока, но с разными скоростями во время цикла дыхания. Значения расхода потока, давления, объема, а также частоты дыхания точно синхронизированы с аналогичными значениями пациента благодаря тому, что резервуар-донор 404 поддерживается при атмосферном давлении. Наличие системы 400, которая обеспечивает соответствие дополнительного кислорода со значениями физиологического газообмена в легких пациента в каждый момент времени на протяжении фазы вдоха цикла дыхания, обеспечивает надежную доставку предписанной концентрации кислорода посредством получателя в виде лицевой маски 426 или любого другого доступного оборудования для доставки кислорода, без подачи большего или меньшего потока кислорода, чем запланированный. Расход потока, альвеолярное давление, и дыхательный объем могут быть синхронизированы в каждый момент на протяжении фазы вдоха цикла дыхания, при этом следует понимать, что значения физиологического газообмена в легких пациентов являются разными в разных моментах фазы вдоха.

Непрерывный поток кислорода к легким пациента поддерживается до тех пор, пока внутригрудное давление пациента не станет уравновешено с атмосферным давлением резервуара-донора 404 в конце фазы вдоха цикла дыхания. В это время поток кислорода к пациенту прекращается до тех пор, пока не начнется следующая фаза вдоха. Кислород не течет из системы 400 к пациенту во время фазы выдоха цикла дыхания, но поток кислорода от источника 406 сжатого, находящегося под высоким давлением кислорода подается для того, чтобы заставить резервуар-донор 404 расширяться до тех пор, пока не будет достигнуто predetermined состояние наполненности. Когда резервуар 404 повторно заполнен до predetermined состояния наполненности и находится при атмосферном давлении, резервуар-донор 404 кислорода готов подавать дополнительный кислород, когда начнется следующая фаза вдоха пациента. Система обнаружения наполнения автоматически перекрывает подающий клапан 412 для предотвращения дальнейшего течения кислорода, когда резервуар 404 полон и находится при атмосферном давлении.

Пассивная и поддерживаемая передача надежного объема и концентрации дополнительного кислорода из резервуара-донора 404 в легкие пациента на протяжении всего цикла дыхания возможна с резервуаром-донором 404, расположенным между источником 406 сжатого кислорода и оборудованием для доставки кислорода к пациенту, таким как маска-получатель 426.

Автоматическая система 400 для рационального использования газа, таким образом, может использоваться для предоставления дополнительного кислорода к пациентам в разнообразных обстоятельствах. Кроме этого, если только в формуле изобретения не ограничено явным образом, автоматическая система 400 для рационального использования газа не ограничена работой с кислородом, и она не обязательно ограничена подачей газа к пациентам. Возможны другие применения, связанные с раздачей газа или других веществ с автоматическим пополнением резервуара 404.

Много состояний могут требовать дополнительный кислород. Например, на момент написания настоящего документа много тысяч пациентов требуют дополнительного кислорода из-за острой гипоксемической дыхательной недостаточности, вызванной коронавирусной инфекцией COVID-19. Другие болезни, требующие дополнительного кислорода, включают обострения хронической обструктивной болезни легких (COPD) и острую бронхиальную астму. У пациентов с хронической обструктивной болезнью легких часто есть хроническая гипоксемия с задержкой CO<sub>2</sub> или без нее. В этой ситуации кислород необходим до тех пор, пока не пройдет обострение. Хотя в случае сильной гипоксемии можно изначально подавать высокую долю кислорода во вдыхаемом воздухе (FiO<sub>2</sub>), вплоть до 100%, ее вскоре сокращают до приблизительно 50-60% FiO<sub>2</sub>. Целью дополнительного кислорода является поддержание PaO<sub>2</sub> (парциального давления кислорода в артериальной крови) на уровне 55-60 мм рт.ст., что соответствует уровню SpO<sub>2</sub>, равному приблизительно 90%. Более высокие концентрации кислорода притупляют дыхательные усилия при гипоксии, что может спровоцировать гиповентиляцию и задержку CO<sub>2</sub>. Считается предпочтительным использование устройства с регулируемым потоком, такого как кислородная маска, которая гарантирует доставку адекватного объема кислорода. Когда состояние пациента стабилизировалось, можно перейти к использованию назальных канюль, которые намного удобнее и более приемлемы

для большинства пациентов. У пациентов с острой астмой или астматическим статусом наблюдается сильное нарушение проходимости и воспаление дыхательных путей. У них обычно наблюдается гипоксемия. При таких состояниях немедленно получают образец артериальной крови и начинают подавать кислород посредством носовых канюль или предпочтительно через лицевую маску с расходом потока, составляющим 4-6 л/мин, чтобы достичь  $FiO_2$  от 35 до 40%. Более высокий расход потока скорее всего не улучшит насыщение кислородом. Расход потока регулируют для поддержания  $PaO_2$  на уровне приблизительно 80 мм рт.ст. или около нормальной величины. Вспомогательная вентиляция легких требуется в случае стойкой гипоксемии и/или спровоцированной гиперкапнии.

Эти клинические примеры показывают важность подачи надежной  $FiO_2$  (доли кислорода во вдыхаемом воздухе) пациенту. Однако традиционные системы также требуют непрерывного потока с высокими значениями расхода потока для того, чтобы преодолеть захват воздуха, что делает эти системы нерациональными при подаче сжатого кислорода непосредственно из баллона к пациентам. Также, даже если системы подают сжатый кислород с перерывами только во время фазы вдоха цикла дыхания, например импульсным потоком (PF), чтобы предотвратить непрерывную доставку кислорода, эти системы должны подавать пациенту импульсы сжатого кислорода, содержащие значительно больше кислорода, чем необходимо пациенту для преодоления захвата воздуха.

Путем подачи кислорода только по требованию во время фазы вдоха цикла дыхания, настоящая система 400 и способ являются простыми и эффективными в рациональном использовании кислорода и снижают затраты кислорода, не ухудшая необходимую подачу. Так как газ не подается пациенту во время фазы выдоха цикла дыхания, поток кислорода от источника 406 сжатого кислорода является прерывистым только во время вдоха и не является непрерывным потоком, как требуют, например, маски для подачи высокой концентрации кислорода известного уровня техники для подачи надежной концентрации кислорода и для преодоления захвата воздуха, что в ином случае разбавит концентрацию кислорода и доставит пациенту ненадежную концентрацию. Системы доставки кислорода, использующие сжатый кислород с постоянным потоком, в частности с высоким расходом потока, являются нерациональными и затратными. Более того, доставка имеющего избыточное давление кислорода может быть сложной и трудной, часто требующей сложного программного обеспечения, подробных алгоритмов и нескольких компонентов, подверженных неисправностям и поломкам, из-за чего им необходимы ремонты и предохранительные механизмы, что еще больше увеличивает стоимость и сложность таких систем.

Таким образом, в типичных системах известного уровня техники может быть предоставлена сравнительно недорогая система доставки кислорода, но она требует постоянного потока имеющего избыточное давление кислорода, при этом половина или больше ценного газа просто выбрасывается в окружающую среду. Системы, в которых кислород подается импульсным потоком (PF) через лицевую маску или другое устройство доставки кислорода, действительно стремятся подавать кислород только во время фазы вдоха, но не во время выдоха, стремясь уменьшить общую потребность в кислороде. Однако эта доставка требует дорогостоящего оборудования и не осуществляется при атмосферном давлении. Более того, обеспечить импульсную подачу дополнительного кислорода, правильно синхронизированную с дыханием пациента, может быть сложно или невозможно, особенно если потребности пациента в кислороде со временем меняются.

Подача кислорода по требованию для естественного вдыхания, обеспечиваемая резервуаром-донором 404 с настоящей автоматической системой 400 для рационального использования газа преодолевает многочисленные недостатки и ограничения, наблюдаемые в системах известного уровня техники. Например, для достижения предписанной концентрации вдыхаемого кислорода, многие системы известного уровня техники зависят от пикового расхода потока на вдохе (PIFR) пациента. Например, когда пациенту необходима низкая концентрация вдыхаемого кислорода, использование носовой канюли при низком расходе потока будет полезным, но эта практика ограничивает кислород пациента только низкой концентрацией вдыхаемого кислорода. Если потребность пациента в кислороде существенно увеличится, усилие вдоха для втягивания большего количества воздуха в легкие, что зависит от дыхательного объема, "скорости" вдоха и частоты дыхания, приведет к тому, что PIFR превысит расход потока, с которым кислород или смесь кислорода и воздуха подается посредством носовой канюли или другого устройства доставки. Это будет означать, что во время PIFR происходит больший или меньший захват комнатного воздуха, что непредсказуемым образом изменяет итоговую  $FiO_2$ . С другой стороны, если пациенту необходимы высокие концентрации кислорода, использование нереверсивной лицевой маски с очень большими потоками кислорода (10-15 л/мин) вновь обеспечивает надежную доставку объема кислорода с предписанной концентрацией и меньше зависит от PIFR. Однако половина или больше нерационально выбрасывается в окружающую среду, при этом соразмерно увеличиваются затраты на подачу.

Хотя емкость со сжатым газом часто изображена и упоминается в качестве источника 406 кислорода в настоящем документе, другие источники 406 кислорода являются возможными в пределах объема правовой защиты настоящего изобретения. В качестве других неограничивающих примеров, автоматическая система 400 для рационального использования газа может подавать по требованию кислород пациентам, при этом кислород подается кислородным концентратором. Кислородный концентратор не требует емкости. Вместо этого, он вбирает воздух и удаляет из него азот, тем самым оставляя насыщенный

кислородом газ для пациентов, которым необходим медицинский кислород. Обычный расход потока этого сжатого кислорода составляет 1-5 л/мин. Высококласные кислородные концентраторы могут доставлять вплоть до 50 л/мин, но они требуют электричества и больше технического обслуживания.

Путем размещения автоматической системы 400 для рационального использования газа, как описано в настоящем документе, между кислородным концентратором и получателем 426, таким как лицевая маска или носовая канюля пациента, излишек кислорода можно сохранять при атмосферном давлении для использования, если концентратор не будет обеспечивать достаточную подачу из-за ограничений потока, требований к объему или по иным причинам. Например, если кислородный концентратор обеспечивает расход 10 л/мин и пациенту внезапно необходимо больше, так как его уровень насыщенности кислородом падает, в резервуаре-доноре 404 будет доступный объем кислорода при атмосферном давлении. Без резервуара 404 пациент был бы ограничен расходом концентратора, который сам по себе является ограниченным. Следовательно, без резервуара 404, если пациенту необходимо больше кислорода, чтобы выжить, возможными вариантами являются увеличение потока кислорода к маске, что может быть невозможно, или интубация пациента и использование механической вентиляции, чего стремятся избежать как доктор, так и пациент.

Если источник 406 кислорода представляет собой кислородный концентратор, автоматическая система 400 для рационального использования газа может быть размещена между кислородным концентратором и маской 426 пациента или другим получателем, так что при выходе кислорода из концентратора он поступает в большой резервуар 404, где он остается при атмосферном давлении до тех пор, пока пациент не сделает вдох. Когда пациент делает вдох и втягивает кислород из резервуара 404, резервуар 404 начинает истощаться, подающий клапан 412 от кислородного концентратора в качестве источника 406 кислорода открывается для пополнения резервуара 404 сжатым кислородом из кислородного концентратора. Когда пациент делает выдох, отсутствует поток между резервуаром 404 и пациентом через маску-получатель 426 или другое устройство. Вместо нерационального расхода кислорода, текущего из концентратора во время фазы выдоха пациента, поток используется для пополнения резервуара 404. Когда резервуар 404 полон, подающий клапан 412 прекращает поток кислорода из кислородного концентратора в качестве источника 406. Когда пациент снова делает вдох и резервуар-донор 404 сокращается до уровня ниже предопределенного состояния наполненности, запорный клапан 412 открывается для пополнения резервуара 404 кислородом из кислородного концентратора, и цикл повторяется при каждом вдохе и выдохе. Таким образом, кислород, который не втягивает пациент во время вдоха, сохраняется, а не расходуется впустую. В одном примере концентратор 406 с мощностью 20 л/мин используют с пациентом, которому необходимо только приблизительно 5 л высококонцентрированного кислорода во время вдоха, в результате чего остается 10 л или больше, что может увеличить доступность запаса кислорода. Таким образом, кислородные концентраторы могут использоваться по своему предусмотренному назначению, одновременно обладая меньшими требованиями применительно к рабочим часам, электричеству, износу и ремонту, таким образом, представляя собой более полезную и надежную инвестицию для конечного пользователя. Также система 400 и концентратор в качестве источника 406 кислорода взаимодействуют для предоставления более надежных концентраций кислорода пациентам, которым необходимы более высокие концентрации.

Как раскрыто в настоящем документе, автоматическая система 400 и способ рационального использования газа подают газ или смеси газов от резервуара-донора 404 к получателю 426 при атмосферном давлении. Газ или смеси газов при атмосферном давлении внутри резервуара 404 могут втягиваться из резервуара-донора 404, когда давление получателя 426 опускается ниже давления резервуара-донора 404, и втягивание газа с атмосферным давлением из резервуара 404 немедленно прекращается, как только давление получателя 426 выравнивается с давлением резервуара 404. Система 400 может подавать газ или смеси газов от резервуара-донора 404 к получателю 426 при атмосферном давлении, и процентное отношение газов в смеси, достигающей получателя 426, можно регулировать, например, с помощью элемента сопротивления, расположенного в канале для каждого газа, составляющего смесь, при атмосферном давлении.

Система 400 рационально использует газ из одного или нескольких источников 406 путем ограничения непрерывного потока имеющего избыточное давление газа или газов, разрешая его только когда получатель 426 создает потребность в газе или газах путем снижения своего давления ниже атмосферного давления резервуара-донора 404. Таким образом, резервуар-донор 404 может пассивно разрешать передачу газа или газов из резервуара 404 с атмосферным давлением, обеспечивая доступность газа или газов для получателя 426 таким образом, чтобы соответствовать точному объему и скорости потребности на основании управления разностью давления получателем 426. В вариантах осуществления системы 400 резервуар-донор 404 не только находится при атмосферном давлении, но также является достаточно большим для обеспечения передачи полностью пассивным образом и без сопротивления объема газа или газов в отношении 1:1 в каждый момент времени во время передачи от начала до конца потока, созданного разностью давлений между получателем 426 и резервуаром-донором 404, например на протяжении фазы вдоха во время цикла дыхания. В практических реализациях системы 400, диаграммы скорости, давления, времени и объема вдоха пациента и передачи газа из резервуара-донора 404 являются эквива-

лентными и скорее всего будут представлять собой по существу зеркальные изображения. Падение давления получателя 426, например во время вдоха, полностью используется для передачи объема из резервуара 404. Дополнительно давление не требуется для открывания обратного клапана давления, чтобы начать движение потока, как требовалось бы в случае камеры или резервуара, содержащих кислород при давлении, превышающем атмосферное давление. Система 400 может работать в качестве замкнутой системы или может быть открытой для внешнего давления окружающей среды, при поддержании атмосферного давления. Система 400 рационально использует газ или газы, ограничивая поток газа или газов к получателю 426 только тогда, когда это необходимо. Так как пациент втягивает дополнительный кислород, текущий к его маске-получателю 426, только во время вдоха, требуется значительно меньший объем кислорода, например от половины до трети, по сравнению с системами непрерывного потока.

В практических реализациях настоящего изобретения система 400 может использоваться в качестве источника для предоставления переменных концентраций кислорода для аппаратов СРАР, используемых для лечения апноэ во время сна и СОРД. Система 400 может помочь рационально использовать кислород из имеющего избыточное давление источника 406, например, путем присоединения системы 400 к отверстию для впуска воздуха аппарата СРАР. Система 400 также может использоваться для предоставления резервуара 404 при атмосферном давлении для кислородных концентраторов, так что пациенты могут вдыхать или втягивать более надежную концентрацию кислорода при атмосферном давлении, особенно когда необходим высокий расход потока для лечения пациента с дыхательной недостаточностью. Более того, система 400 может помочь кислородным концентраторам в качестве источников 406 кислорода подавать такую же концентрацию кислорода пациенту с меньшим требуемым расходом потока кислорода, уменьшенными часами работы, уменьшенным потреблением электричества, увеличенной долговечностью аппарата и меньшим количеством ремонтов и деталей. Кроме этого, при рациональном использовании газа кислородные концентраторы, которые ранее обеспечивали только одного пациента, потенциально могут использоваться для нескольких пациентов одновременно, в зависимости от требуемых расходов подаваемого потока.

В контексте настоящего документа необходимо понимать, что ссылки на объекты в единственном числе включают объекты во множественном числе и наоборот, если иное явным образом не заявлено или не очевидно из текста. Предполагается, что грамматические союзы выражают все без исключения раздельные и соединительные комбинации сочетающихся придаточных предложений, целых предложений, слов и так далее, если иное явным образом не указано или очевидно из контекста. Таким образом, например, следует понимать, что термин "или" обычно обозначает "и/или". Упоминание диапазонов значений в настоящем документе не предназначено для ограничения, а вместо этого относится индивидуально ко всем без исключения значениям, находящимся в пределах указанного диапазона, если иное не указано в настоящем документе, и каждое отдельное значение в пределах такого диапазона включено в техническое описание как если бы оно было индивидуально упомянуто в настоящем документе. Слова "около", "приблизительно", когда они сопровождают числовое значение, необходимо расценивать как указывающие на отклонение, как было бы понятно специалисту в данной области, при котором обеспечивается удовлетворительная работа с предполагаемой целью. Подобным образом, слова, выражающие приближенное значение, такие как "приблизительно" или "по существу", при использовании в отношении физических характеристик необходимо понимать как предусматривающие диапазон отклонений, как было бы понятно специалисту в данной области, при котором обеспечивается удовлетворительная работа для соответствующего применения, функции или цели. Использование всех без исключения примеров или иллюстративных выражений, таких как "например" или подобных, предоставленных в настоящем документе, предназначено исключительно для лучшего изображения вариантов осуществления и не ограничивает объем вариантов осуществления. Никакие выражения в техническом описании не должны расцениваться как указывающие на то, что какой-либо незаявленный элемент является необходимым для практической реализации вариантов осуществления. Следует понимать, что в описании такие термины как "первый", "второй", "верх", "низ", "верхний", "нижний" и подобные используются для удобства и не должны расцениваться как ограничивающие термины.

После описания определенных деталей и вариантов осуществления настоящего изобретения для автоматической системы для рационального использования кислорода и других веществ, специалисту в данной области техники будет очевидно, что в изобретение можно внести многочисленные изменения и дополнения, не отклоняясь от идеи или объема правовой защиты настоящего изобретения. Это особенно верно, если учитывать, что указанные предпочтительные варианты осуществления лишь служат примером более объемного изобретения, раскрытого в настоящем документе. Соответственно, будет очевидно, что запомнив главные признаки настоящего изобретения, можно создать варианты осуществления, включающие эти главные признаки, но не включающие все признаки, содержащиеся в предпочтительных вариантах осуществления.

Таким образом, следующая формула изобретения будет определять объем правовой защиты, предусмотренный для изобретения. Формулу изобретения следует расценивать как включающую эквивалентные конструкции при условии, что они не отклоняются от идеи и объема настоящего изобретения. Также следует отметить, что множество следующих пунктов формулы изобретения могут выражать или могут

быть истолкованы как выражающие определенные элементы в качестве средств для выполнения определенной функции, временами без описания конструкции или материала. По требованию закона любые такие пункты формулы изобретения необходимо расценивать как охватывающие не только соответствующую конструкцию и материал, явным образом указанные в этом техническом описании, но также и все их эквиваленты, включенные на основании закона.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система (10) для рационального использования кислорода, подаваемого пациенту, отличающаяся тем, что система (10) содержит:

способный расширяться и сжиматься резервуар-донор (404), содержащий внешнюю стенку, внутренний объем для размещения объема кислорода и по меньшей мере одно отверстие для обеспечения прохождения кислорода во внутренний объем и из него;

подающий канал (408), приспособленный для получения кислорода из источника (406) кислорода, при этом подающий канал (408) имеет первый конец для подачи кислорода к резервуару-донору (404) и второй конец для соединения по текучей среде с источником (406) кислорода;

канал (422) атмосферного давления, приспособленный для подачи кислорода вдоль траектории текучей среды от резервуара-донора (404) к получателю, при этом канал (422) атмосферного давления имеет первый конец, соединенный по текучей среде с резервуаром-донором (404), для приема кислорода из резервуара-донора (404) и второй конец для соединения по текучей среде с получателем;

систему обнаружения наполнения, применяемую для обнаружения первого состояния, в котором резервуар-донор (404) наполнен кислородом до predeterminedного состояния наполненности, и второго состояния, в котором резервуар-донор (404) не достиг predeterminedного состояния наполненности; и

клапанную систему для размещения между источником (406) кислорода и резервуаром-донором (404), при этом клапанная система используется в закрытом состоянии для предотвращения течения кислорода от источника (406) кислорода в резервуар-донор (404), когда резервуар-донор (404) находится в первом состоянии, и клапанная система используется в открытом состоянии для обеспечения течения кислорода от источника (406) кислорода в резервуар-донор (404), когда резервуар-донор (404) находится во втором состоянии.

2. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что клапанная система и система обнаружения наполнения используются для поддержания объема кислорода в резервуаре-доноре (404) по существу при атмосферном давлении.

3. Система (10) для рационального использования кислорода по п.2, отличающаяся тем, что резервуар-донор (404) имеет полностью наполненное состояние, при этом система обнаружения наполнения используется для обнаружения наполнения резервуара-донора (404) до predeterminedного диапазона полностью наполненного состояния, при этом система обнаружения наполнения обнаруживает первое состояние, когда резервуар-донор (404) наполнен до predeterminedного диапазона полностью наполненного состояния, и при этом система обнаружения наполнения обнаруживает второе состояние, когда резервуар-донор (404) наполнен меньше, чем до predeterminedного диапазона полностью наполненного состояния.

4. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что резервуар-донор (404) содержит оболочку из гибкого материала.

5. Система (10) для рационального использования кислорода по п.4, отличающаяся тем, что резервуар-донор (404) содержит оболочку из фольги.

6. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что система (10) дополнительно содержит источник (406) кислорода.

7. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит электромеханическую систему.

8. Система (10) для рационального использования кислорода по п.7, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит переключатель (414), расположенный с возможностью перемещения внешней стенкой резервуара-донора (404), когда резервуар-донор (404) наполнен кислородом до predeterminedного состояния наполненности.

9. Система (10) для рационального использования кислорода по п.8, отличающаяся тем, что переключатель (414) смещен к резервуару-донору (404).

10. Система (10) для рационального использования кислорода по п.8, отличающаяся тем, что переключатель (414) имеет активированное состояние, в котором переключатель (414) расположен во внутреннем положении или за его пределами относительно внутреннего объема резервуара-донора (404), и деактивированное состояние, в котором переключатель (414) перемещен в направлении наружу внешней стенкой резервуара-донора (404), когда объем кислорода в резервуаре-доноре (404) достигает predeterminedного состояния наполненности, при этом клапанная система используется для предотвращения течения кислорода от источника (406) кислорода в резервуар-донор (404), когда переключатель (414) находится в деактивированном состоянии, и при этом клапанная система используется для обеспечения тече-

ния кислорода от источника (406) кислорода в резервуар-донор (404), когда переключатель находится в активированном состоянии.

11. Система (10) для рационального использования кислорода по п.10, отличающаяся тем, что переключатель (414) содержит поплавковый переключатель (414).

12. Система (10) для рационального использования кислорода по п.11, отличающаяся тем, что поплавковый переключатель (414) содержит контактную конструкцию (416) с втулкой (440), которая является выдвижной и втягиваемой относительно центрального столбика (436), и при этом втулка (440) удерживает магнит (447), и при этом центральный столбик (436) удерживает электрические контакты (445), которые приведены в электрический контакт близостью магнита (447), когда переключатель (414) находится в активированном состоянии.

13. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что клапанная система содержит электромагнитный клапан (412), который электрически связан с системой обнаружения наполнения.

14. Система (10) для рационального использования кислорода по п.13, отличающаяся тем, что электромагнитный клапан (412) приводится в действие системой обнаружения наполнения для перехода в закрытое состояние с целью предотвращения течения кислорода от источника кислорода к резервуару-донору (404), когда резервуар-донор (404) находится в первом состоянии, и при этом электромагнитный клапан приводится в действие системой обнаружения наполнения для перехода в открытое состояние с целью обеспечения течения кислорода от источника кислорода к резервуару-донору (404), когда резервуар-донор (404) находится во втором состоянии.

15. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что система (10) дополнительно содержит устройство (426) доставки к получателю, присоединенное ко второму концу канала атмосферного давления.

16. Система (10) для рационального использования кислорода по п.15, отличающаяся тем, что устройство (426) доставки к получателю содержит дыхательную маску (426).

17. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что резервуар-донор (404) расположен внутри корпуса (402).

18. Система (10) для рационального использования кислорода по п.17, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит электромеханическую систему с переключателем (414), опирающимся на корпус и расположенным с возможностью перемещения внешней стенкой резервуара-донора (404), когда резервуар-донор (404) наполнен кислородом до predetermined состояния наполненности.

19. Система (10) для рационального использования кислорода по п.17, отличающаяся тем, что корпус (402) является прозрачным, благодаря чему можно визуально наблюдать состояние наполненности резервуара-донора (404).

20. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что система (10) дополнительно содержит обратный клапан (424) вдоха, расположенный вдоль траектории текущей среды от резервуара-донора (404) к получателю, при этом обратный клапан (424) вдоха используется для обеспечения потока кислорода от резервуара-донора (404), через канал (422) атмосферного давления и к получателю, и одновременно предотвращает обратный поток кислорода.

21. Система (10) для рационального использования кислорода по п.1, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит бесконтактную систему (456) обнаружения.

22. Система (10) для рационального использования кислорода по п.21, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит оптическую систему (456) обнаружения.

23. Система (10) для предоставления запаса газа, отличающаяся тем, что система (10) содержит: способный расширяться и сжиматься резервуар (404), содержащий внешнюю стенку, внутренний объем для удержания объема газа, и по меньшей мере одно отверстие для обеспечения прохождения газа во внутренний объем и из него;

подающий канал (408), приспособленный для приема газа из источника (406) газа, при этом подающий канал (408) имеет первый конец для подачи газа к резервуару (404) и второй конец для соединения по текучей среде с источником (406) газа;

канал (422) атмосферного давления, приспособленный для подачи газа вдоль траектории текучей среды от резервуара (404) к получателю, при этом канал (422) атмосферного давления имеет первый конец, соединенный по текучей среде с резервуаром (404), для приема газа из резервуара (404) и второй конец для соединения по текучей среде с получателем;

систему обнаружения наполнения, применяемую для обнаружения первого состояния, в котором резервуар (404) наполнен газом до predetermined состояния наполненности, и второго состояния, в котором резервуар (404) не достиг predetermined состояния наполненности; и

клапанную систему для размещения между источником (406) газа и резервуаром (404), при этом клапанная система используется в закрытом состоянии для предотвращения течения кислорода от источника (406) газа в резервуар (404), когда резервуар (404) находится в первом состоянии, и при этом клапанная система используется в открытом состоянии для обеспечения течения кислорода от источника

(406) газа в резервуар (404), когда резервуар (404) находится во втором состоянии.

24. Система (10) по п.23, отличающаяся тем, что клапанная система и система обнаружения наполнения используются для поддержания объема газа в резервуаре (404) по существу при атмосферном давлении.

25. Система (10) по п.24, отличающаяся тем, что резервуар (404) имеет полностью наполненное состояние, при этом система обнаружения наполнения используется для обнаружения наполнения резервуара (404) до predeterminedного диапазона полностью наполненного состояния, при этом система обнаружения наполнения обнаруживает первое состояние, когда резервуар (404) наполнен до predeterminedного диапазона полностью наполненного состояния, и при этом система обнаружения наполнения обнаруживает второе состояние, когда резервуар (404) наполнен меньше, чем до predeterminedного диапазона полностью наполненного состояния.

26. Система (10) по п.23, отличающаяся тем, что резервуар-донор (404) содержит оболочку из гибкого материала.

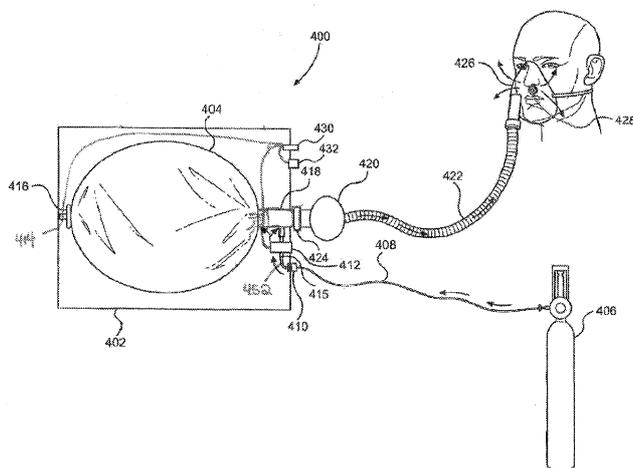
27. Система (10) по п.23, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит переключатель (414), расположенный с возможностью перемещения внешней стенкой резервуара (404), когда резервуар (404) наполнен до predeterminedного состояния наполненности.

28. Система (10) по п.27, отличающаяся тем, что переключатель (414) имеет активированное состояние, в котором переключатель (414) расположен во внутреннем положении или за его пределами относительно внутреннего объема резервуара (404), и деактивированное состояние, в котором переключатель (414) перемещен в направлении наружу внешней стенкой резервуара (404), когда объем газа в резервуаре (404) достигает predeterminedного состояния наполненности, при этом клапанная система используется для предотвращения течения газа от источника (406) газа в резервуар (404), когда переключатель (414) находится в деактивированном состоянии, и при этом клапанная система используется для обеспечения течения газа от источника (406) газа в резервуар (404), когда переключатель (414) находится в активированном состоянии.

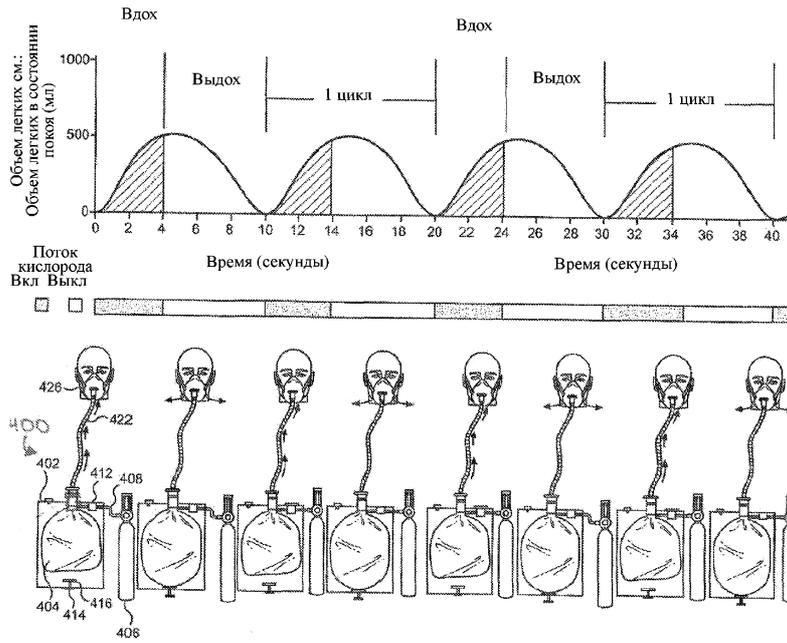
29. Система (10) по п.28, отличающаяся тем, что переключатель (414) содержит поплавковый переключатель (414).

30. Система (10) по п.23, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит бесконтактную систему (456) обнаружения.

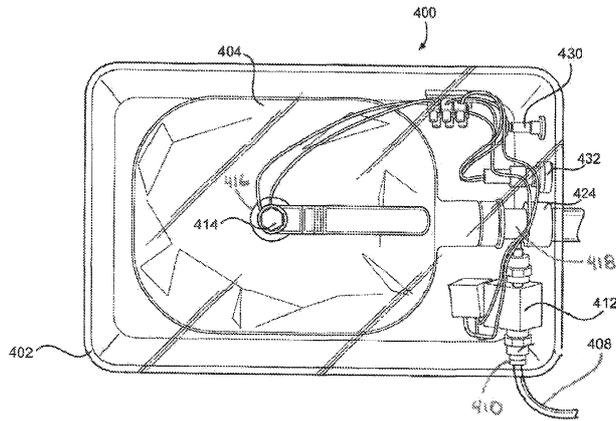
31. Система (10) по п.30, отличающаяся тем, что система обнаружения наполнения содержит оптическую систему (456) обнаружения.



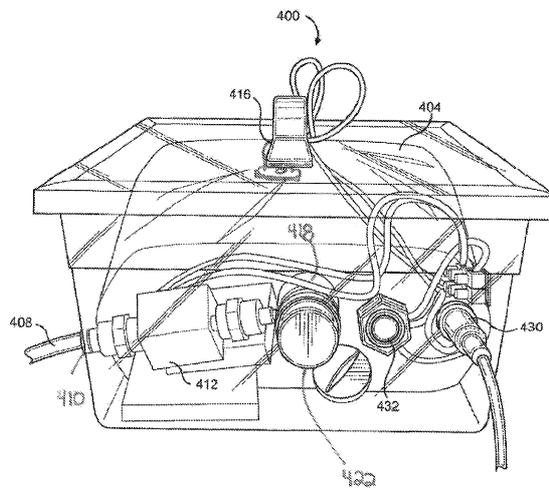
Фиг. 1



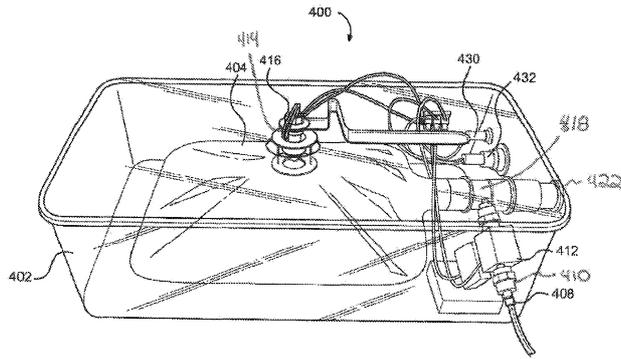
Фиг. 2



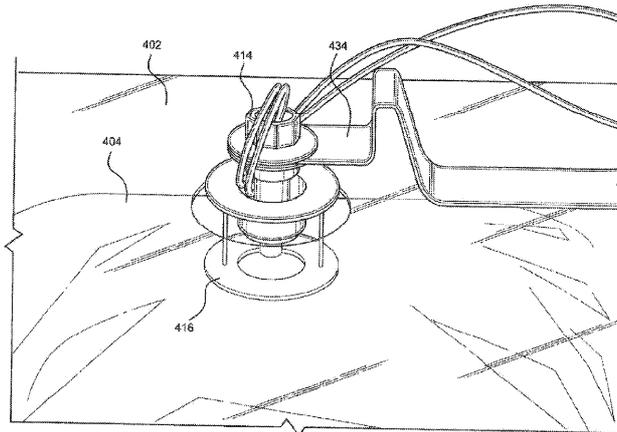
Фиг. 3



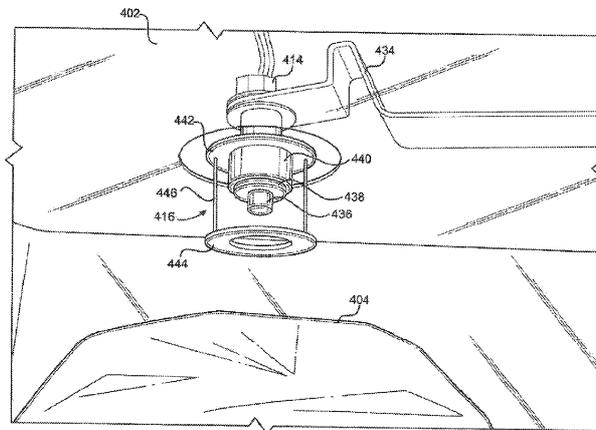
Фиг. 4



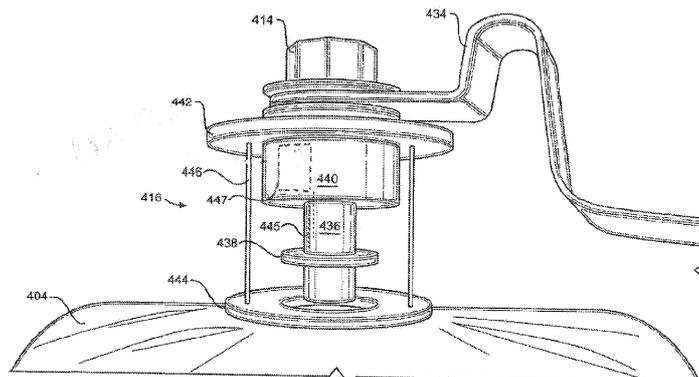
Фиг. 5



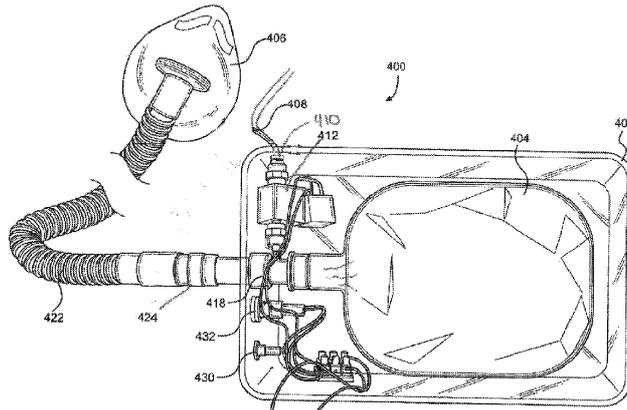
Фиг. 6



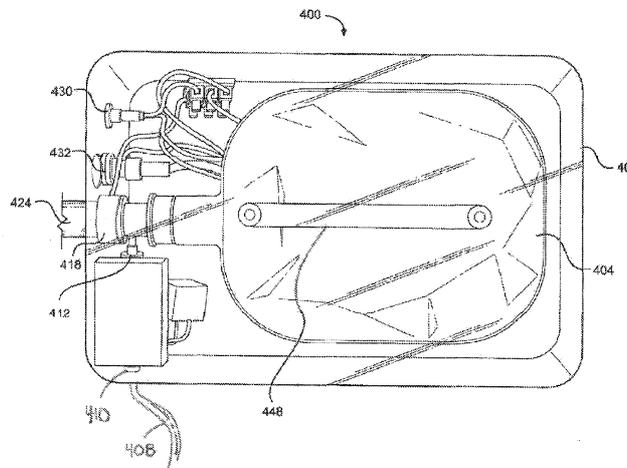
Фиг. 7



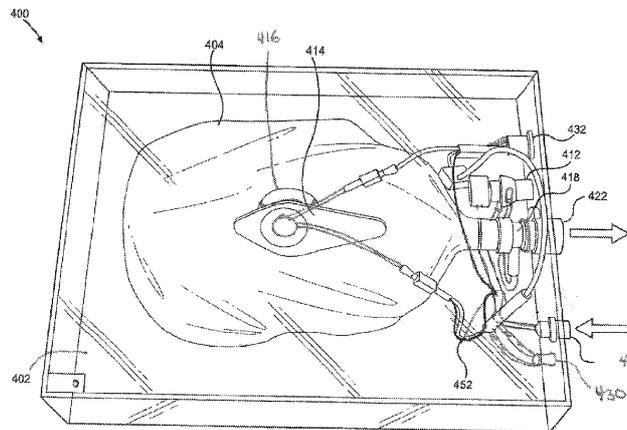
Фиг. 8



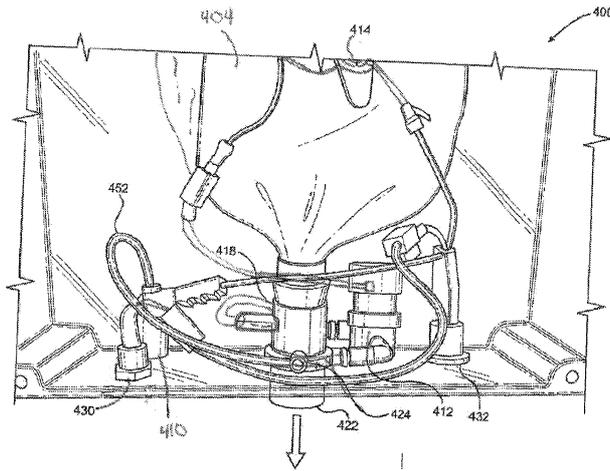
Фиг. 9



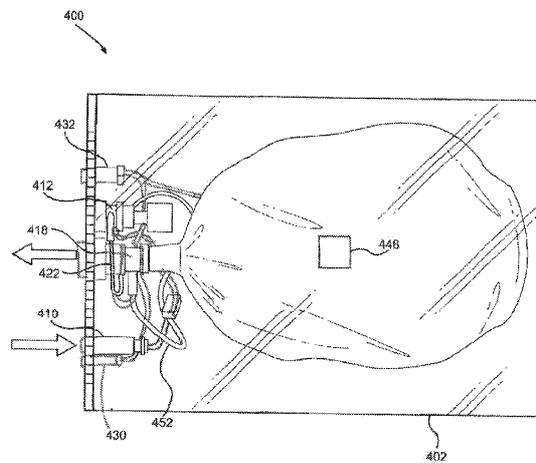
Фиг. 10



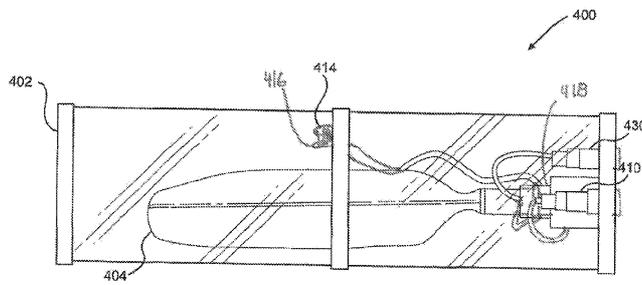
Фиг. 11



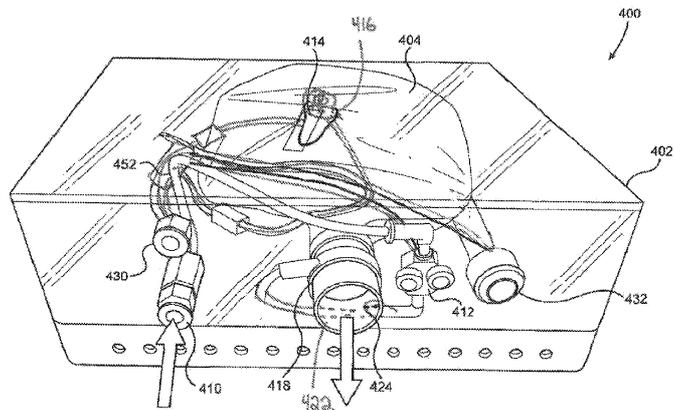
Фиг. 12



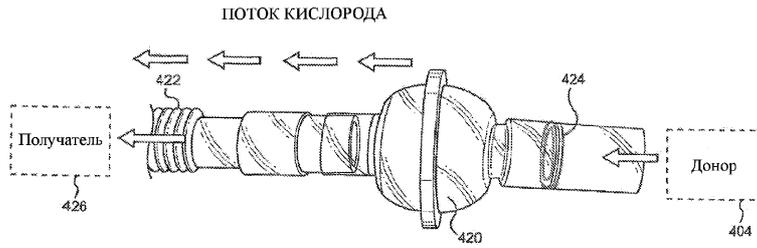
Фиг. 13



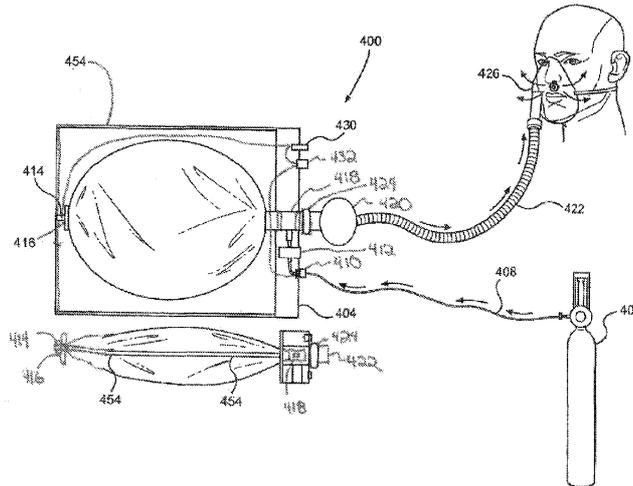
Фиг. 14



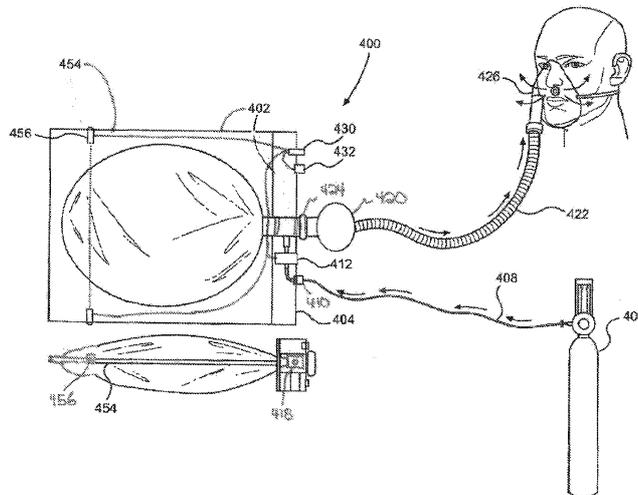
Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17



Фиг. 18

