



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2009121153/05**, 12.11.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.11.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
14.11.2006 FR 0609905

(43) Дата публикации заявки: **20.12.2010** Бюл. № 35

(45) Опубликовано: **10.04.2012** Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **EP 0432992 A1**, 19.06.1991. **WO 93/10910 A**, 10.06.1993. **EP 1386672 A**, 04.02.2004. **US 4585167 A**, 29.04.1986. **RU 38642 U1**, 10.07.2004. **RU 2264868 C2**, 27.11.2005.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **15.06.2009**

(86) Заявка РСТ:
EP 2007/062234 (12.11.2007)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/058941 (22.05.2008)

Адрес для переписки:

191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АРС-ПАТЕНТ", М.В. Хмаре

(72) Автор(ы):

СОЗАД Жан-Дени (FR)

(73) Патентообладатель(и):

ТЕЛЕМАК (FR)

(54) УЛЬТРАЗВУКОВОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ ЖИДКОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится распределителям текучей среды, позволяющим с помощью пьезоэлектрических элементов точным образом рассеивать текучие среды в виде микрокапель или аэрозолей, и может быть использовано для рассеивания ароматических веществ и/или при употреблении косметических продуктов, а также при рассеивании тумана различных жидкостей локального использования. Ультразвуковой распылитель содержит жесткий корпус пьезоэлектрического преобразователя, имеющий первый конец, образующий

отверстие, и второй конец. Внутреннее пространство корпуса пьезоэлектрического преобразователя содержит полость для помещения подлежащей распылению жидкости. Корпус имеет ось симметрии, микроперфорированную мембрану и пьезоэлемент. Мембрана прикреплена к первому концу и закрывает отверстие. Пьезоэлемент выполнен и расположен таким образом, чтобы вызывать вибрацию корпуса пьезоэлектрического преобразователя. Пьезоэлемент расположен вблизи указанного второго конца таким образом, чтобы вызывать вибрацию корпуса пьезоэлектрического

преобразователя в направлении, параллельном его оси симметрии. Техническим результатом изобретения является упрочнение устройства, легче поддающегося электронному

управлению и более легкого для крупносерийного изготовления с низкими затратами, а также повышение экономичности в энергетическом аспекте. 20 з.п. ф-лы, 18 ил.

RU 2 4 4 6 8 9 5 C 2

RU 2 4 4 6 8 9 5 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009121153/05, 12.11.2007**

(24) Effective date for property rights:
12.11.2007

Priority:

(30) Priority:
14.11.2006 FR 0609905

(43) Application published: **20.12.2010 Bull. 35**

(45) Date of publication: **10.04.2012 Bull. 10**

(85) Commencement of national phase: **15.06.2009**

(86) PCT application:
EP 2007/062234 (12.11.2007)

(87) PCT publication:
WO 2008/058941 (22.05.2008)

Mail address:

191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-PATENT", M.V. Khmare

(72) Inventor(s):
SOZAD Zhan-Deni (FR)

(73) Proprietor(s):
TELEMAK (FR)

(54) ULTRASONIC FLUID SPRAYER

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to distributors of fluid equipped with piezoelectric elements to accurately disperse fluid in the form of micro drops or aerosols and may be used for dispersion of aromatic or cosmetic products, etc. Proposed ultrasonic sprayer comprises rigid case of piezoelectric converter with first end that makes a hole and second end. Inner cavity of said converter has chamber to contain fluid to be dispersed. Said

case has axis of symmetry, micro perforated membrane and piezoelement. Membrane is attached to first end to close the hole. Piezoelement is arranged to cause vibration of piezoelectric converter case. Piezoelement is arranged nearby said second end to cause vibration of piezoelectric converter case in direction parallel with its axis of symmetry.

EFFECT: easier control, ease of manufacture, lower production costs.

21 cl, 26 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к распределителям текучей среды, которые обычно называются распылителями и позволяют с помощью пьезоэлектрических элементов точным образом рассеивать текучие среды в виде микрокапель или
5 аэрозолей.

Уровень техники

Распределение текучих сред или жидкостей независимо от их природы (масляной, водяной или спиртовой) в виде растворов или суспензий (взвешенных в жидкости
10 частиц) осуществляется во множестве областей путем тонкого измельчения или микронизации, распыления, парообразования или генерирования аэрозолей. Основные области применения с использованием этих устройств для распределения текучих сред связаны с вводом лекарств (фармацевтика), распылением косметических продуктов (в особенности духов), дезинфекцией, ароматизацией, увлажнением воздуха или
15 носителей (бумаги, ткани...) или с распределением биологических реагентов.

Что касается области медицины, распылители применяются уже несколько десятилетий для ввода лекарственных средств ингаляцией. Используемые для этого устройства могут содержать механический дозирующий насос и пневматический или
20 ультразвуковой распылитель. До последнего времени эти устройства были предназначены для подачи лекарств через дыхательные пути на относительно поверхностный уровень. В последние годы фармацевтическая промышленность проявила интерес к вводу лекарств в виде аэрозолей по возможности как можно глубже в легкие, вплоть до бронхиол (конечных ветвей бронхиального дерева).
25 Достижение этого сделало бы возможным ввод систематических лекарств или генов через дыхательные пути.

Для этого необходимо разработать новые технологии для повышения эффективности, точности и равномерности аэрозолей, предназначенных для
30 осаждения в бронхиолах. Применительно к данной области обычные устройства имеют в общем плане такие ограничения, как либо слишком высокая скорость выброса аэрозоля или слишком высокий расход, либо разложение лекарственных средств, либо слишком большой размер капель, либо шум.

Для удовлетворения повышенных требований, обусловленных подачей лекарств
35 через дыхательные пути, многие производители аэрозольных генераторов разработали устройства на основе вибрационных решеток или мембран с микроперфорацией. Среди этих производителей можно упомянуть фирмы Nektar (Aeroneb), Odem (Touch-Spray), Pari (c-Flow), Pfeiffer (MicroHaler), Omron (NE-UO22),
40 Sheffield Pharmaceutical (Premaire), Alexza (Staccato).

Первые исследования ультразвуковых распылителей с вибрационной мембраной с микроперфорацией были проведены в 80-х годах исследовательской лабораторией Matsushita.

Принцип эжекции жидкости с распылением в мелкие капельки при проходе через
45 вибрационную мембрану с микроперфорацией развит, в частности, в следующих публикациях:

Ueha S., et al. Mechanism of ultrasonic atomization using a multi-pinhole plate (Механизм
ультразвукового распыления с использованием пластины с микроперфорацией).
50 Acoust. Set of claims. Jpn. (E) 6,1:21 (1985);

Maehara N., et al. Influence of the vibrating system of a multipinhole-plate ultrasonic nebulizer on its performance (Влияние вибрационной системы ультразвукового
распылителя с микроперфорированной пластиной на его работу). Review of scientific

instruments, 57 (11), Nov. 1986, pp.2870-2876;

Maehara N., et al. A pinhole-plate ultrasonic atomizer (Ультразвуковой распылитель с микроперфорированной пластиной). Ultrasonics Nov. 1984.

Комплекс этих исследований составил предмет изобретений в нескольких патентах, в частности, патентах US 4533082 (1985) и US 4605167 (1986), где описан распылитель с использованием вибрационной мембраны, перфорированной микроотверстиями.

Мембрана содержит в центре криволинейную часть (выпуклость или купол), обеспечивающую расхождение генерируемых мелких капель. Мембрана снабжена микроперфорацией диаметром от 30 до 100 мкм. Вибрационный элемент представляет собой кольцевой керамический пьезоэлемент наружным диаметром от 5 до 15 мм и внутренним диаметром от 2 до 8 мм. Вибрационная мембрана толщиной от 30 до 120 мкм наклеена на кольцевой керамический элемент. Этот керамический пьезоэлемент возбуждается током с частотой от 30 до 300 кГц в режиме радиальной деформации.

В патенте US 5152456 (1992) заявителя Bepack, а также в соответствующей европейской заявке EP 0432992 A1 развита концепция, предложенная Matsushita. Однако вибрационный элемент (или вибратор) образован кольцевым диском из алюминия диаметром 22 мм. Керамический пьезоэлемент укреплен на этом алюминиевом диске. Вид вибрации керамического пьезоэлемента соответствует радиальной деформации. Центральное отверстие алюминиевого диска имеет диаметр 4 мм. Мембрана из никеля перфорирована отверстиями диаметром 3 мкм, число отверстий составляет 1500.

Патент US 5297734 (1994) заявителя Toda относится к распылителю по типу тонкой вибрационной пластины квадратной геометрии, обеспечивающей расход до 1 л/ч. Распылитель образован мембраной из никеля толщиной 50 мкм, наклеенной на керамический пьезоэлектрический диск наружным диаметром 24 мм, внутренним диаметром 12 мм и толщиной 6 мм. Мембрана перфорирована коническими отверстиями диаметром 1 мм изнутри и диаметром 20 мкм снаружи.

В патенте US 5261601 (1993) заявителя Technology Transfer Partnership (TTP) описан распылитель на основе указанного выше патента Bepack. В патенте US 5518179 (1996) того же заявителя TTP сделана ссылка на дисковый распылитель, в котором перфорированная мембрана сформована из никеля способом гальванопластики. Распылитель TTP не требует полости для жидкости за мембраной, а подача жидкости осуществляется за счет капиллярности (с использованием фитиля или пористого материала). В распылителе TTP на первый план выдвигается его биморфная структура и конкретизация режима изгиба комбинации из керамического пьезоэлемента и микроперфорированной мембраны. Мембрана имеет жесткость, сравнимую с жесткостью кольцевого керамического пьезоэлемента. Распылитель, на который сделана ссылка, образован латунным кольцом наружным диаметром 20 мм и толщиной 200 мкм. Кольцевой керамический пьезоэлемент имеет наружный диаметр 20 мм, внутренний диаметр 6 мм и толщину 200 мкм.

В патенте US 6085740 (2000) заявителя Aerogen упомянуто средство для распыления жидкости на мелкие капли посредством использования микрорешетки. Мембрана, снабженная микроотверстиями диаметром от 1 до 6 мкм, подвергается вибрации с помощью биметаллического пьезоэлемента, работающего на частоте 45 кГц. Жидкость подается посредством капиллярности, а мембрана может отсоединяться от вибратора.

В патенте US 6427682 (2002) заявителя Aerogen описано выполнение прибора для рассеивания лекарств с использованием вибрационной мембраны. Его принцип очень

близок к принципу Matsushita. Прибор образован деталью из алюминия, в которой возбуждается вибрация путем изгиба с помощью кольцевого керамического пьезоэлемента. Вибрационная мембрана с микроперфорацией изготовлена способом гальванопластики. Содержащая жидкость камера находится в контакте с мембраной.

Далее, фирмой Omron разработана технология ультразвукового насоса, который позволяет распылять жидкость через микроперфорированную мембрану. Эта технология описана в патенте US 6901926 (2005). Согласно технологии Omron микроперфорированная мембрана не подвергается вибрации непосредственно с помощью вибрационного элемента. Мелкие капли формируются посредством эжекции жидкости через отверстия при динамическом изменении давления под действием ультразвукового насоса.

Все пьезоэлектрические или ультразвуковые распылители уровня техники (работающие на частоте выше 20 кГц), которые содержат приводимую в вибрацию микроперфорированную мембрану, функционируют посредством изгиба мембраны и связанного с ней керамического пьезоэлемента. Практически их создание заключается в различных комбинациях кольцевого керамического пьезоэлемента и металлической мембраны малой толщины, перфорированной большим числом микроотверстий. В конструкции этого типа используются преимущества малой толщины.

Однако известные устройства уровня техники имеют ряд недостатков.

Первый недостаток заключается в том, что микроперфорированная мембрана принимает активное участие в резонансном режиме распылителя. В результате этого явления сам распылитель сильно демпфируется в своем резонансе жидкостью, находящейся в контакте с мембраной. Работа распылителя в большой степени зависит от качества жидкости или от давления, передаваемого жидкостью на задней стороне мембраны. Это создает трудность в управлении частотой возбуждения распылителя. Кроме того, это демпфирование приводит к нагреву вибрационного элемента и мембраны. Нагрев имеет следствием ограничение времени работы распылителя, повышение его энергопотребления и может приводить к ухудшению свойств подлежащей распылению жидкости. Далее, в конструкции этого типа деформация мембраны посредством изгиба не позволяет получать равномерное перемещение на всей поверхности мембраны. В зависимости от расположения микроотверстий на мембране они не обеспечивают одинакового расхода, и генерирование аэрозоля может оказаться нестабильным (пороговый эффект). С другой стороны, чувствительность вибрационной конструкции к механическим креплениям и уплотнениям для жидкости (паразитное демпфирование) делают технологические решения сложными и дорогими в аспекте крупносерийного изготовления таких конструкций с низкими затратами.

Таким образом, существует потребность в устранении этих различных недостатков и создании более прочных устройств, легче поддающихся электронному управлению, более экономичных в энергетическом аспекте и более легких для крупносерийного изготовления с низкими затратами.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков известных решений уровня техники.

В соответствии с изобретением решение поставленной задачи достигается за счет распылителя, признаки которого определены в независимом пункте формулы изобретения.

Предпочтительные примеры осуществления охарактеризованы в зависимых

пунктах.

В данном тексте под понятием «преобразователь» имеется в виду элемент, образованный корпусом пьезоэлектрического преобразователя, по меньшей мере, одним пьезоэлементом и в качестве опции тыльной массой.

Под «сечением» имеется в виду геометрическая фигура, образованная пересечением плоскости и объема. Так, при рассмотрении, например, цилиндрического объекта, имеющего переменный внутренний диаметр, говорится, что он имеет переменное по длине сечение.

Корпус преобразователя имеет ось симметрии.

Многие преимущества, создаваемые распылителем по изобретению, обусловлены тем, что корпус пьезоэлектрического преобразователя, на котором укреплена мембрана, вибрирует в режиме продольной вибрации, то есть в направлении, параллельном оси симметрии корпуса пьезоэлектрического преобразователя.

Может быть предусмотрен один или несколько пьезоэлементов.

Предпочтительно сечение корпуса пьезоэлектрического преобразователя выполнено переменным по его длине.

Согласно одному примеру осуществления сечение выполнено переменным дискретным образом.

Выгодным образом сечение изменяется резко, в одном месте.

Такое изменение сечения показано в примере осуществления, в котором корпус пьезоэлектрического преобразователя содержит две части, наружные диаметры которых различны. Зона усиления деформации, конец которой содержит мембрану, имеет меньший диаметр. В этой конфигурации, которая в данном тексте названа «рупором», продольные ультразвуковые волны усиливаются с усилением вибрационных перемещений от места изменения сечения преобразователя. Трубчатый элемент выполняет роль усилителя микронных продольных перемещений.

Согласно другому примеру осуществления изобретения мембрана образует, по меньшей мере, частично, купол, который выполняет несколько функций. Таким же образом, как и в известных устройствах уровня техники, микроперфорированная мембрана предназначена для удержания жидкости в полости распыления за мембраной и для поддержания статического давления жидкости. Баланс давлений, форма отверстий и свойства материала мембраны таковы, что жидкость не просачивается на наружную сторону мембраны и не происходит никакого явления «капли» или потери жидкости. Кроме того, куполообразная форма позволяет лучше распределять туман микрокапель или аэрозоль, обеспечивая расхождение струи под действием простого эффекта геометрии. С другой стороны, вибрационная скорость, связанная с перемещениями мембраны, позволяет выбрасывать микрокапли через отверстия. В устройстве по изобретению размеры купола и микроперфорированной мембраны таковы, что купол обеспечивает усиление вибрационного движения при сохранении равномерного распределения вибрационной скорости на поверхности мембраны. В отличие от устройств уровня техники в устройстве по изобретению мембрана не оказывает влияния на вибрационное поведение преобразователя. Какова бы ни была толщина мембраны (например, от 20 до 200 мкм), пьезоэлемент сохраняет свои динамические характеристики и свое вибрационное действие. Более конкретно, резонансная частота и вибрационные перемещения преобразователя не модифицируются под влиянием механического крепления мембраны. Это создает преимущества в том, что преобразователь может проектироваться на комплекс характеристик (частоты, вибрационные перемещения, виды деформации, коэффициент

связи и фактор механического качества) без учета мембраны (ее геометрии и материала).

Это свойство устройства по изобретению позволяет выгодным образом оптимизировать конструкцию преобразователя для улучшения его характеристик либо по скорости выхода аэрозоля, либо по расходу либо по частоте резонанса, либо по энергопотреблению или эффективности. Так, обеспечивается возможность создания распылителя с вибрационной мембраной, который может генерировать аэрозоль со скоростью, близкой к нулю (медицинское применение), и до скоростей порядка 30 м/с (косметическое применение). Таким же образом расход распыления уже не связан непосредственно с поверхностью керамического пьезоэлемента, а связан с длиной пьезоэлектрического преобразователя, что позволяет получать расходы от 1 мкл/с до 300 мкл/с. Это та самая длина, от которой прямо зависит резонансная частота распылителя. Видом вибрационного действия распылителя является не вид изгиба, а вид продольного удлинения. Это позволяет работать на высоких частотах (от 50 до 200 кГц) при керамических пьезоэлементах малого диаметра без ущерба для расхода жидкости, а главное с очень низкими потерями. Эти механические потери, которые соответствуют энергии, рассеиваемой в виде тепла в преобразователе, резко возрастают в функции частоты, на которой работает преобразователь. В устройстве по изобретению эти потери понижены, поскольку эффективность конструкций с преобразователем продольного действия намного выше по сравнению с «биметаллическими» конструкциями, работающими на изгиб.

Низкие потери в преобразователе позволяют создавать распылители с низким потреблением электроэнергии. Это преимущество немаловажно, поскольку известные распылители уровня техники ограничены в применении длительностью распыления и сроком службы элементов аккумуляторов или батареек питания. Практическое применение распылителей с вибрационной микроперфорированной мембраной относится по существу к «ручным» устройствам, работающим от аккумуляторов или батареек. Конструкция устройства по изобретению менее подвержена амортизации жидкостью за мембраной. Это свойство обеспечивает меньший нагрев подлежащей распылению жидкости. В тех областях применения, где распылители подают лекарственные препараты, нагрев жидкости может быть недопустим, что сильно ограничивает интерес к таким распылителям.

Далее, согласно предпочтительному примеру осуществления решение по изобретению отличается тем, что узлы вибрации являются доступными, что позволяет легко производить механическое крепление распылителя. В распылителях уровня техники, действующих посредством изгиба кольцевого керамического элемента, трудно осуществить механическое крепление без возмущений и сильного демпфирования вибрационного режима. Что же касается решения по изобретению, распылитель предпочтительно прикрепляется механически или путем соединения формованием в зоне узла вибрации (этот узел является единственным), что делает простым и экономичным решение механической установки и уплотнения.

Другая особенность изобретения заключается в том, что жидкость может быть приведена в непосредственный контакт с задней поверхностью мембраны. На практике вибрация распылителя в режиме продольных колебаний мало чувствительна к присутствию жидкости и к весу колонны этой жидкости. Это свойство позволяет распылителю работать независимо от угла наклона, который может изменяться от вертикали до горизонтали.

Жидкость может направляться к мембране также посредством капиллярности с

использованием каналов, фитилей или адекватных пористых материалов. Таким образом, контейнер с жидкостью может быть расположен сверху, вокруг или снизу от распылителя.

Согласно варианту осуществления изобретения конструкция распылителя содержит тыльную массу, называемую также динамической массой, предназначенную для того, чтобы препятствовать вибрации задней части преобразователя, два керамических пьезоэлемента, связанных общим подсоединением, усилитель вибрационного движения, содержащий полость и микроперфорированную мембрану различных форм, но предпочтительно выпуклую, образующую выпуклость или купол.

Согласно другому варианту осуществления изобретения механизм предварительного напряжения, такой как винт, позволяет механически соединить тыльную массу, керамические пьезоэлементы и усилитель. Усилитель выполнен металлическим, предпочтительно из нержавеющей стали, титана или алюминия. Микроперфорированная мембрана приклеена к вибрационному усилителю. Мембрана, которая мало влияет на вибрационное поведение распылителя, может быть изготовлена из различных материалов, таких как пластмасса, кремний, керамика, однако предпочтительно она изготовлена из металла. Микроперфорация может быть выполнена различными средствами, предпочтительно способом гальванопластики или с помощью лазера. Число отверстий микроперфорации может составлять от одного отверстия для подачи жидкости по мере надобности до нескольких тысяч отверстий. Размер микроотверстий или ячеек решетки может составлять от 1 до 100 мкм в эквивалентном диаметре в соответствии с назначением распылителя.

Было продемонстрировано, что характеристики по расходу и равномерности струи мелких капель распылителя в огромной степени зависят от вида вибрационных перемещений мембраны. Эти характеристики улучшаются, если мембрана перемещается в режиме «поршня» без деформации на изгиб. В известных устройствах уровня техники распылители работают посредством изгиба мембраны, что приводит к формированию одного или нескольких узлов колебаний внутри мембраны. В устройстве по изобретению мембрана не участвует в режиме вибрации преобразователя, что дает возможность оптимизировать размеры и геометрию мембраны для обеспечения ее действия в «поршневом» режиме. Как показали результаты моделирования и испытаний, для этого выпуклость (или купол) должна быть близка по диаметру к диаметру полости (или камеры), вмещающей в себя жидкость. Это означает, что максимальная высота купола должна быть близка к половине внутреннего диаметра полости.

Перемещения мембраны в «поршневом» режиме позволяют обеспечить равномерность вибрационной скорости на поверхности мембраны. В результате отверстия микроперфорации выбрасывают более равномерно калиброванные микрокапли с одинаковым расходом через отверстия.

Ниже представлены другие решения по реализации изобретения

- Пьезоэлемент или пьезоэлементы представлены единственным керамическим элементом, укрепленным с помощью клея достаточной жесткости на преобразователе, подверженном вибрационному движению.

- Керамический пьезоэлемент представляет собой многослойный элемент, допускающий электропитание низкого напряжения (от 1 до 15 В постоянного тока), по типу поставляемых, например, фирмами Epcos, Fuji, Noliac, Morgan Matroc или Physic Instruments.

- Керамический пьезоэлемент укреплен на корпусе преобразователя таким образом, что нет никакого контакта между ним и распыляемой жидкостью. Такое решение позволяет электрически изолировать керамический пьезоэлемент и устраняет какие-либо проблемы уплотнения и совместимости с жидкостью (при медицинском использовании).

- Усилитель вибрационных перемещений (или «рупор») распылителя содержит проходы, канавки или отверстия, так что полость или контейнер с жидкостью расположен вокруг рупора.

- Пьезоэлектрический преобразователь распылителя содержит «раструб» на конце «рупора», который предпочтительно вибрирует в «поршневом» режиме без какого-либо изгиба. Этот «раструб» дает преимущество в усилении вибрационного перемещения преобразователя, но также он дает возможность крепления микроперфорированной мембраны большего диаметра. Это решение направлено на увеличение расхода распылителя, несмотря на его небольшой размер.

- Пьезоэлектрический преобразователь, работающий в режиме продольной вибрации, вызывает вибрацию и деформацию микроперфорированной мембраны или решетки цилиндрической формы. Для оптимизации перемещений цилиндрической мембраны, которая расположена между преобразователем и раструбом, может быть предусмотрена дополнительная выпуклость для адекватного увеличения жесткости мембраны.

- Распылитель содержит «рупор» специальной формы, например, в форме усеченного конуса, что обеспечивает усиление вибрационного движения за счет резкого изменения сечения. В этой специальной конфигурации отношение расстояния между мембраной и пьезоэлементом к диаметру пьезоэлемента предпочтительно превышает 0,5.

- Микроперфорированная мембрана или решетка не приклеена к преобразователю, а акустически соединена с ним с помощью механических прижимных средств.

- Крепление распылителя к внешним средствам поддержки осуществляется с помощью фольги или гибкой схемы, которые прикреплены механическими средствами или приклеены к электроду керамического пьезоэлемента, не связанному с преобразователем. Такое специальное крепление представляет интерес вследствие своей простоты и низкой стоимости. Преимущество решения заключается в том, что преобразователь отделен от внешних средств поддержки (статического сопротивления), так что его динамическое действие не подвергается возмущениям. Кроме того, металлическая фольга (или гибкая схема) позволяет подавать электропитание на пьезоэлемент.

- Распылитель образован корпусом преобразователя, который содержит средства крепления контейнера без возмущающего воздействия на его динамическую работу и без изменения его рабочих характеристик.

- Распылитель содержит контейнер, который механически укреплен на корпусе преобразователя без возмущающего воздействия на его работу.

- Распылитель содержит сплошной или полый механический орган, изготовленный из различных материалов, но предпочтительно пластмассовый, расположенный коаксиально внутри содержащей жидкость полости и имеющий различные формы, но предпочтительно цилиндрическую, причем его роль заключается в направлении воздушных пузырьков, которые могли бы образовываться на уровне вибрационной мембраны и блокировали бы процесс распыления.

- Распылитель содержит датчик наличия жидкости, образованный электродом,

расположенным внутри «рупора» вблизи вибрационной мембраны. На этот электрод подается низкочастотный переменный ток, сигнал которого восстанавливается на заземлении преобразователя посредством обработки. Переменный ток передается от электрода к вибрационной мембране за счет проводимости жидкости. Наличие или
5 отсутствие этого сигнала указывает наличие или отсутствие жидкости.

- Распылитель помещен в коробке различных форм, которую можно держать в руке или накладывать на часть тела (человека или животного) по типу маски и которая может быть изготовлена из различных материалов, но предпочтительно из
10 пластмассы. Эта коробка может представлять собой распылитель духов, влаги, дезинфекционных средств или лекарств. Связанный с коробкой распылитель может в особенности использоваться в качестве устройства для подачи лекарств через легочные, носовые или глазные пути.

- Распылитель может быть связан с коробкой, специально предназначенной для подачи лекарств через легочные пути. Эта коробка может содержать средства для выполнения набора функций обеспечения ингаляции и распыления лекарства. В частности, она содержит мундштук или анатомический адаптер, который может быть
15 одноразовым, комплект клапанов или завихрителей, позволяющих лучше организовать воздушный поток (всасываемый или выдыхаемый), устройство запуска распыления при ингаляции, которое может быть реализовано механическими или электронными средствами, контейнер либо под давлением окружающей среды, либо
20 заполненный воздухом (стерильным) с контролируемым разрежением, датчик уровня жидкости и механизм предотвращения образования воздушных пузырьков, такой, как описан в данной заявке. В данном контексте этот аппарат называется «ингалятором».

- Встроенный в механическую коробку распылитель может управляться электронным образом с помощью внешнего электронного блока с питанием от аккумулятора, батареек или сети. Этот электронный блок может быть также встроен в
30 механическую коробку для обеспечения полной автономности устройства. Этот электронный блок может получать питание от батареи, аккумулятора или от суперконденсатора заряжаемого либо от сети, либо эффектом индукции.

- Распылитель снабжен электронной функцией удаления накипи или, в более широком аспекте, очистки, выполняемой посредством специального режима
35 электропитания путем подачи на пьезоэлементы циклов электрических напряжений с длительностью, амплитудой или частотой, отличными от номинального электропитания. Этот режим очистки может выполняться при погружении распылителя в ванну агента для удаления накипи, для очистки или стерилизации.

- Распылитель содержит мембрану с отверстиями микронных размеров, диаметр которых уменьшен с помощью специальной обработки поверхности (полимерной или
40 металлической), в особенности способом электролитического осаждения золота. Кроме того, различные виды обработки поверхности играют роль в снижении явлений просачивания капель или закупоривания отверстий и в определенных случаях обеспечивают бактерицидные, антивирусные функции или биологическую
45 совместимость.

- Распылитель изготовлен из такого материала или его поверхность обработана таким образом, чтобы обеспечивать возможность его холодной или горячей
50 стерилизации (горячей сушки). В частности, распылитель содержит термостойкие керамические пьезоэлементы ($>150^{\circ}\text{C}$), преобразователь из нержавеющей стали или из титана, мембрану, покрытую тонким слоем электролитического золота.

- Распылитель электрически подсоединен таким образом, что электрический

потенциал мембраны отличен от электрической массы электронного блока. Такое электрическое решение позволяет электрически заряжать микрокапли для облегчения направления аэрозоля через аэравлический контур устройства и дыхательные пути.

- Распылитель содержит механизм перфорации, образованный канюлей или полый иглой, изготовленной, например, из пластмассы или металла и расположенной в центре распылителя. Этот механизм может выполнять функции удаления воздушных пузырьков и измерения уровня жидкости. Это перфорационное устройство позволяет надевать герметизированный стерильный контейнер или флакон, снабженный эластомерной крышкой, которая может быть проколота.

- Распылитель снабжен металлической фольгой (или гибкой схемой), служащей электродом и обеспечивающей электропитание керамического элемента, который может использоваться для образования датчика разрежения, связанного с керамическим пьезоэлементом. Напряжение, создаваемое на керамическом элементе во время всасывания, может использоваться для создания устройства запуска распыления при ингаляции.

Изобретение не ограничивается описанными примерами осуществления. Они являются лишь отдельными примерами среди множества примеров.

В дополнение к продольной вибрации может быть предусмотрена радиальная вибрация.

Краткое описание чертежей

Далее со ссылками на прилагаемые чертежи будут подробно описаны примеры осуществления изобретения, не являющиеся ограничительными. На чертежах:

фиг.1 изображает в разрезе распылитель по изобретению в одном из примеров выполнения,

фиг.2-10 и 13 изображают варианты выполнения распылителя, показанного в разрезе,

фиг.11 изображают деформацию мембраны в зависимости от конструкции распылителя,

фиг.12 изображают модели вибрационного поведения распылителя по изобретению,

фиг.13 изображает в разрезе распылитель, содержащий трубчатую вибрационную мембрану, помещенную вокруг «ствола», который сам вибрирует в продольном направлении,

фиг.14 и 15 изображают соответственно на виде в перспективе и в разрезе трубчатый распылитель цилиндрической формы и в форме усеченного конуса,

фиг.16 изображает на виде в перспективе и в разрезе простой медицинский ингалятор Т-образной формы, содержащий в своем составе распылитель по изобретению,

фиг.17А и 17В изображают две конфигурации ингалятора «карманного» формата, содержащего в своем составе распылитель по изобретению; на фиг.17А показан ингалятор, управляемый внешним электронным блоком; ингалятор по фиг.17В содержит электронную систему управления в своем корпусе,

фиг. 17С изображает тот же ингалятор в разрезе, показывая размещение распылителя в корпусе,

фиг.18 изображает в разрезе распылитель со средствами для удаления воздушных пузырьков и датчиком наличия жидкости.

Осуществление изобретения

Показанный на фиг.1А распылитель содержит корпус 1, в котором возбуждается вибрация, предпочтительно в диапазоне частот от 50 до 200 кГц. На фиг.1В показан

этот же распределитель, а сбоку от него приведена кривая, демонстрирующая максимальную амплитуду продольных вибрационных перемещений различных частей распылителя.

Корпус 1 пьезоэлектрического преобразователя характеризуется наличием двух зон: зоны 1a концентрации напряжений и зоны 1b усиления деформации. На фиг.1-6 наружный диаметр зоны 1a концентрации напряжений равен наружному диаметру зоны 1b усиления деформации. Однако внутренний диаметр зоны 1b усиления деформации больше внутреннего диаметра зоны 1a концентрации напряжений.

В распылителях по фиг.7-9 наружный диаметр зоны 1a концентрации напряжений больше наружного диаметра зоны 1b усиления деформации. Однако при этом внутренний диаметр зоны 1b усиления деформации равен внутреннему диаметру зоны 1a концентрации напряжений.

На фиг.8В представлена информация того же типа, что и на фиг.1 В, то есть кривая, демонстрирующая максимальную амплитуду продольных вибрационных перемещений различных частей распылителя.

Внутренняя часть зоны 1b усиления деформации образована полостью 4, вмещающей в себя подлежащую распылению жидкость. В некоторых случаях, в частности в примерах выполнения по фиг.5, 7 и 8-10, полость 4 распространяется до внутренней части зоны 1a концентрации напряжений. Благодаря такой конфигурации ультразвуковая энергия удерживается в основном в зоне 1b усиления деформации, которая образует усилитель вибрационных перемещений. Удержание энергии в зоне 1b усиления деформации предполагает преобразование напряжений в деформацию.

Один или несколько пьезоэлементов, предпочтительно керамический пьезоэлектрический моноблок 2 или многослойный керамический пьезоэлемент 9, расположены в верхней части распылителя на уровне зоны 1a концентрации напряжений. Так, например, на фиг.1 показаны два керамических пьезоэлектрических моноблока 2, связанных центральным электродом 7, например, из латуни.

Тыльная масса 5 (динамическая масса) позволяет снизить деформацию позади керамических пьезоэлементов. Винт 6 предварительного напряжения позволяет механически соединить этот комплект элементов. Данный комплект образует пьезоэлектрический преобразователь, который является электромеханическим преобразователем и вибрирует в режиме продольных колебаний или в продольном режиме. Продольный вид вибрации определяется тем, что преобразователь деформируется в направлении своей оси симметрии посредством удлинения и сокращения своего продольного сечения. Вибрационное поведение преобразователя этого типа управляется по существу его длиной, так что отношение общей длины преобразователя к диаметру или ширине керамического пьезоэлемента предпочтительно больше или равно 1.

Микроперфорированная мембрана 3 или решетка малой толщины (от 20 до 200 мкм) прикреплена механически на конце корпуса 1 пьезоэлектрического преобразователя, где его вибрационная скорость максимальна. Крепление мембраны 3 таково, что она акустически связана с преобразователем в зоне 1b. В первом режиме деформации и в качестве примера этот преобразователь деформируется и вибрирует в соответствии со своей длиной полуволны. Фиг.1 В представляет диаграмму перемещения точек преобразователя в его разрезе по оси симметрии (по длине).

На фиг.2 показан тот же распылитель, снабженный мембраной, которая связана механически и акустически с преобразователем посредством соединительного

элемента 8, позволяющего обеспечить сильное предварительное напряжение на мембране. В общем случае мембрана может быть механически соединена с зоной усиления посредством приклеивания, пайки, фальцовки или сварки. В частности, может использоваться лазерная сварка.

На фиг.3 показан вариант выполнения преобразователя, в котором тыльная масса отсутствует для упрощения конструкции. Преобразователь спроектирован по размерам таким, что перемещение минимально возможным на уровне керамического пьезоэлектрического моноблока 2 является и максимально возможным в зоне 1b усиления деформации. Электрод 7 может быть образован, например, путем крепления латунной фольги или путем наклеивания гибкой печатной схемы на полиимиде.

На фиг.4 показан вариант выполнения изобретения с использованием многослойного керамического пьезоэлемента 9. Слои могут иметь толщину, например, от 20 до 200 мкм. Использование множества таких слоев позволяет при небольших затратах снизить напряжение электропитания на клеммах керамического пьезоэлемента. Это решение представляет особенный интерес для случаев применения, требующих подачи энергии от батарейки или аккумулятора.

На фиг.5 показан вариант выполнения изобретения, в котором вмещающая в себя жидкость полость (камера) 4 проходит насквозь через корпус 1 преобразователя по его длине. В этом случае в центре керамического пьезоэлектрического моноблока 2 имеется отверстие. Такая конструкция позволяет легко запитывать полость жидкостью.

На фиг.6 показан другой тип подачи жидкости путем выполнения проходов, отверстий или канавок для сообщения содержащей жидкость полости 4 с наружной стороной. Эта конструкция позволяет разместить контейнер с жидкостью вокруг преобразователя.

В примерах осуществления по фиг.7 и 8 вмещающая в себя жидкость полость 4 выполнена трубчатой по соображениям простоты формы.

В решении по фиг.7 керамический элемент 2 расположен не на задней части корпуса 1 преобразователя, а на уровне усилителя перемещений и перед зоной 1a концентрации напряжений. Таким образом, керамический пьезоэлектрический моноблок 2 защищен корпусом 1 преобразователя.

Преимущество решения заключается в том, что керамический элемент 2 не находится в контакте с жидкостью и не создает проблем уплотнения между ним и контейнером. Изменение сечения корпуса 1 пьезоэлектрического преобразователя позволяет в любом случае усилить вибрационные перемещения на уровне мембраны 3.

На фиг.9 показан другой пример выполнения, в котором корпус 1 преобразователя содержит раструб 10, на котором механически и акустически укреплена микроперфорированная мембрана 3. Преимущество решения заключается в увеличении расхода распыляемой жидкости за счет простого увеличения площади с сохранением повышенного уровня вибрационных перемещений.

Фиг.10 изображает в качестве примера геометрическую форму усилителя 1b вибрационных перемещений в форме усеченного конуса. Эта конфигурация позволяет увеличить размер микроперфорированной мембраны 3.

Фиг.11 поясняет вибрационное действие микроперфорированной мембраны 3. В конструкциях известных устройств уровня техники (фиг.11А, 11В, 11С) распылитель работает за счет изгиба, вызываемого соединением кольцевого керамического пьезоэлемента с микроперфорированной мембраной. Если мембрана выполнена плоской (фиг.11А), максимальное вибрационное перемещение (U_x) имеет место в

центре мембраны и резко снижается по мере удаления от него. В этом случае получается струя высокой концентрации. Если мембрана выполнена выпуклой и содержит купол (фиг.11В и 11С), она увеличивает жесткость вибрационного режима и обеспечивает расхождение струи за счет простого геометрического эффекта. Это явление наблюдается при любом рассматриваемом виде вибрации посредством изгиба. С этой точки зрения вид 1 изгиба более выгоден.

В случае выполнения распылителя по изобретению (фиг.11D) геометрия и природа мембраны не оказывают влияния на режим вибрации распылителя. Жесткость мембраны на изгиб практически никак не влияет на продольную деформацию преобразователя. Для получения наилучшего результата достаточно, чтобы диаметр купола был очень близок к диаметру преобразователя для того, чтобы мембрана простым образом повторяла максимальные вибрационные перемещения в этом месте. Такая конструкция обеспечивает максимальную эффективность распылителя при более низком потреблении энергии для данного расхода распыления. Кроме того, струя получается особенно равномерной и рассеянной.

Фиг.12А и 12В представляют полученные расчетным путем модели деформации конечных элементов распылителя по изобретению, приведенные для конкретного приведенного примера выполнения.

В данном конкретном случае корпус 1 преобразователя изготовлен из нержавеющей стали. Содержащая жидкость внутренняя полость 4 имеет диаметр 6 мм и зону 1а концентрации напряжений наружным диаметром 16 мм.

Зона 1b усиления деформации имеет наружный диаметр 8 мм. Керамический пьезоэлектрический моноблок 2 представляет собой керамический элемент PIC 255 (Physic Instruments) внутренним диаметром 8 мм, наружным диаметром 16 мм и толщиной 1 мм.

Длина корпуса 1 преобразователя и зоны 1b усиления деформации составляют соответственно 16 мм и 12 мм. Мембрана 3 из никеля сформована способом гальванопластики и имеет 800 отверстий диаметром 5 мкм. Толщина мембраны составляет 50 мкм, ее наружный диаметр равен 8 мм. Купол мембраны имеет высоту 0,8 мм на диаметре 5 мм. Мембрана укреплена на преобразователе приклеиванием. Режимы продольной вибрации имеют резонансную частоту соответственно 77 кГц и 120 кГц.

В примере выполнения по фиг.13 микроперфорированная мембрана 3 имеет цилиндрическую или трубчатую геометрию. Мембрана прикреплена с одной стороны к зоне 1а концентрации напряжений и с другой стороны к зоне 1b усиления деформации. В этом случае мембрана вибрирует в радиальном режиме.

На фиг.14 и 15 показаны примеры выполнения, которые дали прекрасные результаты в отношении размера капель и расхода аэрозоля. На фиг.14А и 14В показан в перспективе и в разрезе преобразователь, корпус 1 которого изготовлен из нержавеющей стали. Вмещающая жидкость внутренняя полость 4 имеет диаметр 6 мм и зону 1а концентрации напряжений диаметром 16 мм. Механизм крепления контейнера в этом конкретном примере выполнения представлен тыльной массой 5, в которой выполнена резьба. Наружный диаметр и длина этой тыльной массы составляют соответственно 10 мм и 8 мм. Керамический пьезоэлектрический моноблок 2 представляет собой керамический элемент PIC 255 (Physic Instruments) внутренним диаметром 8 мм, наружным диаметром 16 мм и толщиной 1 мм. Зона 1b усиления деформации (или «рупор») имеет наружный диаметр 7 мм и длину 12 мм.

Электрод 7, обеспечивающий электрическое подсоединение керамического

пьезоэлектрического моноблока 2, изготовлен из фольги из нержавеющей стали диаметром 30 мм и толщиной 50 мкм. Мембрана 3, изготовленная из никеля способом гальванопластики, содержит 10800 отверстий диаметром 2 мкм и имеет толщину 20 мкм. Распылитель позволяет получать мелкие капли размером 2 мкм для расхода 0,6 мл/мин при частоте вибрации 80 кГц.

На фиг.15А и 15В показан в перспективе и в разрезе распылитель, в котором корпус 1 преобразователя изготовлен из нержавеющей стали. Вмещающая жидкость внутренняя полость 4 имеет переменный диаметр от 6 до 12 мм и зону 1а концентрации напряжений диаметром 20 мм. Механизм крепления контейнера в этом конкретном примере выполнения представлен тыльной массой 5, в которой выполнена резьба. Наружный диаметр и длина этой тыльной массы составляют соответственно 10 мм и 8 мм. Керамический пьезоэлектрический моноблок 2 представляет собой керамический элемент PIC 255 (Physic Instruments) внутренним диаметром 10 мм, наружным диаметром 20 мм и толщиной 1 мм. Зона 1b усиления деформации (или «рупор») имеет переменный наружный диаметр от 7 до 14 мм и длину 9 мм.

Электрод 7, обеспечивающий электрическое подсоединение керамического пьезоэлектрического моноблока 2, изготовлен из фольги из нержавеющей стали диаметром 30 мм и толщиной 50 мкм. Мембрана 3, изготовленная из никеля способом гальванопластики, содержит 45300 отверстий размером 2 мкм и имеет толщину 20 мкм. Распылитель позволяет получать мелкие капли размером 2 мкм для расхода 2,5 мл/мин при частоте вибрации 70 кГц.

Фиг.16А и 16В изображают ингалятор, предназначенный для подачи лекарств через легочные пути. Этот ингалятор может быть выполнен в виде мундштука 16, соединенного с Т-образной коробкой 15, например, производства фирмы Intersurgical, в которой встроен распылитель по данному изобретению. Распылитель помещен в коробке 15 с помощью охватывающего монтажного блока 12 преобразователя. Контейнер 13, снабженный пробкой 14, несет на себе корпус 1 преобразователя. Керамический пьезоэлектрический моноблок 2 питается электродом 7 из фольги. Электропитание распылителя осуществляется по проводам 18. При работе распылитель генерирует аэрозоль внутри коробки 15. Пациент вдыхает этот генерированный аэрозоль через мундштук 16.

На фиг.17 ингалятор показан в другом примере выполнения. На фиг.17А представлен ингалятор со встроенным распылителем по изобретению, в котором электронный блок 19 размещен снаружи и соединен с коробкой 15 проводом 18.

Этот ингалятор содержит мундштук 16, контейнер 13, связанный с распылителем, и пробку 14. В коробке 15 выполнены отверстия 17 для создания воздушных потоков и обеспечения воздухом аэрозоля, генерируемого распылителем.

Фиг.17В представляет ингалятор, в котором электронный блок 19 встроен в коробку 15 «карманного» ингалятора.

Фиг.17С изображает в разрезе ингалятор по фиг.17А. На чертеже показана коробка 15, изготовленная, например, из формованной пластмассы, мундштук 16, который может быть съемным одноразового использования, охватывающий монтажный блок 12 преобразователя, который позволяет установить распылитель в коробке 15 и подсоединить его к электронному блоку 19 с помощью соединителя 20 и провода 18. Распылитель образован корпусом 1 преобразователя, керамическим пьезоэлектрическим моноблоком 2, вибрационной мембраной 3, электродом 7, выводом 11 заземления, контейнером 13 и пробкой 14. Аэрозоль генерируется в

полости коробки 15 и всасывается пациентом через мундштук 16.

На фиг.18 показан в разрезе распылитель, снабженный трубкой, которая позволят отводить воздушные пузырьки, и датчиком наличия жидкости. Этот распылитель содержит трубчатый корпус 1 преобразователя, керамический пьезоэлектрический моноблок 2, микроперфорированную вибрационную мембрану 3 и тыльную массу 5, позволяющую крепить контейнер. Керамический пьезоэлектрический моноблок 2 питается током по проводу 18, который с одной стороны соединен с выводом 11 заземления, а также с электродом 7. Трубка 21, предпочтительно пластмассовая, диаметром, например, 3 мм, помещена в полости 4 коаксиально ей. Когда расход жидкости через распылитель становится значительным, мембрана 3 создает разрежение, так что воздух может проникать внутрь полости 4, вмещающей жидкость. Образование воздушных пузырьков на уровне мембраны 3 может блокировать формирование аэрозоля и изменять действие распылителя. Трубка 21 обеспечивает вывод воздушных пузырьков под действием капиллярных сил на поверхности раздела воздуха и жидкости. Эта трубка 21 содержит в центре электрический провод 23, конец 22 которого находится в прямом или непрямом электрическом контакте с жидкостью. На провод 23 подается низкочастотный сигнал переменного электрического тока, предпочтительно частотой 500 Гц. Поскольку мембрана и корпус 1 преобразователя имеют разные электрические потенциалы, в результате появляется ток, обусловленный сопротивлением жидкости в полости 4. Наличие тока соответствует наличию жидкости. Информация от датчика 22 наличия жидкости позволяет автоматически начинать или прекращать работу распылителя.

Очевидно, что изобретение не ограничивается описанными примерами выполнения. Оно не ограничивается также и областью медицины. Распылитель по изобретению может равным образом использоваться для рассеивания ароматических веществ или духов и/или при употреблении косметических продуктов. Изобретение охватывает также области распределения рассеиванием тумана различных жидкостей локального использования (увлажнители или устройства для смазки) или устройства для выполнения операций с жидкостями в биотехнологии или с реагентами.

Перечень позиций, используемых на чертежах:

1. Корпус пьезоэлектрического преобразователя
- 1a. Зона концентрации напряжений
- 1b. Зона усиления деформации
2. Керамический пьезоэлектрический моноблок
3. Микроперфорированная мембрана
4. Полость, содержащая жидкость
5. Тыльная масса
6. Винт предварительного напряжения
7. Электрод
8. Соединительный элемент
9. Многослойный керамический пьезоэлемент
10. Раструб
11. Вывод заземления
12. Охватывающий монтажный блок преобразователя
13. Контейнер
14. Пробка
15. Коробка
16. Мундштук

17. Отверстия или клапаны
18. Провод
19. Электронный блок
20. Электрический соединитель
21. Коаксиальная трубка
22. Датчик наличия жидкости
23. Выходной провод датчика.

Формула изобретения

1. Ультразвуковой распылитель жидкости, содержащий жесткий корпус (1) пьезоэлектрического преобразователя, имеющий первый конец, образующий отверстие, и второй конец, причем внутреннее пространство корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя содержит полость для помещения подлежащей распылению жидкости, а корпус (1) имеет ось симметрии; микроперфорированную мембрану (3), прикрепленную к указанному первому концу и закрывающую указанное отверстие; пьезоэлемент (2, 9), выполненный и расположенный с обеспечением вибрации корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя, отличающийся тем, что пьезоэлемент (2, 9) расположен в области указанного второго конца с обеспечением вибрации корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя в направлении, параллельном его оси симметрии.
2. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что сечение корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя выполнено переменным по его длине.
3. Распылитель по п.2, отличающийся тем, что указанное сечение выполнено переменным дискретным образом.
4. Распылитель по п.3, отличающийся тем, что указанное сечение изменяется резко в одной точке.
5. Распылитель по п.4, отличающийся тем, что толщина стенок корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя в области второго конца больше, чем толщина стенок корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя в области его первого конца.
6. Распылитель по п.5, отличающийся тем, что корпус пьезоэлектрического преобразователя выполнен сплошным в области второго конца.
7. Распылитель по п.5, отличающийся тем, что корпус пьезоэлектрического преобразователя выполнен полым в области второго конца.
8. Распылитель по любому из пп.2-4, отличающийся тем, что внутренний диаметр корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя является постоянным.
9. Распылитель по любому из пп.2-4, отличающийся тем, что внутренний диаметр корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя является переменным.
10. Распылитель по п.9, отличающийся тем, что указанный внутренний диаметр в области первого конца больше внутреннего диаметра в области второго конца.
11. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что пьезоэлемент (2, 9) расположен примыкающим к наружной стороне второго конца.
12. Распылитель по п.11, отличающийся тем, что содержит тыльную массу (5), расположенную примыкающей к наружной стороне пьезоэлемента (2, 9).
13. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что наружный диаметр корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя является постоянным.
14. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что наружный диаметр корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя является переменным.
15. Распылитель по п.14, отличающийся тем, что наружный диаметр в области

второго конца больше наружного диаметра в области первого конца.

16. Распылитель по п.15, отличающийся тем, что наружная поверхность корпуса пьезоэлектрического преобразователя определена первым диаметром и вторым диаметром, причем зона перехода между двумя диаметрами образует резкий уступ.

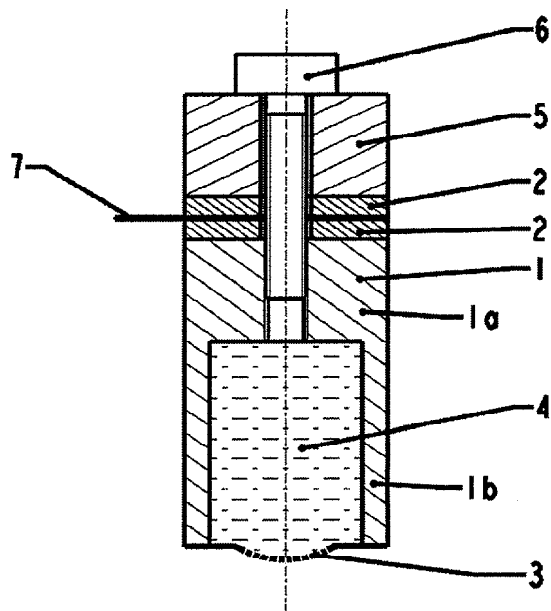
17. Распылитель по п.16, отличающийся тем, что пьезоэлемент (2) расположен в указанном уступе с опорой на часть корпуса (1) пьезоэлектрического преобразователя, которая содержит второй конец.

18. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что соотношение между длиной и диаметром указанной полости превышает 0,5.

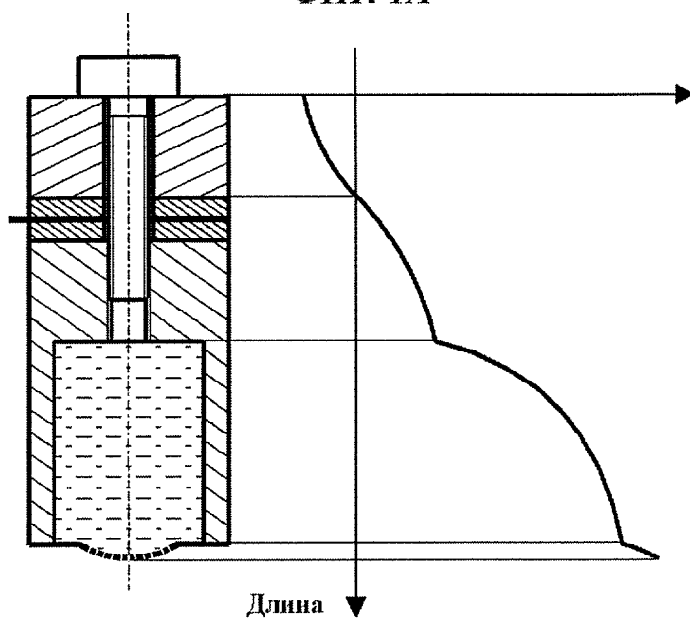
19. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что микроперфорированная мембрана (3) образует по меньшей мере частично выпуклость, обеспечивающую увеличение ее жесткости.

20. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что микроперфорированная мембрана (3) имеет толщину от 20 до 200 мкм и содержит отверстия диаметром от 1 до 100 мкм.

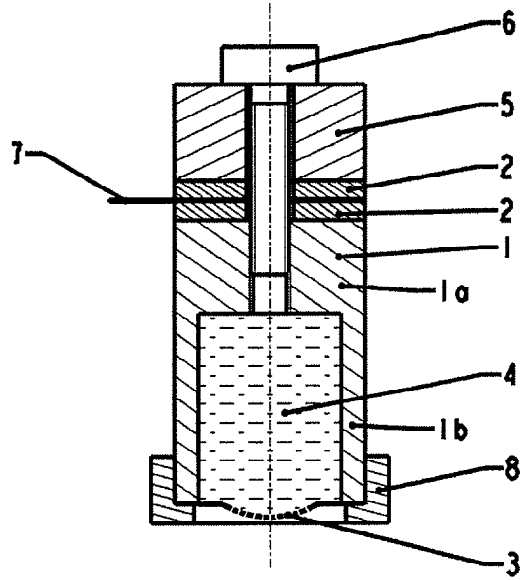
21. Распылитель по п.1, отличающийся тем, что пьезоэлемент представляет собой многослойный керамический элемент (9).



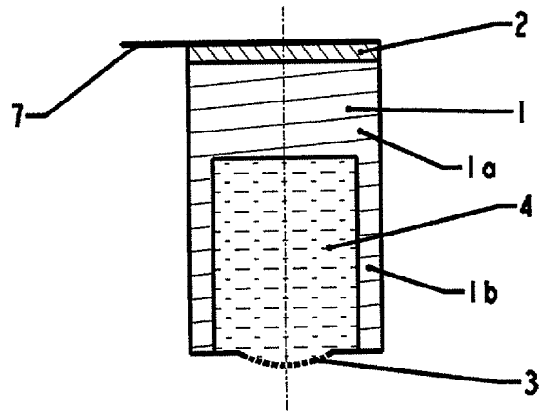
ФИГ. 1А



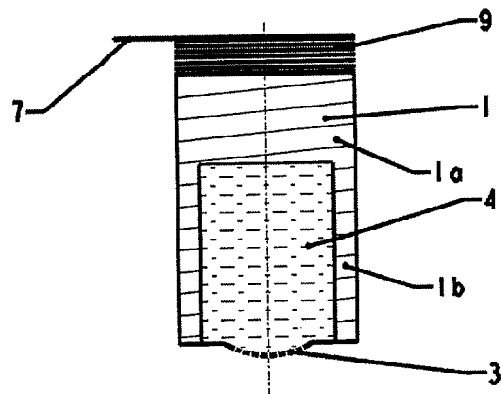
ФИГ. 1В



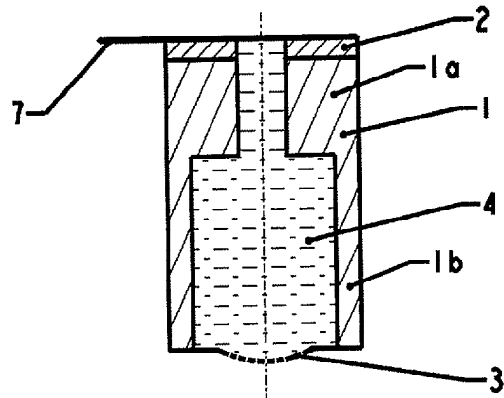
ФИГ. 2



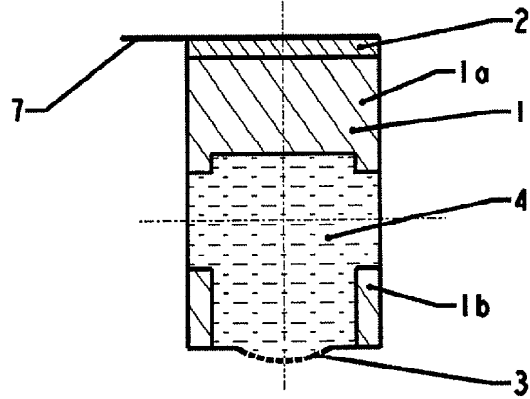
ФИГ. 3



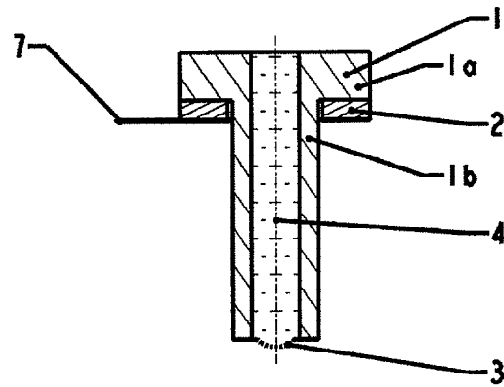
ФИГ. 4



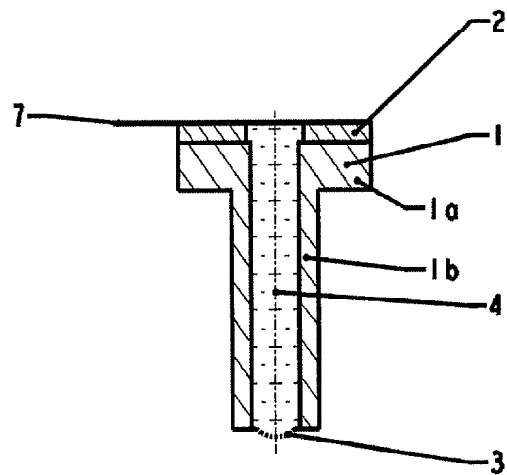
ФИГ. 5



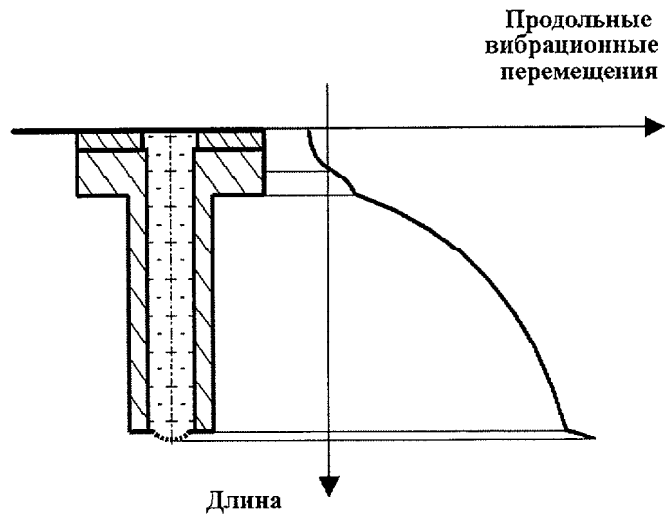
ФИГ. 6



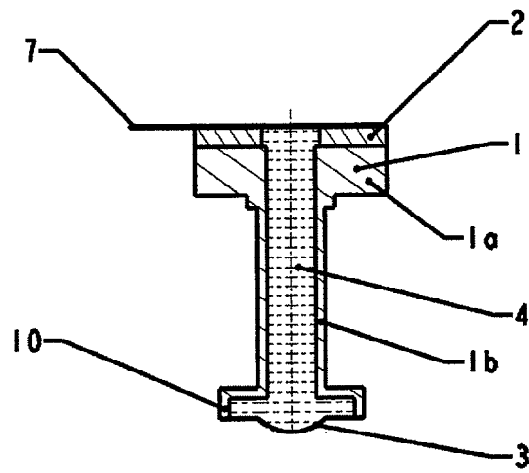
ФИГ. 7



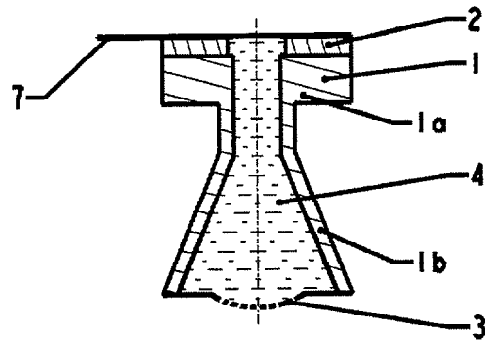
ФИГ. 8А



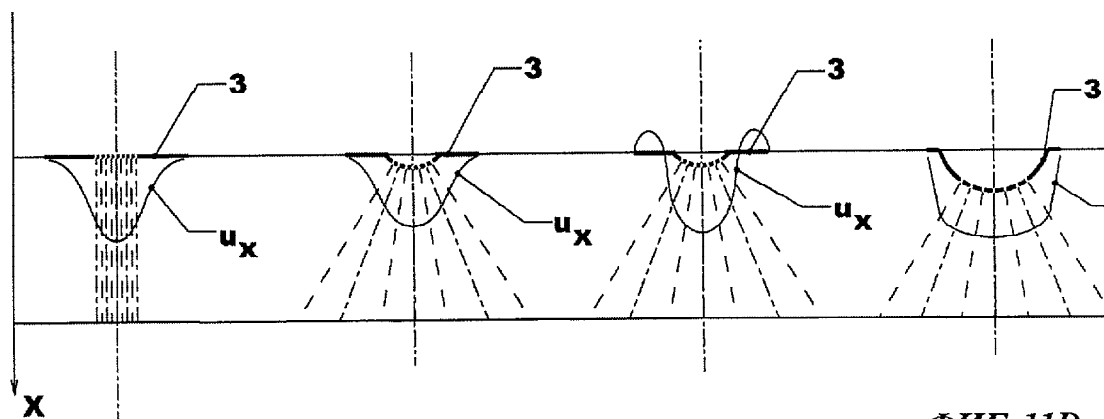
ФИГ. 8В



ФИГ. 9



ФИГ. 10



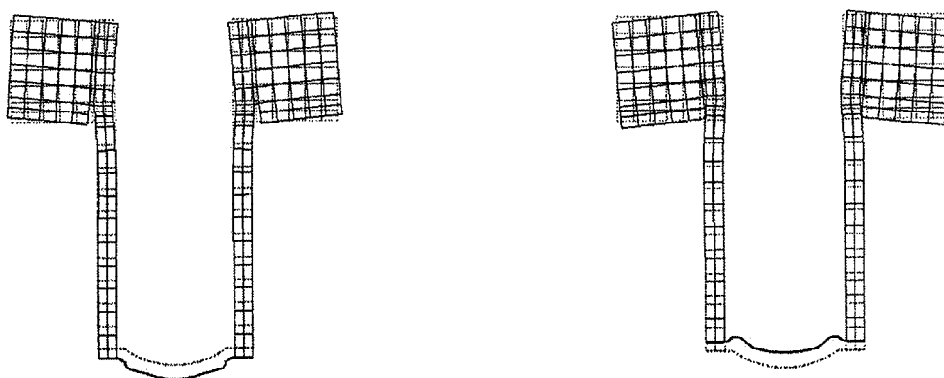
ФИГ. 1А
Вид 1 : Изгиб

ФИГ. 11В
Вид 1 : Изгиб

ФИГ. 11С
Вид 2 : Изгиб

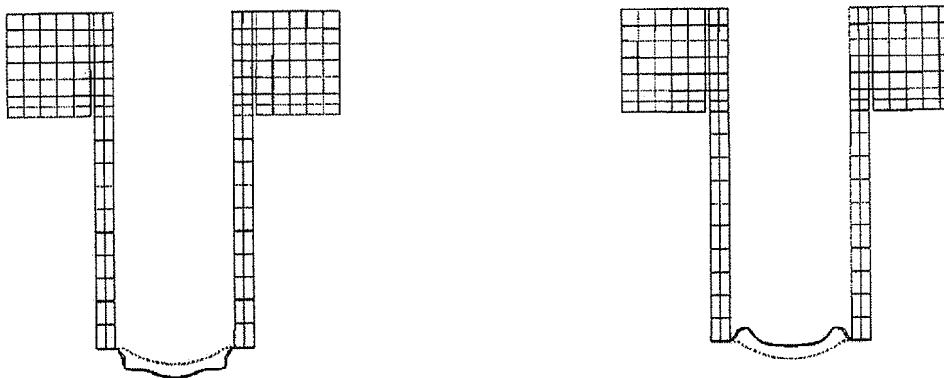
ФИГ. 11D
Поршневая
вибрация

ФИГ. 11



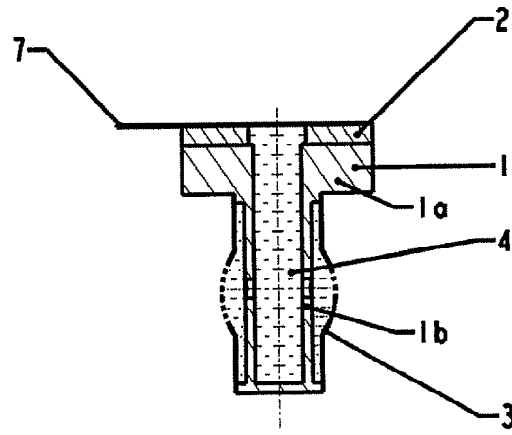
Вид деформаций на частоте 77 кГц

ФИГ. 12А

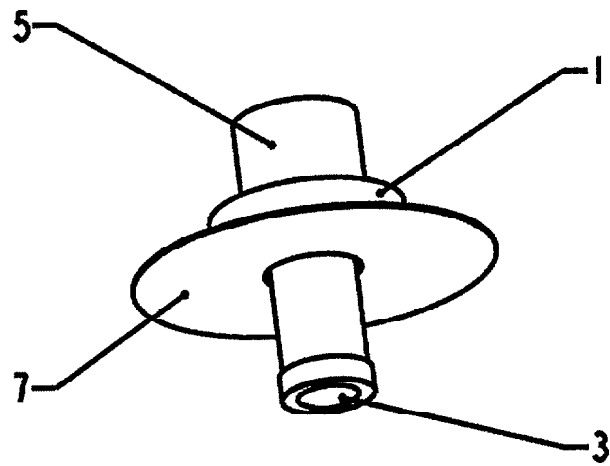


Вид деформаций на частоте 120 кГц

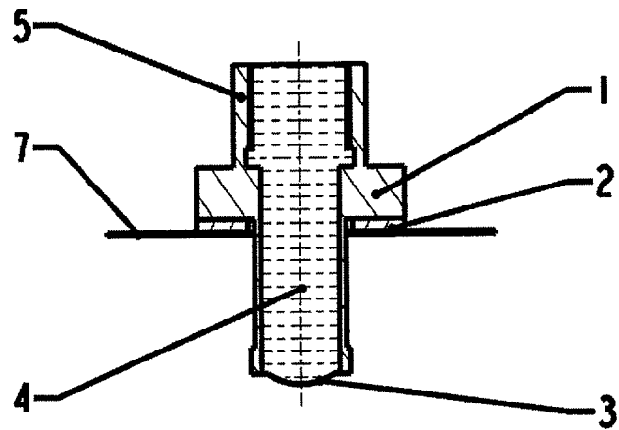
ФИГ. 12В



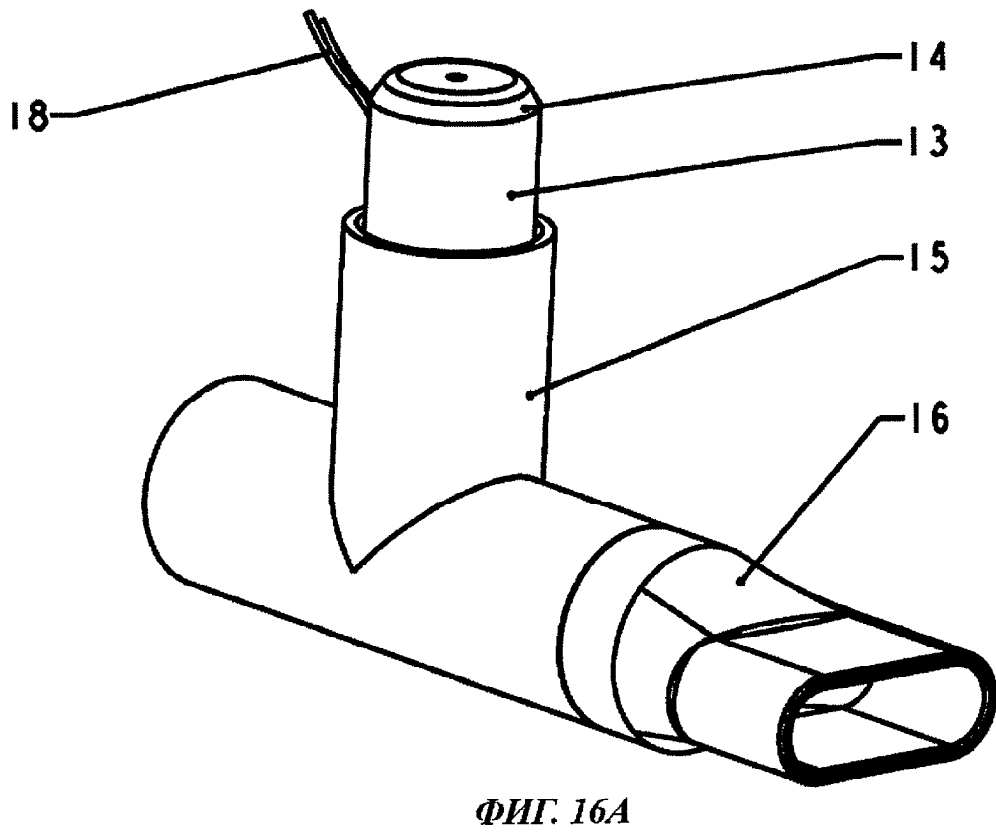
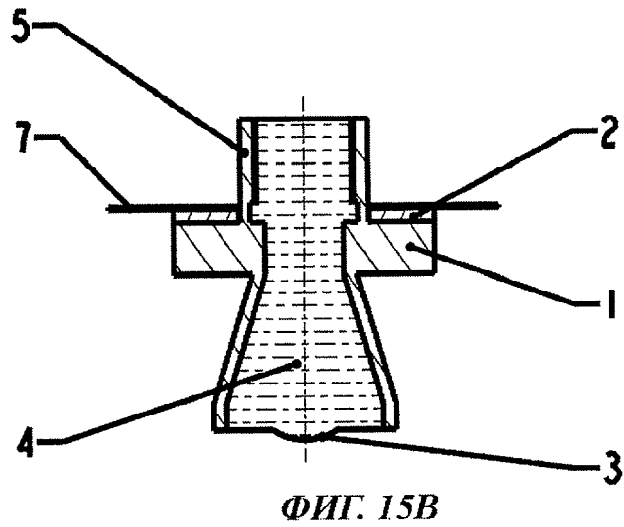
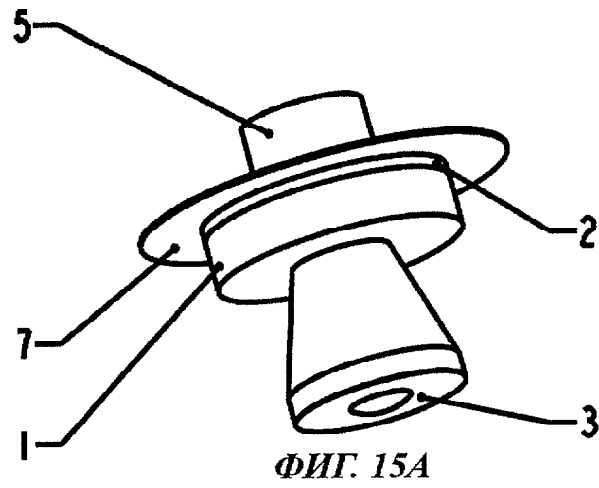
ФИГ. 13

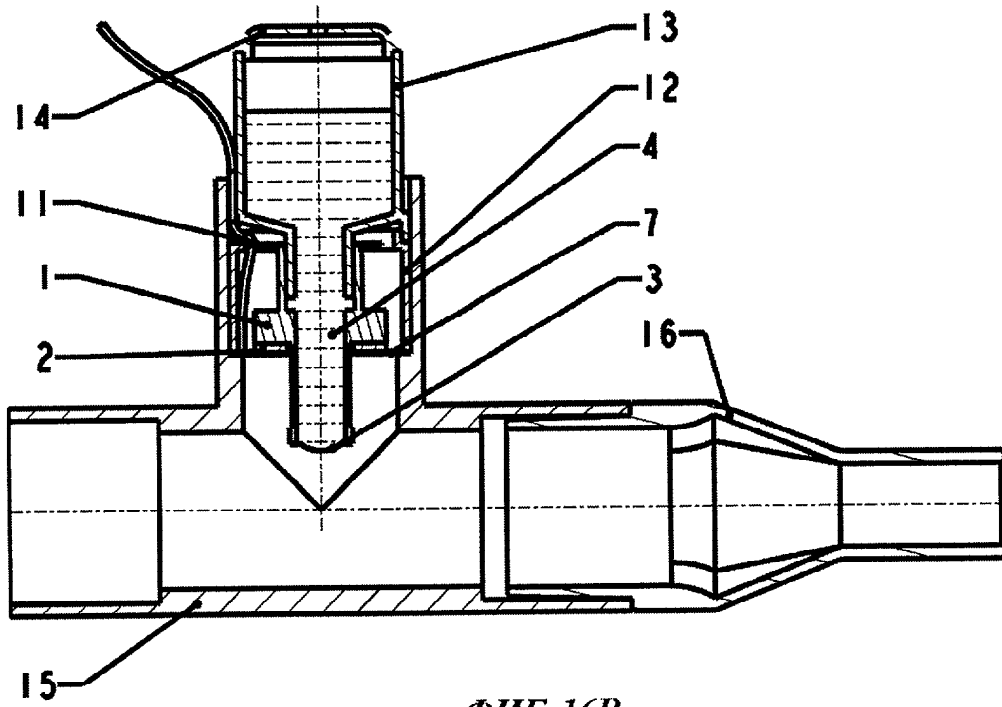


ФИГ. 14А

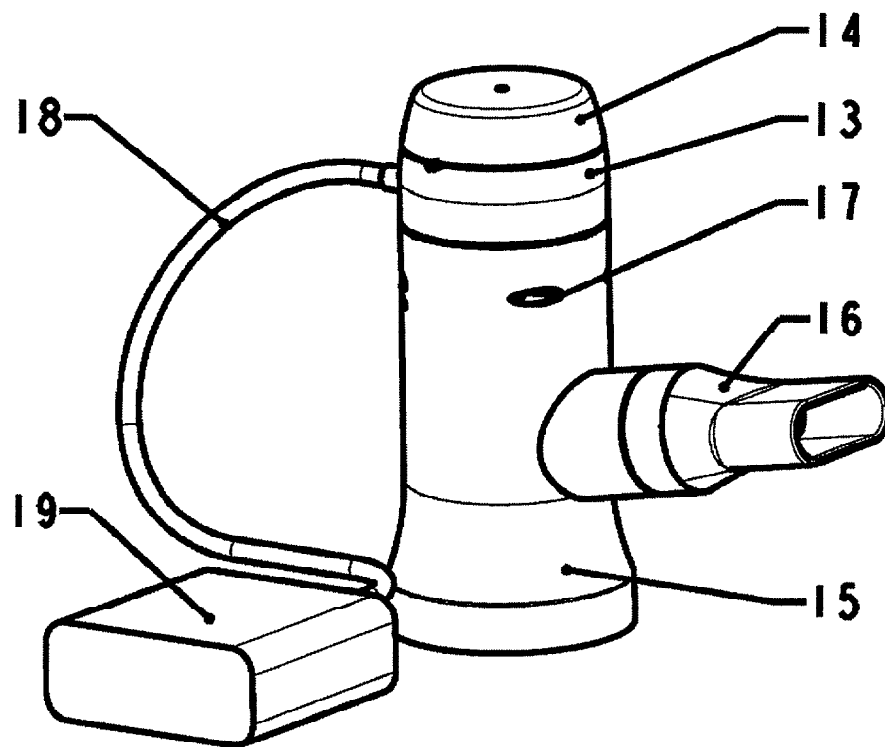


ФИГ. 14В

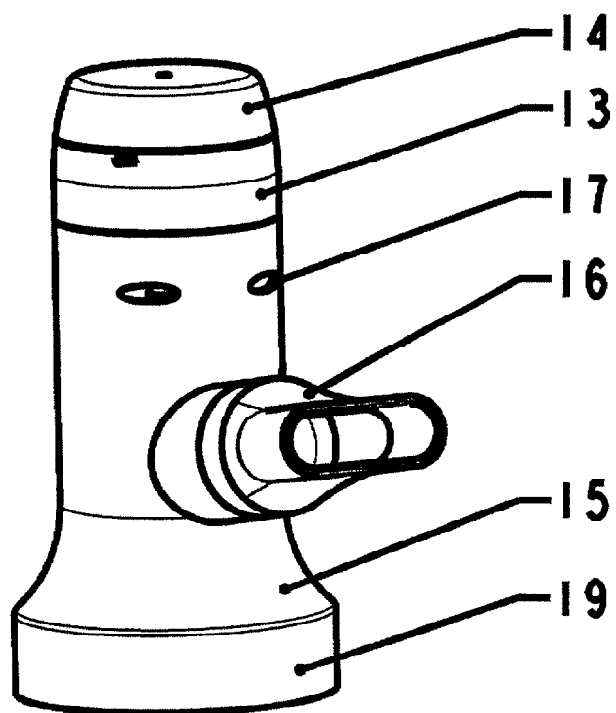




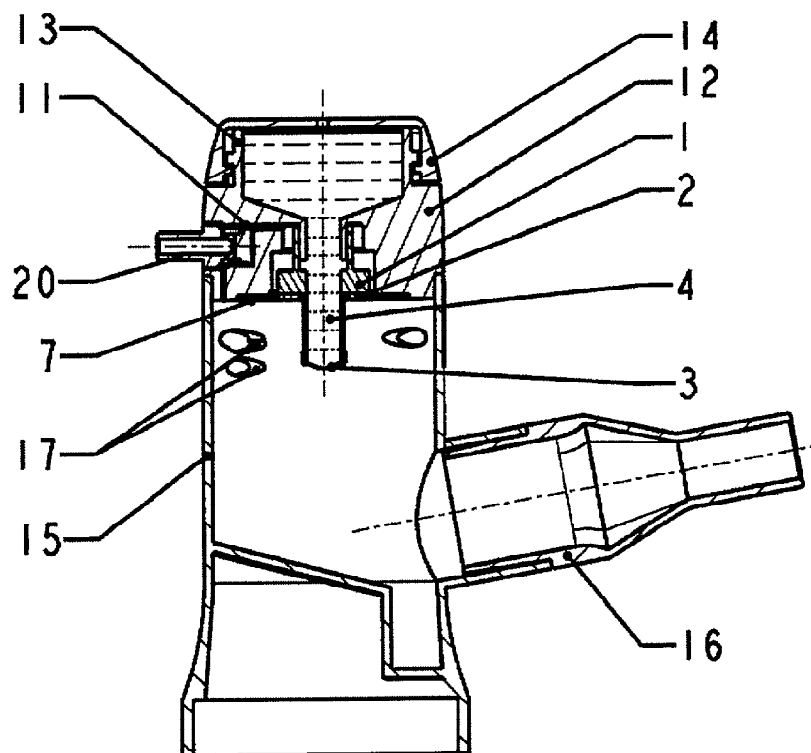
ФИГ. 16В



ФИГ. 17А



ФИГ. 17В



ФИГ. 17С

