

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 070**

51 Int. Cl.:

B05B 17/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07822511 .7**

96 Fecha de presentación: **12.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2091663**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.08.2009**

54 Título: **Atomizador de líquido por ultrasonidos**

30 Prioridad:

14.11.2006 FR 0609905

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

18.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

18.12.2012

73 Titular/es:

**TELEMAQ (100.0%)
ESPACE INCOM 250 ROUTE DE TIRAGON
06370 MOUANS-SARTOUX, FR**

72 Inventor/es:

SAUZADE, JEAN-DENIS

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 393 070 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Atomizador de líquido por ultrasonidos.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a los distribuidores de fluido, denominados comúnmente atomizadores, que permiten difundir de manera precisa, por medio de elementos piezoeléctricos, unos fluidos en forma de microgotas o de aerosoles.

10

Estado de la técnica

La distribución de fluidos o de líquidos, cualquiera que sea su naturaleza (aceitosa, acuosa o alcohólica), ya se trate de soluciones o de suspensiones (partículas en suspensión en un líquido), se efectúa en un gran número de aplicaciones por micronización, atomización, nebulización o generación de aerosoles. Las principales aplicaciones que utilizan estos dispositivos de distribución de fluido se refieren a la administración de medicamentos (farmacia), la difusión de productos cosméticos (en particular los perfumes), la desinfección, la generación de olor, la humidificación del aire o de soportes (papel, textiles ...) y la distribución de reactivos biológicos.

15

20

En lo que se refiere a las aplicaciones médicas, se emplean nebulizadores desde hace décadas para suministrar medicamentos por inhalación. Los dispositivos utilizados con este fin pueden comprender una bomba dosificadora mecánica, un nebulizador neumático o ultrasonoro. Hasta muy recientemente, estos dispositivos estaban destinados a suministrar unos medicamentos por las vías respiratorias, a un nivel relativamente superficial. Desde hace algunos años, la industria farmacéutica se interesa en la administración de medicamentos en forma de aerosoles en lo más profundo de los pulmones con el fin de alcanzar los bronquiolos. Actuando de esta manera, resultaría posible administrar por vía respiratoria unos medicamentos sistémicos o unos genes.

25

Para ello, es necesario desarrollar nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento, la precisión y la homogeneidad de los aerosoles destinados a depositarse en los bronquiolos. Los dispositivos tradicionales están, de manera general, limitados o bien por una velocidad demasiado grande de expulsión del aerosol, o bien por un consumo demasiado alto, o bien por una degradación de los productos medicamentosos, o bien por un tamaño demasiado grande de las gotas, o bien por el ruido.

30

Para satisfacer las nuevas condiciones exigidas para la administración de medicamentos por vía respiratoria, varios fabricantes de generadores de aerosoles han desarrollado unos dispositivos basados en unas rejillas o unas membranas microperforadas vibratorias. Entre estos fabricantes, se pueden citar Nektar (Aeroneb), Odem (TouchSpray), Pari (e-Flow), Pfeiffer (MicroHaler), Omrom (NE-UO22), Sheffield Pharmaceutical (Premaire), Alexza (Staccato).

35

Los primeros estudios relativos a unos atomizadores ultrasonoros que comprenden una membrana microperforada vibratoria han sido realizados por el laboratorio de investigación de Matsushita en los años 1980. El principio de la expulsión de líquido en finas gotas a través de una membrana vibratoria microperforada sometida a vibración se desarrolla particularmente en las publicaciones siguientes: Ueha S., *et al.* Mechanism of ultrasonic atomisation using a multi-pinhole plate. *Acoust.Soc. Jpn. (E)* 6,1:21 (1985). Maehara N., *et al.* Influence of the vibrating system of a multipinhole-plate ultrasonic nebulizer on its performance. *Review of scientific instruments*, 57 (11), Nov. 1986, pp. 2870-2876. Maehara N., *et al.* A pinhole-plate ultrasonic atomizer. *Ultrasonics* Nov. 1984.

40

45

El conjunto de estos estudios ha constituido el objeto de varias patentes, en particular US nº 4.533.082 (1985) y US nº 4.605.167 (1986) que describen un atomizador que utiliza una membrana vibratoria perforada por micro-orificios. La membrana comprende una parte curva (protuberancia o domo) en su centro que permite hacer divergir las gotitas generadas. La membrana presenta unas microperforaciones de 30 a 100 µm de diámetro. El elemento vibratorio es una cerámica piezoeléctrica anular de diámetro exterior de 5 a 15 mm, de diámetro interior de 2 a 8 mm. La membrana vibratoria de un espesor de 30 a 120 µm está pegada sobre la cerámica anular. Esta cerámica piezoeléctrica es excitada a unas frecuencias comprendidas entre 30 y 200 kHz sobre su modo de deformación radial. La patente Bepack US nº 5.152.456 (1992), véase también la solicitud europea correspondiente EP 0 432 991 A1, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, recoge también el principio propuesto por Matsushita. Sin embargo, el elemento vibratorio (o vibrador) está constituido por un disco anular de aluminio de 22 mm de diámetro. La cerámica piezoeléctrica está fijada sobre este disco de aluminio. El modo de funcionamiento de la cerámica piezoeléctrica corresponde a una deformación radial. La abertura central del disco de aluminio es de 4 mm. La membrana de níquel presenta 1500 perforaciones (u orificios) de 3 µm de diámetro.

50

55

60

La patente Toda US nº 5.297.734 (1994) hace referencia a un atomizador de tipo lámina vibratoria de geometría cuadrada que permite unos caudales de hasta 1 l/hora. El atomizador está constituido por una membrana de níquel de 50 µm de espesor pegada sobre un disco de cerámica piezoeléctrica de diámetro exterior de 24 mm, de diámetro interior de 12 mm y de espesor 6 mm. La membrana dispone de orificios cónicos de diámetro interior 1 mm y de diámetro exterior de 20 µm.

65

La patente de Technology Transfer Partnership (TTP) US nº 5.261.601 (1993) describe un atomizador basado en la patente Bepack citada. La patente TTP US nº 5.518.179 (1996) hace referencia por su parte a un atomizador de disco en el que la membrana perforada es de níquel electroformada. El atomizador TTP no requiere ninguna cámara de líquido detrás de la membrana y la alimentación de líquido se efectúa por capilaridad (utilización de mecha o de material poroso). El atomizador TTP antepone su estructura bifurcada que precisa el modo de flexión del conjunto compuesto por la cerámica piezoeléctrica y por la membrana microperforada. La membrana es de rigidez comparable a la de la cerámica piezoeléctrica anular. El atomizador de referencia está constituido por un aro de latón de diámetro exterior de 20 mm y de espesor 200 µm. El aro de cerámica piezoeléctrica tiene un diámetro exterior de 20 mm, un diámetro interior de 6 mm y un espesor de 200 µm. La patente US nº 6.085.740 (2000) de Aerogen menciona un medio para atomizar un líquido en finas gotas utilizando una microrejilla. La membrana, provista de micro-orificios de 1 a 6 µm de diámetro, es puesta en vibración por una bilamina piezoeléctrica que funciona a 45 kHz. El líquido es alimentado por capilaridad y la membrana es disociable del vibrador.

La patente US nº 6.427.682 (2002) de Aerogen describe la realización de un aparato de difusión de medicamentos que utiliza una membrana vibratoria. Su principio es muy parecido al de Matsushita. Está constituido por una pieza de aluminio puesta en vibración por flexión con la ayuda de una cerámica piezoeléctrica. La membrana vibratoria provista de micro-orificios está realizada por electroconformación. Una cámara que contiene el líquido está en contacto con la membrana.

Por otra parte, Omron ha desarrollado una tecnología de bomba ultrasonora que permite atomizar un líquido a través de una membrana microperforada. Esta tecnología se describe en la patente US nº 6.901.926 (2005). En la tecnología Omron, la membrana microperforada no es puesta directamente en vibración por el elemento vibratorio. Las gotitas se forman por expulsión del líquido a través de los orificios durante la variación de presión dinámica debida a la bomba ultrasonora.

Los atomizadores piezoeléctricos o ultrasonoros del estado de la técnica (frecuencia superior a 20 kHz) que comprenden una membrana microperforada sometida a vibración funcionan todos por flexión de la membrana y de la cerámica piezoeléctrica que le está asociada. Se trata de hecho de combinar de diferentes maneras una cerámica piezoeléctrica anular y una membrana metálica de pequeño espesor que presenta un gran número de microperforaciones. Este tipo de estructura se beneficia de un pequeño espesor.

Los dispositivos del estado de la técnica adolecen sin embargo de varios inconvenientes.

Un primer inconveniente reside en el hecho de que la membrana microperforada participa en gran medida en el modo de resonancia del atomizador. Este fenómeno tiene por efecto que el atomizador está a su vez muy amortiguado en su resonancia por el líquido que está en contacto con la membrana. El funcionamiento del atomizador depende en gran medida de la cantidad de líquido o de la presión ejercida por el líquido detrás de la membrana. Esto se traduce por una complicación en el mando de la frecuencia de excitación del atomizador. Además, esta amortiguación conduce a un calentamiento del elemento vibratorio y de la membrana. Este calentamiento tiene por consecuencia limitar el tiempo de funcionamiento del atomizador, aumentar el consumo eléctrico necesario para el funcionamiento de éste y puede conducir a una degradación de las propiedades del líquido a atomizar. Por otra parte, en este tipo de estructura, la deformación de la membrana en flexión no permite obtener un desplazamiento homogéneo sobre el conjunto de la superficie de la membrana. Según el emplazamiento de los micro-orificios sobre la membrana, éstos no tienen el mismo caudal y la generación de aerosol puede resultar inestable (efecto de umbral). Por otra parte, la sensibilidad de la estructura vibratoria a las fijaciones mecánicas y a las estanqueidades al líquido (amortiguaciones parásitas) complica y encarece las soluciones tecnológicas para realizar industrialmente dichas estructuras en gran cantidad y a bajo coste.

Existe por tanto la necesidad de evitar estos diferentes inconvenientes y de proponer unos dispositivos más robustos, más fáciles de mandar electrónicamente, más económicos en energía, más fáciles de industrializar en gran cantidad y a bajo coste.

Descripción general de la invención

La presente invención se propone evitar en particular los problemas expuestos en el capítulo anterior.

Con este fin, tiene por objeto un atomizador tal como el definido en la reivindicación principal.

Unos modos de realización preferidos constituyen el objeto de las reivindicaciones subordinadas.

En la presente memoria, por "transductor", se entiende un elemento constituido por un cuerpo de transductor piezoeléctrico, por lo menos por un elemento piezoeléctrico y opcionalmente por una masa posterior.

Por "sección", se entiende una figura geométrica constituida por la intersección de un plano y de un volumen. Así, considerando por ejemplo un objeto cilíndrico cuyo interior tiene un diámetro variable, se dirá que posee una sección

variable en su longitud.

El cuerpo de transductor presenta un eje de simetría.

5 Varias ventajas ofrecidas por el atomizador según la presente invención resultan del hecho de que el cuerpo de transductor piezoeléctrico sobre el cual está fijada la membrana vibra según un modo longitudinal, es decir, según una dirección paralela al eje de simetría del cuerpo del transductor piezoeléctrico.

Se pueden prever uno o varios elementos piezoeléctricos.

10

Preferentemente, la sección del cuerpo del transductor piezoeléctrico varía en su longitud.

Según un modo de realización, la sección varía de forma discontinua.

15

Ventajosamente, la sección varía bruscamente en un solo punto.

Dicha variación de sección está ilustrada en el modo de realización según el cual el cuerpo del transductor piezoeléctrico presenta dos partes cuyo diámetro externo difiere. La zona de amplificación de deformaciones cuyo extremo comprende la membrana, posee el diámetro más pequeño. En esta configuración, denominada "trompa" en la presente memoria, las ondas ultrasonoras longitudinales se amplifican en desplazamiento durante el cambio de sección del transductor. El elemento tubular desempeña la función de amplificador de desplazamientos longitudinales micrónicos.

20

Según otro modo de realización de la invención, la membrana forma por lo menos parcialmente un domo que realiza varias funciones. De manera común al estado de la técnica anterior, la membrana microperforada está concebida para retener el líquido en la cámara de atomización de la parte posterior de la membrana y contener la presión estática de éste. El equilibrio de las presiones, la forma de los orificios y la naturaleza del material utilizado para la membrana hacen así que el líquido no rezume por el exterior de la membrana y que no aparezca ningún fenómeno de "goteo" o de pérdida de líquido. Por otra parte, la forma de domo permite repartir mejor la niebla de microgotitas o de aerosol haciendo divergir el chorro por simple efecto geométrico. Por otra parte, la velocidad vibratoria asociada al desplazamiento de la membrana, permite expulsar las microgotitas a través de los orificios. En el caso de la presente invención, las dimensiones del domo y de la membrana microperforada son tales que el domo desempeña un efecto de amplificación de movimiento vibratorio conservando al mismo tiempo una repartición de velocidad vibratoria homogénea sobre la superficie de la membrana. Contrariamente al estado de la técnica anterior, la membrana no influye sobre el comportamiento vibratorio del transductor. Cualquiera que sea el espesor de la membrana (por ejemplo de 20 a 200 μm), el elemento piezoeléctrico conserva sus características dinámicas y sus prestaciones vibratorias. Más específicamente, la frecuencia de resonancia y los desplazamientos vibratorios del transductor no se modifican por el acoplamiento mecánico de la membrana. Esto proporciona unas ventajas al atomizador en la medida en que la concepción del transductor (frecuencias, desplazamientos vibratorios, modos de deformación, coeficiente de acoplamiento y factor de calidad mecánica) puede ser efectuada sin tener en cuenta la membrana (geometría y materia)l.

25

30

35

40

Esta propiedad de la presente invención permite ventajosamente utilizar la estructura del transductor (o convertidor) con el fin de favorecer o bien la velocidad de salida del aerosol, o bien el caudal, o bien la frecuencia de resonancia, o bien el consumo o el rendimiento del transductor. De esta manera, es posible realizar unos atomizadores con membrana vibratoria que permiten la producción de aerosoles a velocidad casi nula (aplicación médica) hasta unas velocidades de expulsión por ejemplo del orden de 30 m/s (aplicación cosmética). Asimismo, el caudal de atomización ya no está relacionado directamente con la superficie de la cerámica piezoeléctrica, sino a la longitud del transductor piezoeléctrico que permite adaptar unos caudales de 1 $\mu\text{l/s}$ a 300 $\mu\text{l/s}$. Es esta misma longitud la que gobierna directamente la frecuencia de resonancia del atomizador. El modo de funcionamiento del atomizador no es un modo de flexión sino un modo de elongación longitudinal. Esto permite trabajar a altas frecuencias (50 a 200 kHz) con unas cerámicas piezoeléctricas de pequeño diámetro sin penalizar el caudal de líquido y sobre todo con unas pérdidas muy pequeñas. Estas pérdidas mecánicas que corresponden a una energía disipada en forma de calor en el transductor se elevan en gran medida en función de la frecuencia de funcionamiento del transductor. En la presente invención éstas se reducen puesto que los rendimientos de las estructuras de tipo transductor longitudinal son mucho mejores que las estructuras de tipo "bilamina" que funcionan a flexión.

45

50

55

Las pequeñas pérdidas en el transductor conducen a la concepción de atomizadores cuyo consumo eléctrico es bajo. Esta ventaja es considerable en la medida en que los atomizadores del estado de la técnica anterior están limitados en su aplicación por la duración de atomización y la duración de vida de las pilas o de las baterías de alimentación. En efecto, las aplicaciones ventajosas de los atomizadores con membrana microperforada vibratoria se refieren esencialmente a unos dispositivos "de mano" que funcionan con pilas o baterías. La estructura, objeto de la presente invención, está menos amortiguada por el líquido en la parte posterior de la membrana. Esta propiedad permite un calentamiento menor del líquido a atomizar. En las aplicaciones en las que los atomizadores suministran unas formulaciones medicamentosas, un calentamiento de líquido puede ser prohibitivo y limitar en gran medida el interés de dichos atomizadores.

60

65

Por otra parte, según un modo de realización preferido, la presente invención se caracteriza porque los nodos de vibración son accesibles para permitir fácilmente la fijación mecánica del atomizador. Los atomizadores del estado de la técnica que funcionan por flexión de la cerámica anular son difíciles de fijar mecánicamente sin perturbar y amortiguar en gran medida el modo de vibración. En el caso de la presente invención, el atomizador está preferentemente fijado mecánicamente o sobremoldeado en la zona del nodo de vibración (este nodo es único) y permite unas soluciones de montaje mecánico y de estanqueidad muy simples y muy económicas.

Otra característica de la invención es que el líquido puede ser directamente puesto en contacto con la cara posterior de la membrana. En efecto, el modo de vibración del atomizador según un modo longitudinal es poco sensible a la presencia de un líquido y al peso de la columna de este líquido.

Esta propiedad permite que el atomizador funcione indiferentemente según un ángulo que puede variar de la vertical a la horizontal.

El líquido también puede ser guiado hasta la membrana por capilaridad utilizando unos canales, unas mechas o unos materiales porosos adecuados. De esta manera, el depósito de líquido se puede situar por encima, alrededor o por debajo del atomizador.

Según una variante de la invención, la estructura del atomizador comprende una masa posterior, denominada asimismo masa dinámica, cuya función es impedir que el transductor vibre en la parte posterior, dos cerámicas piezoeléctricas unidas por una conexión común, un amplificador de movimiento vibratorio que presenta una cavidad y una membrana microperforada de forma variada pero preferentemente abombada que forma una protuberancia o domo.

Según otra variante de la invención, un mecanismo de pretensado, tal como un tornillo, permite unir mecánicamente la masa posterior, las cerámicas y el amplificador. El amplificador es metálico y preferentemente de acero inoxidable, de titanio o de aluminio. La membrana microperforada está pegada sobre el amplificador vibratorio. La membrana, que influye poco sobre el comportamiento vibratorio del atomizador, puede estar realizada en materiales variados tales como plástico, silicio, cerámica pero está realizada preferentemente en metal. Las microperforaciones pueden estar realizadas por diferentes medios pero preferentemente por electroconformación o por láser. La cantidad de microperforaciones puede ir de un orificio para la distribución de líquido bajo demanda, a varios miles de orificios. El tamaño de los micro-orificios o la malla de las rejillas pueden estar comprendidos entre 1 μm y 100 μm en diámetro equivalente según las aplicaciones del atomizador. Se ha demostrado que las prestaciones de caudal y homogeneidad del chorro de gotitas de atomizador dependían mucho del modo de desplazamiento de la membrana. Estas prestaciones mejoran si la membrana se desplaza en modo "pistón" sin deformación en flexión. En el estado de la técnica, los atomizadores funcionan a flexión y conducen por tanto a uno o varios nodos de vibración en el interior de la membrana. En la presente invención, la membrana no participa en el modo de vibración del transductor y es posible dimensionar y optimizar la geometría de la membrana con el fin de que ésta se deforme en modo "pistón". Para ello, las modelizaciones y los resultados de ensayos muestran que el diámetro de la protuberancia (o domo) debe ser próximo al diámetro de la cavidad que contiene el líquido (o cámara). Esto implica que la altura máxima del domo debe ser próxima a la mitad del diámetro interior de la cavidad.

El desplazamiento de la membrana en modo "pistón" permite homogeneizar la velocidad vibratoria sobre la superficie de la membrana. Resulta de ello que las microperforaciones (u orificios) expulsan unas microgotitas de tamaños mejor calibrados y con un caudal idéntico cuando se las compara entre ellas.

Otros modos de realización de la invención se exponen brevemente a continuación:

- El o los elementos piezoeléctricos están representados por una sola cerámica fijada con una cola de rigidez suficiente sobre el transductor sometido a movimiento vibratorio.
- La cerámica piezoeléctrica es una multicapa que permite una alimentación eléctrica de baja tensión (1 a 15 V_{DC}) como pueden proporcionar, por ejemplo las compañías Epcos, Fuji, Noliac, Morgan Matroc o Physic Instrumens.
- La cerámica piezoeléctrica está fijada sobre el cuerpo del transductor de tal manera que no haya ningún contacto entre ésta y el líquido a atomizar. Esta configuración permite aislar eléctricamente la cerámica piezoeléctrica y elimina cualquier problema de estanqueidad y de compatibilidad (aplicación médica) con el líquido.
- El amplificador de desplazamiento vibratorio (o "trompa") del atomizador presenta unos pasos, ranuras u orificios de tal manera que la cámara o el depósito de líquidos esté situado alrededor de la trompa.
- El transductor piezoeléctrico del atomizador comprende un "pabellón" en el extremo de la "trompa" que vibra

preferentemente según un modo "pistón" sin ninguna flexión. Este "pabellón" tiene la ventaja de amplificar el desplazamiento vibratorio del transductor pero también la de poder fijar una membrana microperforada de mayor diámetro. Esta configuración está destinada a aumentar el caudal del atomizador a pesar de su pequeña dimensión.

- 5
 - 10
 - 15
 - 20
 - 25
 - 30
 - 35
 - 40
 - 45
 - 50
 - 55
 - 60
 - 65
- El transductor piezoeléctrico, que funciona en modo longitudinal, hace que una membrana microperforada o una rejilla de forma cilíndrica vibren y se deformen. Para optimizar el desplazamiento de la membrana cilíndrica que está dispuesta entre el transductor y el pabellón, se puede añadir una protuberancia con el fin de rigidizar la membrana de forma adecuada.
 - El atomizador comprende una "trompa" de forma particular como, por ejemplo, un tronco de cono que permita una amplificación de movimiento vibratorio por cambio brutal de sección. En esta configuración particular, la relación entre la distancia membrana - elemento piezoeléctrico y el diámetro del elemento piezoeléctrico es preferentemente superior a 0,5.
 - La membrana microperforada o rejilla no está pegada sino acoplada acústicamente al transductor mediante unos medios mecánicos de presión.
 - La fijación del atomizador sobre un soporte exterior está realizada mediante un papel metalizado o un circuito flexible fijado por unos medios mecánicos o por pegado sobre el electrodo de la cerámica que no está asociada al transductor. Este modo de fijación particular es interesante por su simplicidad de realización y su bajo coste. Esta configuración tiene la ventaja de desacoplar el transductor del soporte exterior (comportamiento estático) y de no perturbar su funcionamiento dinámico. Por otra parte, el papel metalizado (o el circuito flexible) permite alimentar eléctricamente la cerámica piezoeléctrica.
 - El atomizador está constituido por un cuerpo de transductor que comprende un medio de fijación de un depósito sin perturbar su funcionamiento dinámico y sin alterar sus prestaciones.
 - El atomizador comprende un depósito que está fijado mecánicamente sobre el cuerpo del transductor sin perturbar el funcionamiento de éste.
 - El atomizador comprende un órgano metálico macizo o hueco realizado en diferentes materiales pero preferentemente plástico, dispuesto coaxialmente en el interior de la cavidad que contiene el líquido, de forma variada pero preferentemente cilíndrico cuya función es guiar las burbujas de aire que pudieran formarse a nivel de la membrana vibratoria y que bloquearían el proceso de atomización.
 - El atomizador comprende un sensor de presencia de líquido constituido por un electrodo dispuesto en el interior de la "trompa" y cerca de la membrana vibratoria. Se inyecta sobre este electrodo una corriente eléctrica alterna de baja frecuencia cuya señal se recupera en la masa eléctrica del transductor por tratamiento. La corriente alterna se propaga del electrodo a la membrana vibratoria a través de la conductividad del líquido. La presencia o la ausencia de esta señal indica la presencia o la ausencia de líquido.
 - El atomizador está dispuesto en una caja de forma variada que puede mantenerse en la mano o aplicarse sobre una parte del cuerpo (humano o animal) como una máscara y realizada en diferentes materiales pero preferentemente de plástico. Esta caja puede constituir un difusor de perfume, de humedad, de desinfectante o de medicamento. Muy particularmente, el atomizador asociado a la caja puede ser utilizado como un dispositivo de administración de medicamento por vía pulmonar, nasal u ocular.
 - El atomizador podrá estar asociado a una caja dedicada específicamente a la administración de medicamento por vía pulmonar. Esta caja podrá comprender el conjunto de las funciones que permiten controlar la inhalación o la difusión de este medicamento. En particular, comprenderá un terminal o un adaptador anatómico que puede ser desechable, un conjunto de válvulas o de deflectores que permiten controlar mejor el flujo de aire (aspirado o expulsado), un dispositivo de disparo de la atomización para la inhalación que puede estar realizado mecánicamente o bien electrónicamente, un depósito a la presión ambiente o bien de atmósfera controlada (estéril) en depresión, un sensor de nivel de líquido y un mecanismo que evita la formación de burbujas de aire tal como se describe en esta patente. En la presente memoria este conjunto está designado como "inhalador".
 - El atomizador, integrado en una caja mecánica puede ser mandado electrónicamente por una caja electrónica exterior que permite alimentarlo mediante pila, baterías o la red. Esta misma caja electrónica puede estar integrada en la caja mecánica con el fin de asegurar una autonomía completa del dispositivo. Esta caja electrónica integrada podrá ser alimentada por una batería, una pila o un super-condensador recargable o bien por la red o bien por efecto inductivo.

- 5 El atomizador comprende una función electrónica de desincrustado o más generalmente de destaponado realizado por un modo de alimentación eléctrica particular aplicando unos ciclos de tensiones eléctricas sobre el elemento piezoeléctrico de duración, de amplitud o de frecuencia diferentes de la alimentación electrónica nominal. Este modo de destaponado podrá ser realizado entonces mientras el atomizador está sumergido en un baño de producto desincrustante, limpiador o esterilizante.
- 10 El atomizador comprende una membrana que presenta unos orificios de tamaño micrónico cuyo diámetro ha sido reducido por medio de un tratamiento de superficie (polímero o metálico) muy particularmente por depósito de oro electrolítico. Por otra parte, estos diferentes tratamientos de superficies desempeñan una función para reducir los fenómenos de goteo o de taponado y aseguran, en ciertos casos, unas funciones bactericidas, virucidas o de biocompatibilidad.
- 15 El atomizador está constituido por materiales o que comprende un tratamiento de superficie que permite asegurar su esterilización en frío o en caliente (estufado). En particular, el atomizador comprenderá unas cerámicas piezoeléctricas de alta temperatura (>150°C), un transductor de acero inoxidable o de titanio, una membrana recubierta con un flash de oro electrolítico.
- 20 El atomizador está conectado eléctricamente de tal manera que el potencial eléctrico de la membrana sea diferente de la masa eléctrica de la caja electrónica. Esta configuración eléctrica permite cargar eléctricamente las microgotitas con el fin de facilitar el guiado del aerosol a través del circuito aerúlico del dispositivo y de las vía respiratorias.
- 25 El atomizador comprende un mecanismo de perforación realizado por una cánula o aguja hueca realizada, por ejemplo, en plástico o en metal dispuesta en el centro del atomizador. Este mecanismo puede comprender las funciones de evitar las burbujas de aire y medir de nivel de líquido. Este dispositivo de perforación permite recibir un depósito o un frasco estéril y estanco que posee un opérculo de material elastómero capaz de ser perforado.
- 30 El atomizador está provisto de un papel metalizado (o circuito flexible) que sirve de electrodo y que permite la alimentación de la cerámica que puede ser utilizado para realizar un sensor de depresión asociado con la cerámica piezoeléctrica. La tensión generada sobre la cerámica durante la inspiración puede ser explotada para realizar un dispositivo de disparo de la atomización para la inhalación.

35 Resulta evidente que la invención no está limitada a los modos de realización expuestos anteriormente. Estos sólo constituyen unos ejemplos entre otros.

Se observará asimismo que además de la instauración de un modo de vibración longitudinal, es posible prever un modo de vibración radial.

40 **Descripción detallada de la invención**

La invención se comprenderá mejor en el presente capítulo por medio de una descripción detallada y de ejemplos no imitativos ilustrados por unas figuras.

45 **Breve descripción de las figuras:**

La figura 1 representa en sección un ejemplo de atomizador según la invención.

50 Las figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 13 representan en sección, unas variantes de este atomizador.

Las figuras 11 representan las deformadas de las membranas según la estructura de los atomizadores.

55 Las figuras 12 representan unas modelizaciones del comportamiento vibratorio del atomizador según la presente invención.

La figura 13 representa una sección de un atomizador que comprende una membrana vibratoria tubular dispuesta alrededor de la "trompa", vibrando a su vez según un modo longitudinal.

60 Las figuras 14 y 15 muestran respectivamente las vistas en perspectiva y las secciones de los atomizadores tubulares cilíndricos o en tronco de cono.

La figura 16 representa la vista en perspectiva y la sección de un inhalador médico simple en forma de T que integra un atomizador tal como el descrito por la presente invención.

65 Las figuras 17A y 17B ilustran dos configuraciones de un inhalador en formato "de bolsillo" que integra un

atomizador tal como el descrito por la presente invención. La figura 17A representa un inhalador mandado por una caja electrónica exterior. La figura 17B representa un inhalador cuya electrónica esta integrada en la caja. La figura 17C muestra una sección de este mismo inhalador y permite visualizar la posición del atomizador en su caja.

- 5 La figura 18 representa la sección de un atomizador que comprende las diferentes funciones de evacuación de burbujas de aire y de sensor de presencia de líquido.

Lista de las referencias numéricas utilizadas en las figuras:

- 10 1. Cuerpo de transductor piezoeléctrico
 1a. Zona de concentración de tensiones
 1b. Zona de amplificación de deformaciones
 2. Cerámica piezoeléctrica monobloque.
 3. Membrana microperforada
 15 4. Cavidad que contiene el líquido
 5. Masa posterior
 6. Tornillo de pretensado
 7. Electrodo
 8. Elemento de unión
 20 9. Cerámica piezoeléctrica multicapa
 10. Pabellón
 11. Retorno de masa eléctrica
 12. Protector de transductor
 13. Depósito
 25 14. Tapón
 15. Caja
 16. Terminal
 17. Aberturas o válvulas
 18. Cables de alimentación
 30 19. Caja electrónica
 20. Conector eléctrico
 21. Tubo coaxial
 22. Sensor de presencia de líquido
 23. Cable de retorno del sensor.

35 El atomizador ilustrado en la figura 1A comprende un cuerpo de transductor piezoeléctrico 1 que se hace vibrar preferentemente en la gama de 50 kHz a 200 kHz. La figura 1B ilustra el mismo atomizador pero al lado del cual se ha ilustrado una curva que muestra la amplitud máxima de los desplazamientos longitudinales de las diferentes partes del atomizador. El cuerpo de transductor piezoeléctrico 1 se caracteriza por dos zonas: una zona de
 40 concentración de tensiones 1a y una zona de amplificación de las deformaciones 1b. En las figuras 1 a 6, el diámetro externo de la zona de concentración de tensiones 1a es idéntico al diámetro externo de la zona de amplificación de deformaciones 1b. Por el contrario, el diámetro interno de la zona de amplificación de deformaciones 1b es superior al diámetro interno de la zona de concentración de tensiones 1a.

45 En los atomizadores ilustrados en las figuras 7 a 9, el diámetro externo de la zona de concentración de tensiones 1a es superior al diámetro externo de la zona de amplificación de deformaciones 1b. Por el contrario, el diámetro interno de la zona de amplificación de deformaciones 1b es idéntico al diámetro interno de la zona de concentración de tensiones 1a.

50 La figura 8B representa el mismo tipo de información que la figura 1B, a saber una curva que muestra la amplitud máxima de los desplazamientos longitudinales de las diferentes partes del atomizador.

El interior de la zona de amplificación de deformaciones 1b está constituido por una cavidad 4 que contiene el líquido a atomizar. En ciertos casos, véanse en particular las figuras 5, 7 y 8 a 10, la cavidad 4 se extiende en el interior de
 55 la zona de concentración de tensiones 1a. Gracias a esta configuración, la energía ultrasonora se conserva principalmente en la zona de amplificación de deformaciones 1b, lo cual constituye un amplificador de desplazamientos vibratorios. La conservación de energía en la zona de amplificación de deformaciones 1b implica una conversión de las tensiones en deformaciones.

60 Uno o varios elementos piezoeléctricos constituidos preferentemente por una cerámica piezoeléctrica monobloque 2 o multicapa 9, están dispuestos en la parte superior del atomizador, a nivel de la zona de concentración de tensiones 1a. La figura 1 por ejemplo representa dos cerámicas piezoeléctricas monobloques 2 conectadas por un electrodo central 7, por ejemplo de latón.

65 La masa posterior 5 (masa dinámica) permite reducir las deformaciones en la parte posterior de las cerámicas piezoeléctricas. El tornillo de pretensado 6 permite unir mecánicamente el conjunto de este apilamiento. Este

conjunto constituye un transductor piezoeléctrico que es un convertidor electromecánico que vibra según un modo longitudinal. Un modo longitudinal está definido por el hecho de que el transductor se deforma según su eje de simetría por elongación o contracción de su sección. El comportamiento vibratorio de este tipo de transductor es gobernado esencialmente por su longitud de tal manera que la relación entre la longitud total del transductor y el diámetro o anchura de la cerámica piezoeléctrica es, preferentemente, superior o igual a 1.

La membrana microperforada 3 o una rejilla de pequeño espesor (20 a 200 μm) está fijada mecánicamente al extremo del cuerpo de transductor piezoeléctrico 1 en el que su velocidad vibratoria es máxima. La fijación de la membrana 3 es tal que ésta está acoplada acústicamente al transductor en la zona 1b. En un primer modo de deformación y a título de ejemplo, este transductor se deforma y vibra según su semilongitud de onda. La figura 1B muestra la evolución del desplazamiento de los puntos del transductor en una sección según su eje de simetría (longitud).

La figura 2 muestra este mismo atomizador provisto de una membrana unida mecánicamente y acústicamente al transductor por medio de un elemento de unión 8 que permitir asegurar un fuerte pretensado sobre la membrana. De manera general, la membrana puede estar acoplada mecánicamente a la zona de amplificación por pegado, por estañado, por engarzado o por soldadura. En particular, se puede utilizar la soldadura láser.

La figura 3 es una variante del transductor en la que la masa posterior está eliminada por razones de simplicidad de construcción. El transductor está dimensionado de tal manera que el desplazamiento a nivel de la cerámica piezoeléctrica monobloque 2 sea lo más pequeño posible y lo mayor posible en la zona de amplificación 1b. El electrodo 7 puede estar constituido fijando un papel metalizado de latón por ejemplo o pegando un circuito impreso flexible sobre poliimida.

La figura 4 representa una variante de la invención utilizando una cerámica piezoeléctrica multicapa 9. Las capas tienen un espesor por ejemplo de 20 a 200 μm y la utilización de dichas multicapas permite, a menor coste, reducir la tensión de alimentación eléctrica en los bornes de la cerámica. Esta configuración es muy interesante para las aplicaciones que exigen una alimentación por pila o batería.

La figura 5 representa una variante de la invención en la que la cavidad (cámara) que contiene el líquido 4 atraviesa el cuerpo del transductor 1 de parte a parte en su longitud. En este caso, la cerámica piezoeléctrica 2 presenta un orificio en su centro. Esta configuración permite alimentar fácilmente la cavidad con líquido.

La figura 6 muestra otro tipo de alimentación con líquido practicando unos pasos, orificios o ranuras para hacer comunicar la cavidad llena de líquido 4 con el exterior. Esta configuración permite colocar el depósito de líquido alrededor del transductor.

En la forma de realización de las figuras 7 y 8, la cavidad que contiene el líquido 4 es tubular por razones de simplicidad de forma.

En la configuración de la figura 7, la cerámica 2 ya no está situada en la parte posterior del cuerpo del transductor 1 sino a nivel del amplificador de desplazamiento en la parte delantera de la zona de concentración de tensión 1a. La cerámica piezoeléctrica monobloque 2 está así protegida por el cuerpo del transductor 1.

Esta configuración ofrece la ventaja de no tener la cerámica 2 en contacto con el líquido y no presentar problemas de estanqueidad con el depósito. La variación de sección del cuerpo del transductor 1 permite siempre amplificar el desplazamiento vibratorio a nivel de la membrana 3.

La figura 9 muestra otra forma de realización en la que el transductor 1 comprende un pabellón 10 sobre el cual está fijada mecánicamente y acústicamente una membrana microperforada 3. La ventaja de esta configuración es aumentar el caudal de líquido atomizado por simple efecto de superficie manteniendo al mismo tiempo un nivel de amplificación de desplazamiento vibratorio elevado.

La figura 10 ilustra, a título de ejemplo, una geometría en forma de tronco de cono del amplificador de desplazamientos vibratorio 1b. Esta configuración permite aumentar la dimensión de la membrana microperforada 3.

La figura 11 explica el funcionamiento vibratorio de la membrana microperforada 3. En las estructuras resultantes de la técnica anterior (11A, 11B, 11C) el atomizador funciona a flexión por acoplamiento de una cerámica piezoeléctrica anular con la membrana microperforada. Cuando la membrana es plana (figura 11A), el desplazamiento vibratorio máximo (U_x) se sitúa en el centro de la membrana y decrece en gran medida cuando se aleja del mismo. En este caso, el chorro es muy directivo. Cuando la membrana es abombada y presenta un domo (figuras 11B y 11C), éste rigidiza el modo de vibración y hace divergir por simple efecto geométrico el chorro. Esto se observa cualquiera que sea el modo de vibración en flexión considerado. El modo 1 de flexión es más ventajoso desde este punto de vista. En el caso de la presente invención (11D), la geometría y la naturaleza de la membrana no influye sobre el modo de vibración del atomizador. En efecto, la rigidez en flexión de la membrana no tiene ninguna influencia sobre la deformación longitudinal del transductor. Para obtener el mejor resultado, es suficiente que el diámetro del domo sea

muy próximo al del transductor con el fin de que la membrana siga simplemente los desplazamientos vibratorios máximos en este punto. Una configuración de este tipo asegura al atomizador un mayor rendimiento y por tanto un menor consumo para un caudal de atomización idéntico. Además, el chorro es particularmente homogéneo y difuso.

5 Las figuras 12A y 12B muestran las deformaciones simuladas por cálculos en los elementos acabados de un atomizador realizado según la presente invención y dado como ejemplo.

10 En este caso preciso, el cuerpo del transductor 1 está realizado en acero inoxidable. La cavidad interior que contiene el líquido 4, tiene un diámetro de 6 mm y la zona de concentración de tensión 1A, tiene un diámetro exterior de 16 mm.

15 La zona de amplificación de deformación 1b tiene un diámetro exterior de 8 mm. La cerámica piezoeléctrica monobloque 2 es una cerámica PIC 255 (Physic Instruments) de diámetro interior 8 mm, de diámetro exterior 16 mm y de espesor 1 mm.

20 Las longitudes del transductor 1 y de la zona de amplificación de la deformación 1b son respectivamente de 16 mm y de 12 mm. La membrana microperforada 3 ha sido realizada en níquel electroconformado provista de 800 orificios de 5 µm de diámetro. El espesor de la membrana es de 50 µm y posee un diámetro exterior de 8 mm. El domo tiene una altura de 0,8 mm para un diámetro de 5 mm. La membrana está fijada sobre el transductor por pegado. Los modos longitudinales en cuestión tienen respectivamente unas frecuencias de resonancia de 77 kHz y 120 kHz.

25 En la forma de realización según la figura 13, la membrana microperforada 3 posee una geometría cilíndrica o tubular. La membrana está fijada por una parte sobre la zona de concentración de tensión 1A y, por otra parte, sobre la zona de amplificación de deformación 1b. En este caso, la membrana vibra según un modo radial.

30 Las figuras 14 y 15 muestran unos ejemplos de realización que han dado excelentes resultados en términos de tamaño de gotitas y de caudal de aerosol. Las figuras 14A y 14B describen en perspectiva y en sección un transductor 1 cuyo cuerpo ha sido realizado en acero inoxidable. La cavidad interior que contiene el líquido 4, tiene un diámetro de 6 mm y la zona de concentración de tensión 1a, un diámetro de 16 mm. El mecanismo de fijación del depósito se presenta, en esta configuración específica, como una masa posterior 5, en la cual se ha practicado un roscado. El diámetro exterior y la longitud de esta masa posterior son respectivamente de 10 mm y 8 mm. La cerámica piezoeléctrica monobloque 2 es una cerámica PIC 255 (Physical Instruments) de diámetro interior de 8 mm, de diámetro exterior de 16 mm y de espesor de 1 mm. La zona de amplificación de deformación 1b (o "trompa") posee un diámetro exterior de 7 mm y una longitud de 12 mm.

35 El electrodo 7 que permite la conexión eléctrica de la cerámica piezoeléctrica monobloque 2 es un papel metalizado de acero inoxidable de 30 mm de diámetro y de espesor 50 µm. La membrana 3 de níquel electroconformado presenta 10800 orificios de 2 µm para un espesor de 20 µm. El atomizador ha permitido obtener unas gotitas de tamaño de 2 µm para un caudal de 0,6 ml/min para una frecuencia de funcionamiento de 80 kHz.

40 Las figuras 15A y 15B describen en perspectiva y en sección un atomizador cuyo cuerpo del transductor 1 ha sido realizado en acero inoxidable. La cavidad interior que contiene líquido 4 tiene un diámetro que varía de 6 mm a 12 mm y la zona de concentración de tensión 1a un diámetro de 20 mm. El mecanismo de fijación del depósito se presenta, en esta configuración específica, como una masa posterior 5 en la cual se ha practicado un roscado. El diámetro exterior y la longitud de esta masa posterior son respectivamente de 10 mm y 8 mm. La cerámica piezoeléctrica monobloque 2 es una cerámica PIC 255 (Physics Instruments) de diámetro interior de 10 mm, de diámetro exterior de 20 mm y de espesor de 1 mm. La zona de amplificación de deformación 1b (o "trompa") de forma cónica posee un diámetro exterior que varía de 7 mm a 14 mm y una longitud de 9 mm.

50 El electrodo 7 que permite la conexión eléctrica de la cerámica piezoeléctrica 2 es de acero inoxidable de 30 mm de diámetro y de 50 µm de espesor. La membrana 3 de níquel electroconformada presenta 45300 orificios de 2 µm para un espesor de 20 µm. El atomizador ha permitido obtener unas gotitas de 2 µm de tamaño para un caudal de 2,5 ml/min para una frecuencia de funcionamiento de 70 kHz.

55 Las figuras 16A y 16B describen un inhalador destinado a administrar unos medicamentos por vía pulmonar. Este inhalador se puede poner en forma de un terminal bucal 16 asociado a una caja 15 en forma de T proporcionada, por ejemplo, por Intersurgical en el cual se integra el atomizador objeto de la presente invención. El atomizador está dispuesto en la caja 15 con la ayuda de un protector de transductor 12. El depósito 13 provisto de su tapón 14 soporta el transductor 1. La cerámica piezoeléctrica monobloque 2 es alimentada por el electrodo 7 en forma de un papel metálico. El atomizador es alimentado por unos cables 18. Cuando el atomizador funciona, éste genera un aerosol en el interior de la caja 15. El paciente inhala el aerosol así generado, a través del terminal bucal 16.

60 Las figuras 17 describen otra forma de inhalador. La figura 17A representa un inhalador que integra el atomizador objeto de la presente invención en el que la caja electrónica 19 está dispuesta en el exterior y está conectada a la caja 15 del inhalador por un cable 18. Este inhalador comprende un terminal bucal 16, un depósito 13 conectado con el atomizador y un tapón 14. Unas aberturas 17 han sido practicadas en la caja 15 para controlar los flujos de aire y

el aerosol producido por el atomizador.

La figura 17B representa un inhalador en el que la caja electrónica 19 está integrada en la caja 15 del inhalador de "bolsillo".

5 La figura 17C representa, en sección, el inhalador de la figura 17A. Se encuentra de nuevo la caja 15 fabricada por ejemplo en plástico moldeado, el terminal 16 que puede ser amovible y desechable después de utilización, el protector de transductor 12 que permite montar el atomizador en la caja 15 y conectarlo a la caja electrónica 19 a través del conector 20 y el cable 18. El atomizador está constituido por el cuerpo del transductor 1, por la cerámica piezoeléctrica monobloque 2, por la membrana vibratoria 3, por el electrodo 7, por el retorno de masa 11, por el depósito 13 y por el tapón 14. El aerosol es generado en la cavidad de la caja 15 y aspirado por el paciente a través del terminal bucal 16.

15 La figura 18 es una sección de un atomizador provisto de un tubo que permite la evacuación de las burbujas de aire y de un sensor de presencia de líquido. Este atomizador comprende un cuerpo de transductor tubular 1, una cerámica piezoeléctrica monobloque 2, una membrana vibratoria microperforada 3 y una masa posterior 5 que permite fijar el depósito 13. La cerámica piezoeléctrica monobloque 2 es alimentada por un cable 18 conectado por una parte al retorno de masa 11 y al electrodo 7. Un tubo 21, preferentemente de plástico y por ejemplo de 3 mm de diámetro, está dispuesto en la cavidad de líquido 4 de manera coaxial. Cuando el caudal líquido del atomizador resulta importante, la membrana 3 crea una depresión tal que puede penetrar aire en el interior de la cavidad que contiene el líquido 4. La formación de burbujas de aire a nivel de la membrana 3 puede bloquear la formación del aerosol y altera el funcionamiento del atomizador. El tubo 21 permite la evacuación de las burbujas de aire por la acción de las fuerzas capilares que ejerce sobre la interfaz aire-líquido. Este mismo tubo 21 presenta en su centro un hilo conductor eléctrico 23 cuyo extremo 22 está en contacto eléctricamente directamente o indirectamente con el líquido. Se trasmite al hilo conductor 23 una señal eléctrica alterna de baja frecuencia, preferentemente a 500 Hz. Como la membrana 3 así como el cuerpo del transductor 1 no están al mismo potencial eléctrico, resulta de ello una corriente debida a la resistividad del líquido presente en la cavidad 4. La existencia de esta corriente corresponde a la presencia del líquido. La información que procede del sensor de la presencia de líquido 22 permite iniciar o detener el funcionamiento del atomizador automáticamente.

30 La invención no se limita evidentemente a los ejemplos expuestos anteriormente. Asimismo, no se limita al campo médico. El atomizador según la invención puede ser utilizado asimismo como difusor de olores o de perfume y/o en la aplicación de productos cosméticos. La invención cubre asimismo la difusión de nieblas de líquidos variados para uso local (humidificadores o lubricantes) o los dispositivos de manipulación de líquidos para las biotecnologías o los reactivos.

35

REIVINDICACIONES

1. Atomizador de líquido por ultrasonidos que comprende:
- 5 – un cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) rígido que comprende un primer extremo que forma una abertura y un segundo extremo, comprendiendo el interior del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) una cavidad destinada a contener un líquido a atomizar, presentando dicho cuerpo (1) además un eje de simetría,
 - 10 – una membrana microperforada (3) fijada sobre dicho primer extremo y que recubre dicha abertura,
 - un elemento piezoeléctrico (2, 9) adaptado y dispuesto de manera que haga vibrar el cuerpo de transductor piezoeléctrico (1),
- 15 caracterizado porque el elemento piezoeléctrico (2, 9) está dispuesto hacia dicho segundo extremo, de manera que hace vibrar el cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) según una dirección paralela a su eje de simetría.
2. Atomizador según la reivindicación 1, en el que la sección del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) varía en su longitud.
- 20 3. Atomizador según la reivindicación 2, en el que la sección varía de manera discontinua.
4. Atomizador según la reivindicación 3, en el que la sección varía bruscamente en un solo punto.
- 25 5. Atomizador según la reivindicación 4, en el que el espesor de las paredes del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) hacia dicho segundo extremo es superior al espesor de las paredes del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) hacia el primer extremo.
- 30 6. Atomizador según la reivindicación 5, en el que el cuerpo de transductor piezoeléctrico es macizo hacia dicho segundo extremo.
7. Atomizador según la reivindicación 5, en el que el cuerpo de transductor piezoeléctrico es hueco hacia dicho segundo extremo.
- 35 8. Atomizador según una de las reivindicaciones 2, 3 ó 4, en el que el diámetro interno del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) es constante.
9. Atomizador según una de las reivindicaciones 2, 3 ó 4, en el que el diámetro interno del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) es variable.
- 40 10. Atomizador según la reivindicación 9, en el que el diámetro interno hacia dicho primer extremo es superior al diámetro interno hacia dicho segundo extremo.
- 45 11. Atomizador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento piezoeléctrico (2, 9) está dispuesto en la parte posterior del cuerpo del transductor (1) o en la parte delantera de la zona de concentración de tensión.
12. Atomizador según la reivindicación 11, que comprende una masa posterior (5) dispuesta contra la cara externa del elemento piezoeléctrico (2, 9).
- 50 13. Atomizador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el diámetro externo del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) es constante.
14. Atomizador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el diámetro externo del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) es variable.
- 55 15. Atomizador según la reivindicación 14, en el que el diámetro externo hacia dicho segundo extremo es superior al diámetro externo hacia dicho primer extremo.
- 60 16. Atomizador según la reivindicación 15, cuya cara externa del cuerpo de transductor piezoeléctrico está definida por un primer diámetro y un segundo diámetro, formando la zona de transición entre los dos diámetros un escalón brusco.
17. Atomizador según la reivindicación 16, en el que el elemento piezoeléctrico (2) está dispuesto en el escalón y se apoya sobre la porción del cuerpo de transductor piezoeléctrico (1) que presenta el segundo extremo.
- 65 18. Atomizador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la relación entre la longitud y el

diámetro de dicha cavidad es superior a 0,5.

19. Atomizador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la membrana microperforada (3) forma por lo menos parcialmente una protuberancia que permite rigidizarla.

5 20. Atomizador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la membrana microperforada (3) tiene un espesor de entre 20 y 200 μm y presenta unos orificios de diámetro de entre 1 μm y 100 μm .

10 21. Atomizador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento piezoeléctrico es una cerámica multicapa (9).

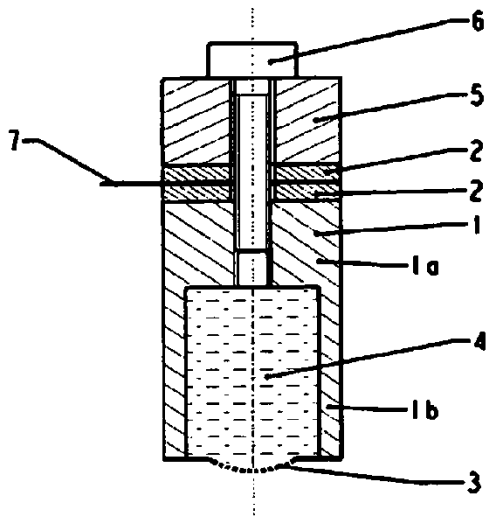


Fig. 1.A

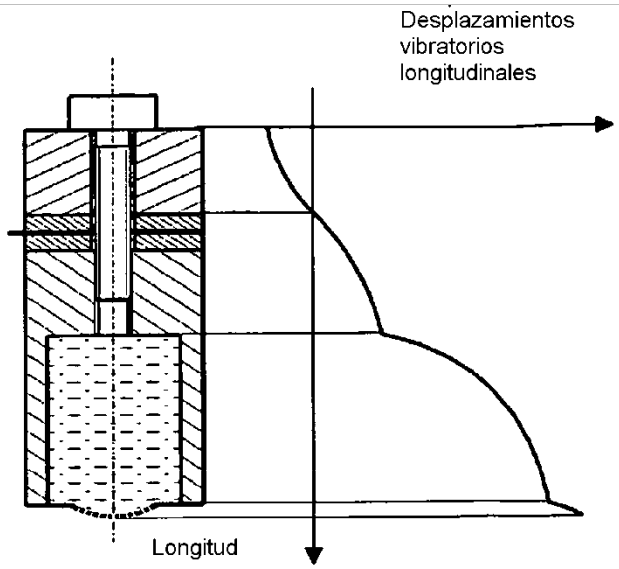


Fig. 1.B

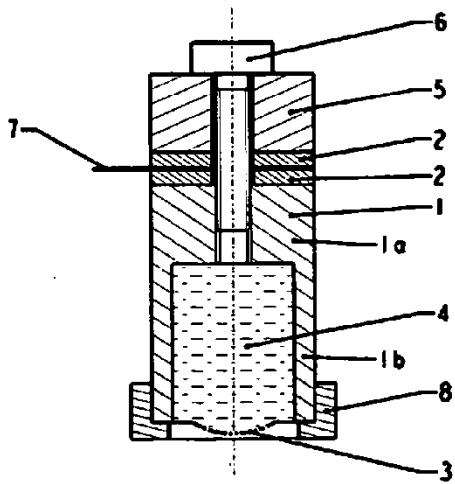


Fig. 2

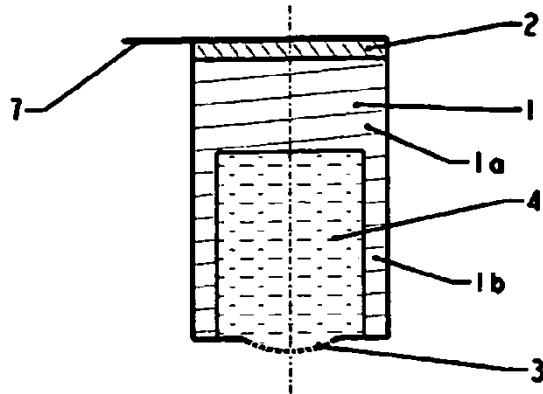


Fig. 3

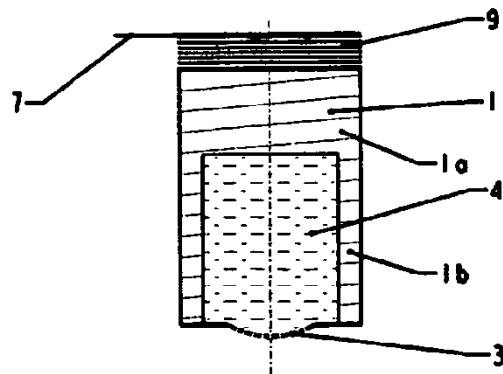


Fig. 4

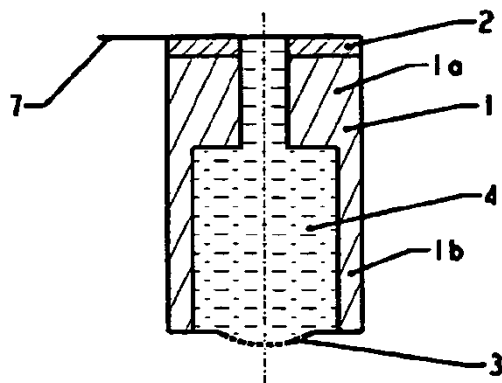


Fig. 5

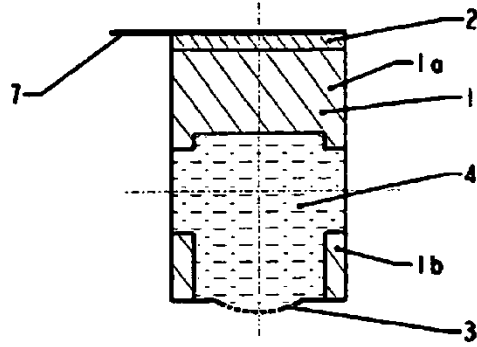


Fig. 6

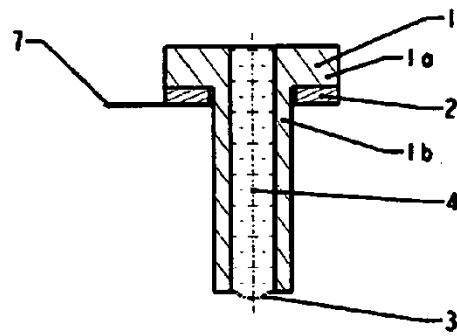


Fig. 7

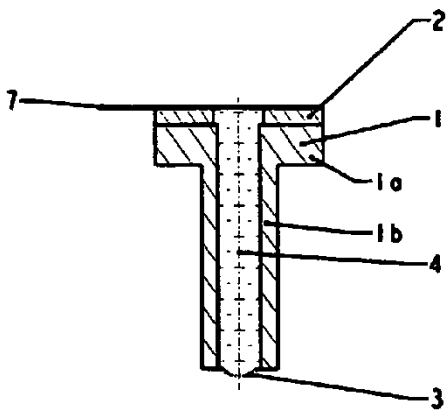


Fig. 8.A

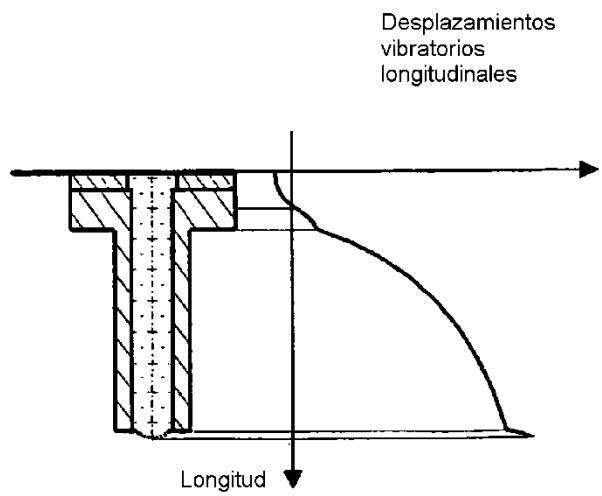


Fig. 8.B

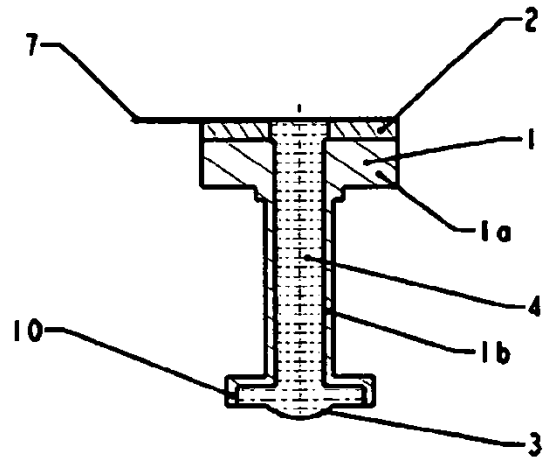


Fig. 9

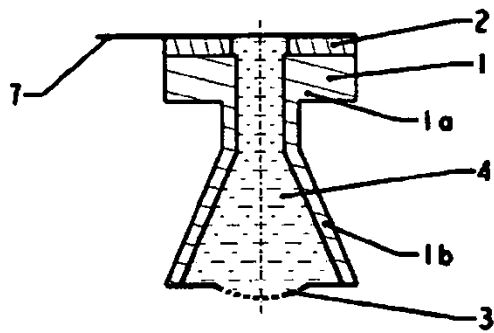


Fig. 10

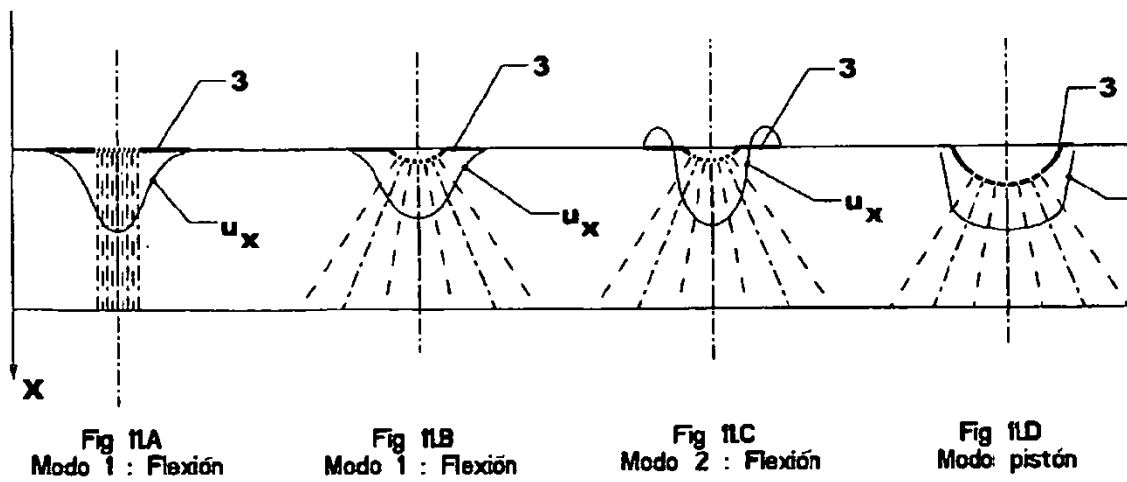


Fig. 11

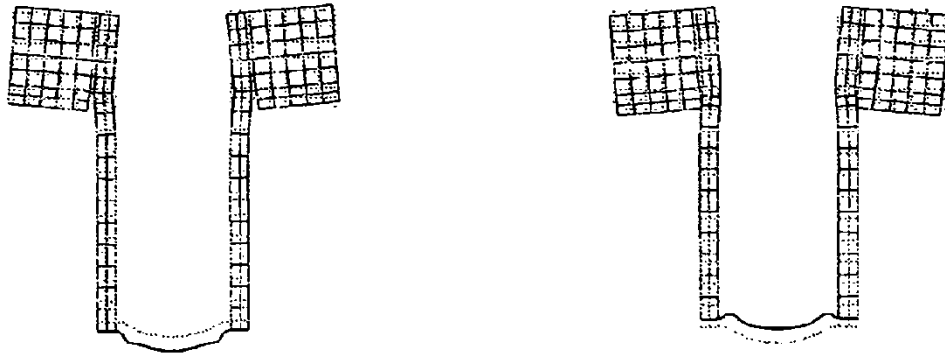


Fig 12.A : Modo a 77 kHz

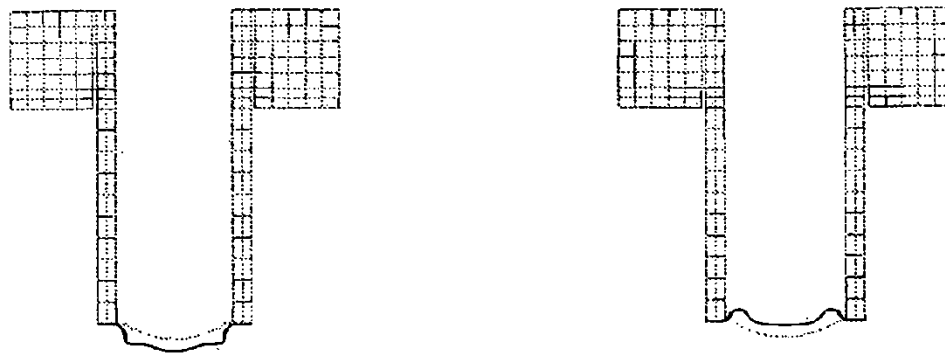


Fig 12.B : Modo a 120 kHz

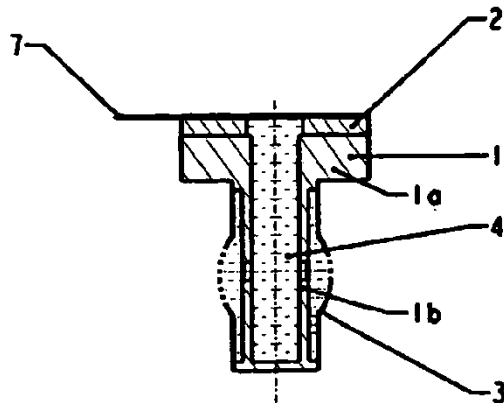


Fig. 13

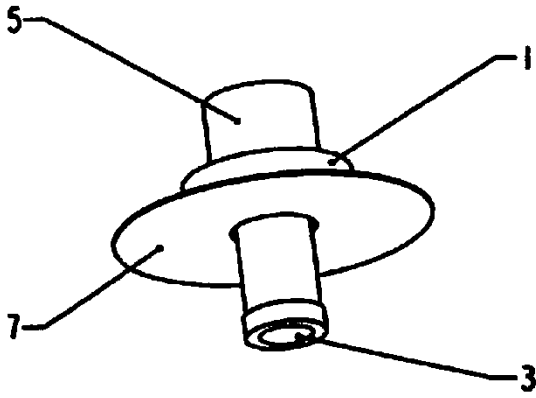


Fig. 14.A

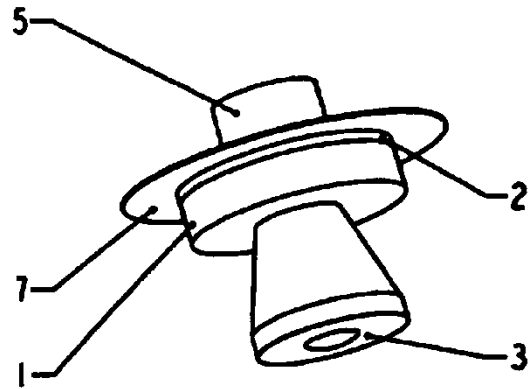


Fig. 15.A

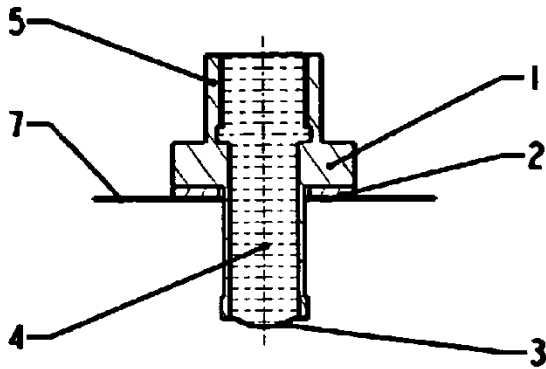


Fig. 14.B

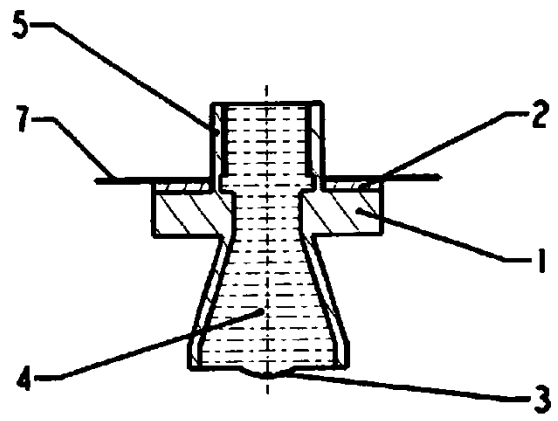


Fig. 15.B

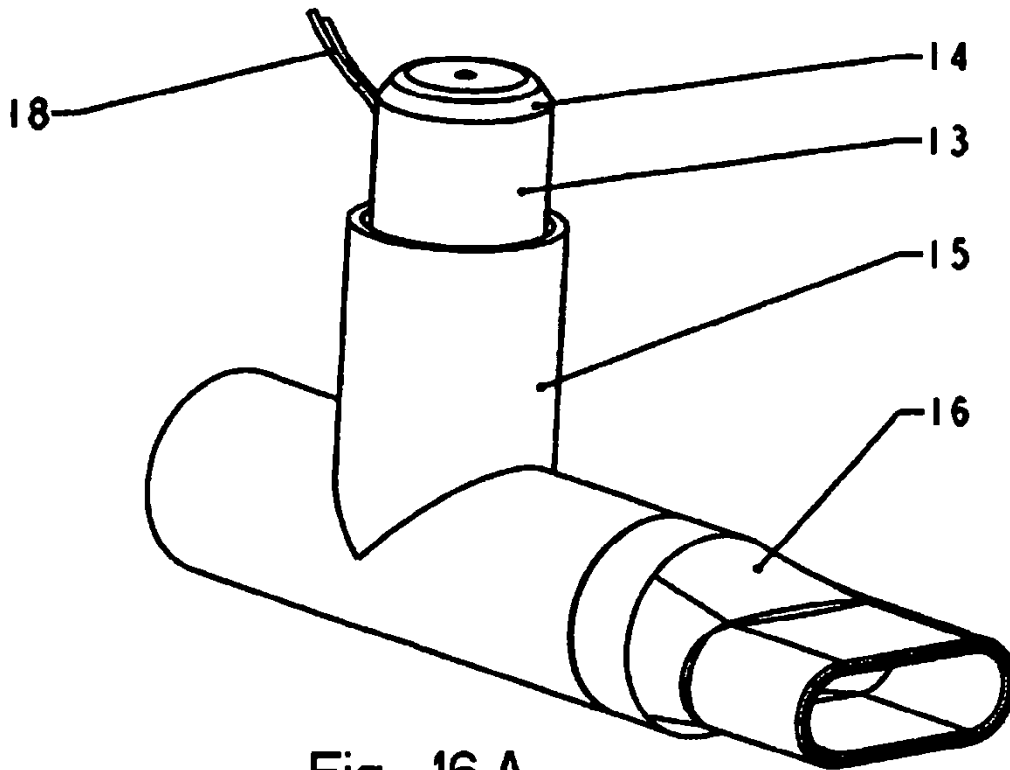


Fig. 16.A

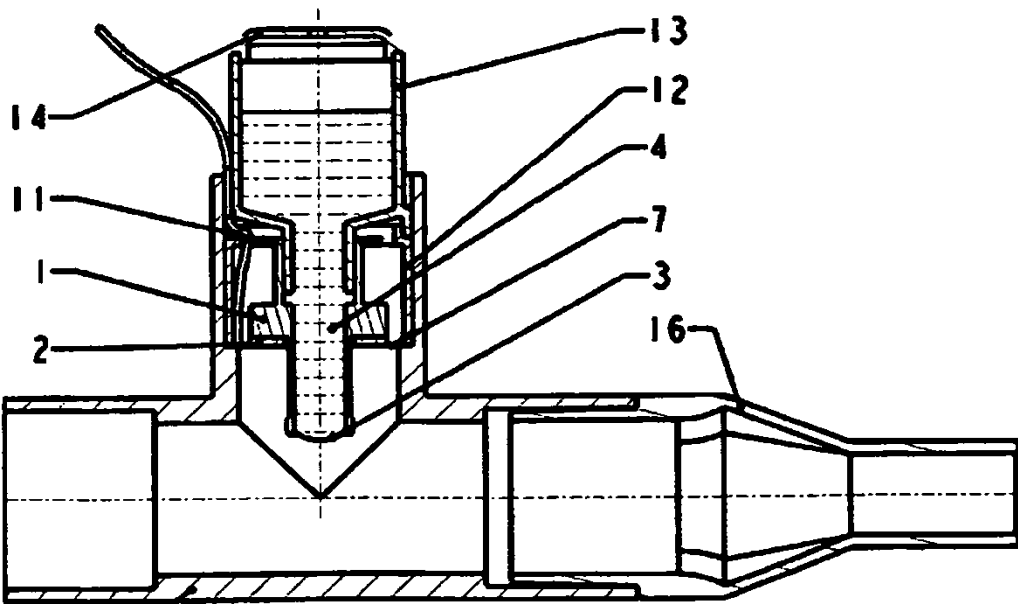


Fig. 16.B

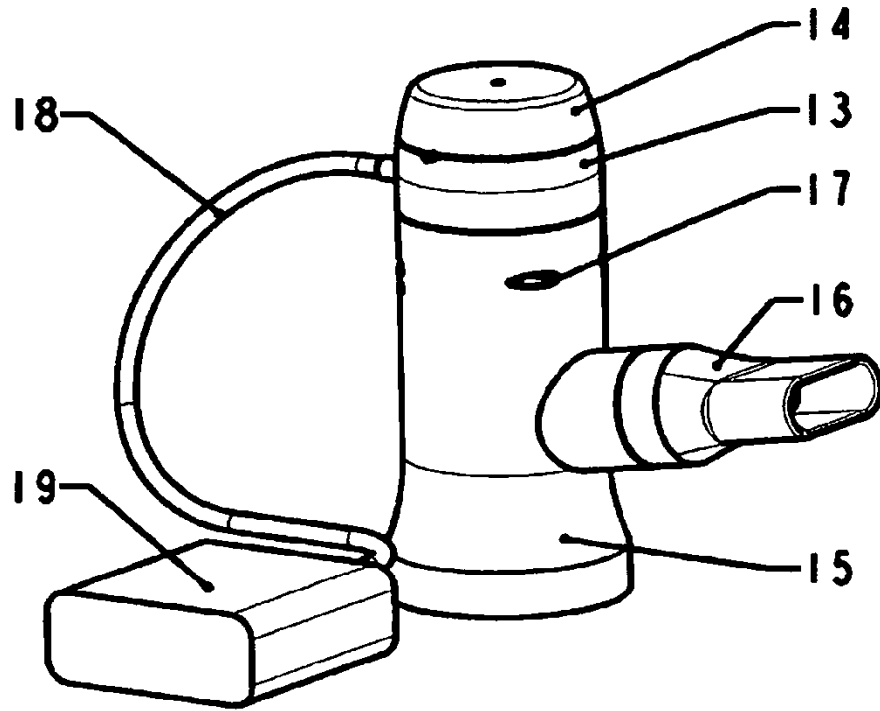


Fig. 17.A

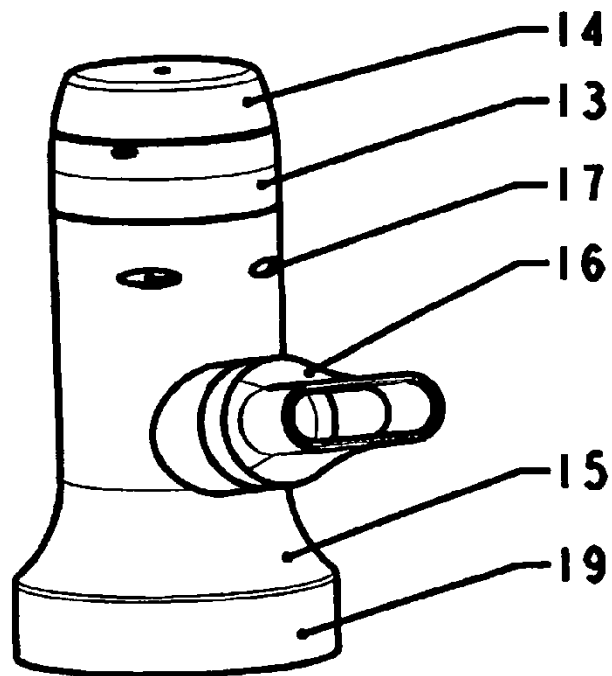


Fig. 17.B

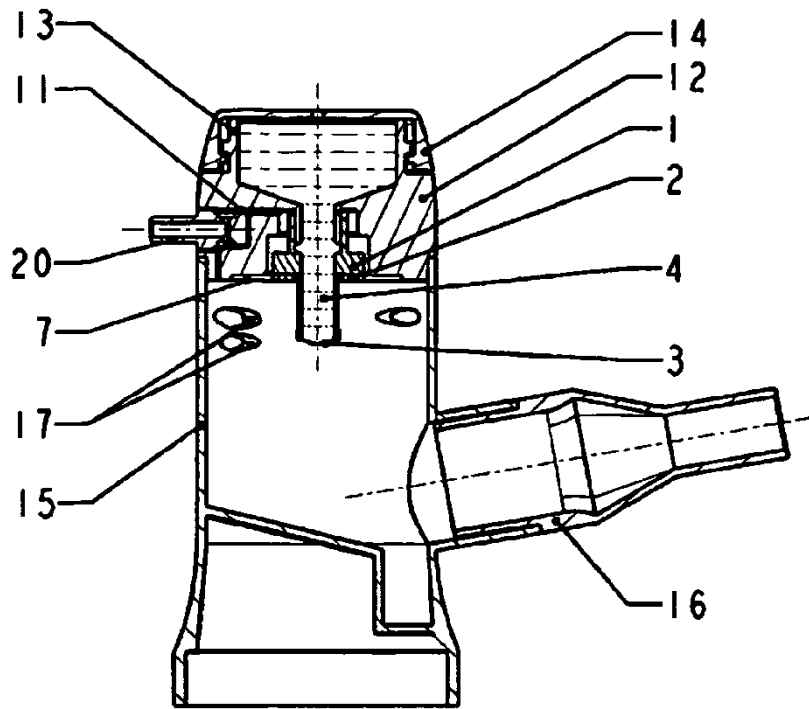


Fig. 17.C

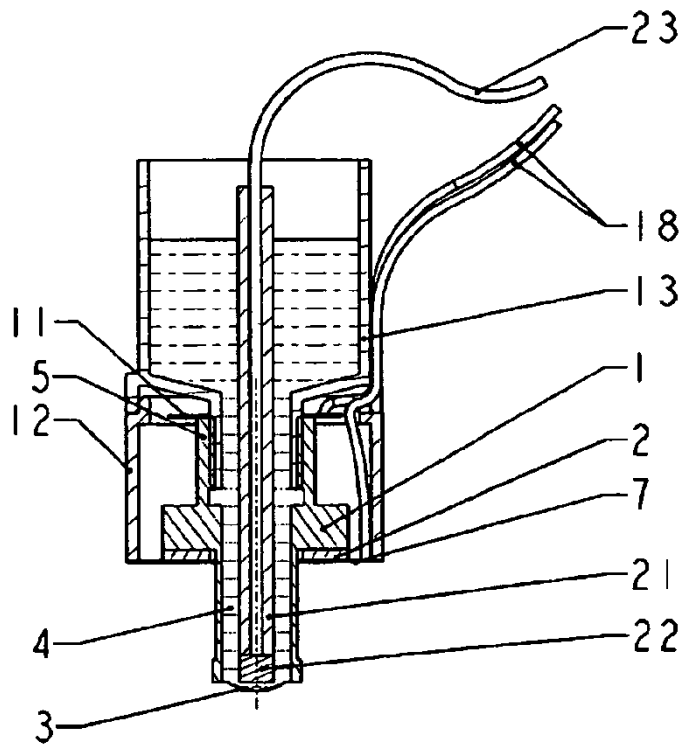


Fig. 18