



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 745**

51 Int. Cl.:  
**F04B 43/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08172351 .2**

96 Fecha de presentación : **19.12.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2072819**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.06.2009**

54 Título: **Cámara de bomba y procedimiento para la fabricación de la cámara.**

30 Prioridad: **21.12.2007 DE 10 2007 061 920**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.08.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.08.2011**

73 Titular/es: **PARITEC GmbH**  
**Moosstrasse 3**  
**82319 Starnberg, DE**

72 Inventor/es: **Lass, Joseph**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 363 745 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**

Cámara de bomba y procedimiento para la fabricación de la cámara

5 La presente invención se refiere a una cámara, en particular a una cámara de bomba, formada por dos mitades, de las que al menos una está dotada de una abertura y entre las que está formado un espacio hueco. Además, la presente invención comprende un procedimiento para la fabricación de una cámara de este tipo y una bomba, que contiene una cámara de este tipo. La cámara de la presente invención es particularmente adecuada para su uso en microbombas.

10 Durante el desarrollo se investigaron cámaras con la estructura anterior, en las que las mitades se fabrican en un procedimiento de moldeo por inyección de plástico. La unión de las mitades se produce en este caso mediante adhesión o sujeción. Según el uso de una cámara de este tipo (por ejemplo como cámara de bomba en una microbomba), pueden actuar fuerzas dinámicas considerables sobre las mitades de cámara, en particular en su unión. Esta solicitud impone elevados requisitos sobre la capacidad de carga del material de plástico y requiere, en el caso de una unión de adhesión, una banda de adhesivo ancha.

15 El documento DE-A-197 20 482, que contiene las características del preámbulo de la reivindicación 10, da a conocer una microbomba de membrana con una membrana de bomba, un actuador piezoeléctrico colocado sobre la membrana de bomba y una carcasa de bomba que consiste en dos mitades. En el estado de reposo de la bomba, la membrana de bomba se apoya contra la pared superior de la carcasa de bomba. Mediante la activación del actuador piezoeléctrico, la membrana de bomba se desvía de esta posición y por tanto forma una cámara de bomba entre la membrana de bomba y la carcasa de bomba.

20 El documento EP-A-0 025 005 da a conocer un dispositivo para transportar y dosificar cantidades de líquido extremadamente pequeñas que consiste en una membrana revestida con cerámica piezoeléctrica, que limita con su borde por todos lados con una pared rígida, presentando la cámara de bomba así formada una abertura de paso que puede cerrarse mediante medios correspondientes. En caso de un revestimiento con cerámica piezoeléctrica sin tensión, la membrana se apoya de manera plana contra la pared rígida.

25 El documento US 3.606.592, que constituye el estado de la técnica más próximo para la reivindicación 1, da a conocer un elemento de desplazamiento para una bomba de fluido, que comprende dos elementos incrustados en un elemento de membrana de un material con memoria de forma. Mediante el empleo de un circuito de control eléctrico, estos elementos se llevan de manera alterna a una forma predeterminada en cada caso mediante tratamiento térmico, con lo cual se logra un movimiento periódico de la membrana, que puede aprovecharse para una operación de bombeo.

30 El documento DE-B-102 38 585 da a conocer un módulo de fluido con un elemento de base de una sola pieza, en el que está prevista al menos una cavidad para la recepción de fluido, y un elemento de membrana, que está unido con el elemento de base y limita con la cavidad en el elemento de base. Para la unión del elemento de base y el elemento de membrana pueden utilizarse en particular técnicas de adhesión o soldadura.

35 La presente invención se basa en el objetivo de crear una cámara con una mayor estabilidad, que pueda encontrar aplicación en particular en una bomba como cámara de bomba, y un procedimiento para la fabricación sencilla y económica de la cámara.

40 Este objetivo se resuelve mediante una cámara con las características de la reivindicación 1, mediante una bomba con las características de la reivindicación 17 y mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 10. Formas de realización ventajosas se derivan de las demás reivindicaciones.

45 La cámara de la invención comprende una primera mitad y una segunda mitad, estando la primera y la segunda mitad unidas entre sí de manera plana mediante una costura de unión cerrada, y presentando al menos una de las dos mitades al menos una abertura, que se sitúa dentro de la costura de unión. Al menos la segunda mitad está deformada térmicamente dentro de la costura de unión cerrada de tal manera que está configurada de manera abombada con respecto a la superficie de unión con la primera mitad, de modo que se forma un espacio hueco entre la primera y la segunda mitad. La primera y la segunda mitad son en este caso en particular en forma de placa, es decir un cuerpo, cuyas dimensiones laterales a lo largo de un plano son mayores que su extensión en una dirección perpendicular al plano en cada punto del plano, sin que esta extensión perpendicular tenga que ser constante a lo largo del plano. El espacio hueco formado entre las dos mitades puede aprovecharse para la recepción, almacenamiento y emisión de líquidos, gases o disoluciones de varias fases, que pueden recibirse y emitirse a través de la abertura. Según el uso de la cámara (por ejemplo como filtro, medio de almacenamiento o para la generación de aerosoles), en el espacio hueco pueden estar contenidos elementos de filtro (por ejemplo en forma de polvo o membrana) o elementos de almacenamiento (por ejemplo esponjas). Además el espacio hueco puede servir como espacio de resonancia o de protección para un elemento sensor alojado en el mismo (por ejemplo para la medición de fluctuaciones de la presión). El abombamiento de la segunda mitad se logra mediante deformación térmica, es decir mediante aplicación dirigida de calor. En este caso, la deformación deseada puede producirse a través de la operación de unión o adicionalmente a través de una etapa de deformación realizada por separado

después de la unión de las dos mitades. Puesto que esta técnica también puede aplicarse a materiales con un elevado grado de dureza, como por ejemplo metales, es posible configurar la segunda mitad a partir de un material duro y por tanto garantizar una mayor estabilidad y rigidez de la cámara. Esto es especialmente importante cuando la cámara se usa como cámara de bomba, por ejemplo en una microbomba, ya que en este caso actúan fuerzas dinámicas considerables sobre la primera mitad de cámara. Según el uso de la cámara, la primera mitad puede configurarse de manera plana, es decir sin elevaciones o depresiones esenciales (por ejemplo en caso de usarse como cámara de bomba), o abombada dentro de la costura de unión cerrada con respecto a la superficie de unión con la segunda mitad (por ejemplo en caso de usarse como contenedor o filtro), con lo cual se aumenta el volumen del espacio hueco. Este abombamiento puede lograrse por ejemplo mediante deformación térmica (igual que en el caso de la segunda mitad) o mediante embutición profunda.

En una forma de realización preferida de la presente invención, la costura de unión de la primera y la segunda mitad de cámara es una costura de soldadura, preferiblemente una costura de soldadura láser. Esto posibilita una unión estable de ambas mitades y una estanqueidad fiable del espacio hueco formado entre ellas. Por tanto no son necesarios materiales de estanqueidad adicionales, lo que facilita la producción de la cámara. Mediante el calor aplicado a las dos mitades de cámara de manera dirigida durante la operación de soldadura se logra además un abombamiento de las dos mitades. Puesto que de este modo el grado de deformación térmica depende, de manera decisiva, de la capacidad de encogimiento radial y por tanto de la flexibilidad de las mitades de cámara, el abombamiento puede controlarse a través de la dureza o rigidez del material elegido. La dureza y/o la rigidez del material pueden elegirse de manera distinta para las dos mitades de cámara, por ejemplo de modo que la segunda mitad se deforme considerablemente más que la primera. Según el volumen y la forma del espacio hueco deseado, no es necesaria por tanto, en determinadas circunstancias, una etapa de deformación separada adicional, lo que simplifica la fabricación de la cámara. Además, se evita un escurrimiento del adhesivo, por ejemplo en el espacio hueco, tal como puede suceder en las uniones por adhesión, y por tanto una contaminación de la cámara. La soldadura láser posibilita especialmente un guiado exacto por puntos de la costura de soldadura, también en el caso de contornos de costura complejos. Además, esta técnica permite una anchura reducida de la costura de soldadura, y por tanto un volumen máximo del espacio hueco en el caso de un perímetro o diámetro exterior dado de la costura cerrada, y mantiene inalterado el material soldado en su lado interno, de modo que se evitan posibles reacciones químicas, como por ejemplo la oxidación. Adicionalmente, el proceso de unión de las dos mitades de cámara puede automatizarse fácilmente, lo que posibilita una producción más rápida y eficaz.

Además, la segunda mitad presenta al menos una costura de deformación, que se sitúa dentro de la costura de unión y puede configurarse cerrada o abierta. De este modo se garantiza una deformación uniforme de la segunda mitad de cámara y por tanto un control preciso del volumen del espacio hueco. La costura de deformación lleva sólo a una degeneración del material (aunque no a un deterioro del material) de la segunda mitad, pero no a una unión con la primera mitad. Mientras que normalmente es suficiente una costura de deformación individual para la formación de un abombamiento controlado de la segunda mitad, también pueden formarse varias costuras de deformación, por ejemplo, cuando se desea un perfil de abombamiento más complejo, en función de la finalidad de uso de la cámara.

En una forma de realización de la invención, la cámara presenta al menos una costura de deformación configurada de manera cerrada.

En una forma de realización adicional de la invención, la cámara presenta al menos una costura de deformación configurada de manera abierta. La costura de deformación puede disponerse en este caso por ejemplo perimetral o radialmente.

Además es posible una combinación de varias costuras de deformación, pudiendo configurarse por ejemplo algunas de las costuras de deformación de manera cerrada y algunas de manera abierta. A este respecto, las costuras de deformación pueden ser rectilíneas, curvadas o ambas.

Preferiblemente la al menos una costura de deformación es una costura de conformación láser. Mediante la conformación láser puede aplicarse calor localmente, en puntos definidos con exactitud de la segunda mitad de cámara, lo que posibilita una regulación precisa de la deformación de material y por tanto un control preciso del volumen del espacio hueco. Tras acabar el proceso de deformación, el volumen del espacio hueco puede medirse y, en caso necesario, pueden realizarse correcciones de deformación mediante conformación láser adicional, hasta que se logre el volumen deseado. Esta técnica también puede aplicarse a metales endurecidos, como por ejemplo chapa para resortes endurecida, y permite por tanto una maximización de la estabilidad de la cámara.

La primera y la segunda mitad de cámara presentan un grosor perpendicular a su superficie, siendo preferiblemente el grosor de la primera mitad inferior al de la segunda mitad. Esta estructura es especialmente ventajosa cuando se utiliza la cámara como cámara de bomba, por ejemplo en una microbomba. En este caso, el grosor de la segunda mitad puede elegirse lo bastante grande para garantizar una estabilidad suficiente con respecto a las fuerzas dinámicas que se producen. El grosor de la primera mitad puede elegirse más reducido, para lograr una mayor capacidad de flexión (con suficiente estabilidad) y por tanto posibilitar preferiblemente una desviación elástica de la primera mitad, con respecto a la segunda mitad, en una dirección perpendicular a su superficie (mediante la

actuación de una fuerza externa). Mediante esta desviación puede aumentarse o reducirse el volumen del espacio hueco formado entre la primera y la segunda mitad de cámara según la dirección de desviación de la primera mitad, con lo cual en la cámara se crea de manera correspondiente una subpresión o una sobrepresión. De esta manera pueden recibirse líquidos, gases o disoluciones de varias fases en la cámara y volver a emitirse desde la misma, es decir, empleando la primera mitad como membrana de bombeo puede usarse la cámara como elemento de bombeo. La desviación se produce en este caso elásticamente, es decir la primera mitad de cámara, cuando deja de actuar una fuerza externa sobre la misma, regresa a su posición de partida. Por tanto es posible ejercer la fuerza externa para la desviación de la primera mitad sólo en una dirección y para un movimiento de desviación en la dirección contraria aprovechar la fuerza de retorno de la primera mitad. Por ejemplo, el espacio hueco podría comprimirse mediante la presión de la primera mitad en dirección hacia la segunda mitad y, al interrumpirse la fuerza que actúa desde fuera, volvería a expandirse automáticamente, hasta alcanzar su volumen original. Una configuración de este tipo posibilita una estructura simplificada de la bomba y facilita su fabricación. En caso de usar la cámara como medio de almacenamiento, por ejemplo como medio de almacenamiento de líquido, puede comprimirse además un elemento de almacenamiento contenido en el espacio hueco (como por ejemplo una esponja) mediante una desviación controlada de la primera mitad de cámara, de modo que una parte del fluido almacenado en la cámara (o todo el fluido almacenado) se emite a través de la abertura de la cámara hacia fuera.

En una forma de realización preferida adicional, el abombamiento de la segunda mitad está adaptado a la desviación máxima de la primera mitad. Así se logra una relación de compresión alta, lo que posibilita altas velocidades de transporte, mejores capacidades de contrapresión y una mayor tolerancia con respecto a burbujas de gas. Puesto que la desviación máxima de la primera mitad es relativamente reducida (normalmente de unos cientos de  $\mu\text{m}$ ), una adaptación de este tipo presupone una deformación exacta y controlada de la segunda mitad de cámara, lo que se posibilita mediante la presente invención.

Preferiblemente, la primera mitad está unida con un elemento piezoeléctrico, con el que puede controlarse la desviación de la primera mitad. De esta manera, la desviación puede variarse fácilmente mediante la aplicación de una tensión predeterminada sobre el elemento piezoeléctrico. El elemento piezoeléctrico puede utilizarse en este caso de manera bipolar, es decir, mediante la aplicación de una tensión positiva o negativa, se desvía la primera mitad en cada caso en una de dos direcciones opuestas, o de manera unipolar, es decir se aplica exclusivamente o bien una tensión positiva o bien negativa, de modo que la primera mitad se desvía mediante el elemento piezoeléctrico en una dirección determinada, y la desviación en la dirección contraria se produce mediante la fuerza de retorno de la primera mitad. Aunque esta última configuración posibilita una estructura más sencilla de la bomba, en la primera configuración puede ampliarse el volumen de carrera de la bomba. La estructura de la bomba puede modificarse por tanto según el campo de aplicación de la bomba.

En una forma de realización preferida adicional, la primera mitad y/o la segunda mitad está hecha de metal, preferiblemente de acero. Una estructura de este tipo posibilita una construcción estable de la cámara, lo que es ventajoso especialmente en caso de usarse la cámara como cámara de bomba, por ejemplo en una microbomba. En este caso no sólo es importante, tal como ya se describió anteriormente, una alta estabilidad de la segunda mitad de cámara, sino también de la primera mitad. En caso de utilizarse la cámara como cámara de bomba, la primera mitad se deforma elásticamente de manera continua mediante desviación, lo que puede llevar a la aparición de desgaste y, por consiguiente, a un deterioro de las propiedades elásticas o incluso a daños, como por ejemplo roturas. Mediante el uso de metales, en particular acero, como material para la primera mitad de cámara puede garantizarse por tanto una vida útil más larga de la bomba. Además, especialmente el acero tiene la ventaja de ser biocompatible y toxicológicamente inocuo, de modo que puede descartarse una contaminación del líquido (o del gas o la disolución) que se encuentra en la cámara. El acero es un material ampliamente extendido en la industria y muy investigado en cuanto a la técnica de procesamiento, que es económico y puede trabajarse eficazmente con técnicas convencionales. El acero presenta en particular una superficie lisa, lo que facilita la fabricación de la cámara.

Si la cámara se utiliza como cámara de bomba, entonces preferiblemente se dispone una válvula en comunicación de fluido con la abertura de la segunda mitad. A este respecto la válvula puede encontrarse en o junto a la abertura o estar unida a través de un conducto (por ejemplo un tubo flexible) con ésta. Por tanto, el suministro y evacuación de líquidos, gases o disoluciones en la cámara o desde la cámara puede controlarse con precisión. La válvula puede estar diseñada a este respecto, por ejemplo, como válvula simple, válvula doble (en particular en caso de uso de la cámara como cámara de bomba) o válvula de tres vías.

La invención comprende además también una bomba, que presenta una cámara construida tal como se ha descrito anteriormente. Muchas de las ventajas que ofrece una cámara de este tipo al usarse como cámara de bomba ya se han descrito anteriormente en detalle. En particular, el posible control exacto del volumen del espacio hueco con la presente cámara permite la construcción fiable de cámaras con volúmenes pequeños de hasta por debajo de algunos  $\mu\text{l}$ . La cámara construida según la invención es adecuada por tanto de manera ideal como cámara de bomba para microbombas. Así, la costura de unión cerrada que forma la cámara de bomba también puede estar contorneada de tal manera que se formen varios (por ejemplo tres) segmentos de cámara unidos a través de canales.

- Preferiblemente la bomba comprende varias cámaras construidas tal como se describió anteriormente, estando al menos dos de las cámaras en comunicación de fluido entre sí. Las cámaras pueden unirse entre sí a este respecto en serie o en paralelo, para lograr un aumento del volumen de carrera y/o de la capacidad de contrapresión. En este caso, las distintas cámaras pueden contener en cada caso una o varias válvulas así como en cada caso un elemento piezoeléctrico. Durante el funcionamiento de la bomba puede compensarse mutuamente un control de las válvulas y de los elementos piezoeléctricos, por ejemplo a través de un circuito eléctrico, para así garantizar un desarrollo óptimo de la operación de bombeo.
- Otros componentes (microfluídicos), como por ejemplo tubos flexibles, tubos, etc., pueden colocarse mediante adhesión o sujeción y obturación en la bomba o directamente en la cámara. El objetivo de la invención se soluciona, tal como se ha mencionado, también mediante un procedimiento para la fabricación de una cámara, que comprende las siguientes etapas: fabricar una primera mitad en forma de placa y una segunda mitad en forma de placa, unir entre sí de manera plana la primera y la segunda mitad mediante una costura de unión cerrada, y deformar la segunda mitad unida con la primera mitad, para formar un espacio hueco entre la primera y la segunda mitad. Las mitades en forma de placa pueden fabricarse a este respecto por ejemplo mediante estampado, ataque químico o corte a partir de una chapa de metal. Puesto que la deformación se produce con o después de la unión de ambas mitades entre sí, ambas mitades pueden disponerse una junto a otra durante el proceso de unión de manera esencialmente plana. Esto simplifica la operación de deformación y facilita por tanto la fabricación de la cámara.
- El procedimiento puede comprender además una etapa en la que se dota a al menos una de las dos mitades de una abertura, rodeando la costura de unión más tarde la abertura. La etapa para la formación de la abertura se produce a este respecto antes de la unión de las dos mitades de cámara entre sí.
- En una forma de realización preferida la unión de la primera y de la segunda mitad entre sí se produce mediante soldadura, preferiblemente mediante soldadura láser.
- En una forma de realización preferida adicional, la deformación de la segunda mitad se produce mediante deformación térmica, preferiblemente mediante conformación por rayo láser. En particular, la conformación por rayo láser posibilita la aplicación de calor localmente, en puntos definidos con exactitud de la segunda mitad de cámara, lo que posibilita la realización de la etapa de deformación de manera sencilla y eficaz después de la etapa de unión de las dos mitades entre sí. Mediante la conformación por rayo láser y la medición del volumen del espacio hueco formado entre las dos mitades de manera alterna, el proceso de deformación puede realizarse hasta que se logre el volumen deseado del espacio hueco.
- En una forma de realización preferida adicional, la primera mitad de cámara y/o la segunda mitad de cámara están hechas de metal, preferiblemente de acero.
- Preferiblemente las dos mitades de cámara están encajadas o integradas en cada caso a través de almas en un marco. Los marcos (por ejemplo marcos de estampado), que pueden estar presentes en forma de "bandas sin fin", posibilitan una colocación exacta de las mitades de cámara una respecto a la otra y facilitan su suministro a los procesos de tratamiento, como por ejemplo el proceso de unión o el proceso de deformación. Las almas se eligen preferiblemente flexibles, de modo que, por un lado, los marcos no se vean afectados por las deformaciones de las mitades de cámara que se producen con el tratamiento y mantengan esencialmente su forma original. Por otro lado se consigue con esto que la deformación de las mitades de cámara se "disocie", a través de las almas flexibles, de los marcos, con lo cual se posibilita una deformación sin trabas de las mitades sin una influencia negativa de los marcos. Las cámaras pueden soltarse de los marcos en una etapa posterior, en la que se separan las almas.
- A continuación se describe la presente invención meramente a modo de ejemplo a través de las figuras adjuntas, en las que
- la figura 1 muestra una vista en perspectiva de varias segundas mitades de cámara según una forma de realización preferida;
- la figura 2 muestra una vista en perspectiva de varias primeras mitades de cámara según la misma forma de realización preferida;
- la figura 3 muestra una vista en perspectiva de las primeras y las segundas mitades de cámara durante una etapa de colocación antes de la etapa de unión según la misma forma de realización preferida;
- la figura 4A muestra una vista en sección transversal de una primera mitad de cámara ensamblada con una segunda mitad de cámara antes de la etapa de unión según la misma forma de realización preferida;
- la figura 4B muestra una vista en sección transversal de las mitades de cámara mostradas en la figura 4A una vez realizada la unión de las mitades de cámara;
- la figura 5 muestra una vista en sección transversal de las mitades de cámara mostradas en la figura 4B una vez realizada una deformación térmica adicional de la segunda mitad de cámara a través de costuras de deformación;

las figuras 6a y b muestran vistas desde arriba de cámaras contenidas en marcos de estampación de diferentes formas de realización;

las figuras 7a a d muestran vistas en sección transversal de una microbomba según una primera forma de realización en diferentes fases de la operación de bombeo;

- 5 la figura 8 muestra una vista desde abajo de una cámara de tres partes según la invención (arriba) y una vista en sección transversal de una microbomba según una segunda forma de realización, que utiliza la cámara de tres partes como cámara de bomba (abajo);

las figuras 9a y b muestran esquemas básicos, para explicar el funcionamiento de una membrana oscilante para la generación de aerosoles; y

- 10 las figuras 10a y b muestran vistas en sección transversal de cámaras de diferentes formas de realización para la generación de aerosoles.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de varias segundas mitades de cámara 12 según la invención con aberturas 14 (producto intermedio) según una forma de realización preferida, fabricadas mediante estampado a partir de una chapa de acero refinado y que están unidas a través de almas 15 estrechas con el marco de estampado 16. Las mitades 12 están formadas planas y redondas y presentan un grosor de 0,3 mm así como un diámetro externo de 30 mm. La abertura 14 está formada de manera cuadrada con una longitud lateral de 6 mm. En formas de realización preferidas adicionales, el grosor y el diámetro de la segunda mitad 12 se sitúan normalmente en un intervalo de 0,2-0,6 mm ó 10-50 mm. La forma de la abertura 14 puede elegirse de manera arbitraria y por ejemplo adaptarse a la forma de una válvula que va a encajarse. Por ejemplo, la abertura 14 puede formarse de manera rectangular, triangular, ovalada o circular, con diámetros normalmente en el intervalo de 1-15 mm.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva de varias primeras mitades de cámara 10 (producto intermedio) según la misma forma de realización preferida que en la figura 1. Las primeras mitades 10 se han fabricado igualmente mediante estampado a partir de una chapa de acero refinado, están unidas a través de almas 15 estrechas con el marco de estampado 18 y están formadas, al igual que las segundas mitades 12, planas y redondas con un grosor de 0,1 mm (intervalo típico 0,05-2 mm) y un diámetro de 30 mm (intervalo típico 10-50 mm). Aunque la primera 10 y la segunda mitad 12 en la presente forma de realización tienen diámetros idénticos, en otras formas de realización preferidas también pueden elegirse los diámetros de las dos mitades 10, 12 uno distinto del otro. Por ejemplo, el diámetro de la primera mitad 10 puede ser mayor que el de la segunda mitad 12. Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, en la presente forma de realización las primeras 10 y segundas mitades de cámara 12 se sostienen a través de almas 15 en marcos de estampado 18 ó 16, lo que facilita la unión de las dos mitades 10, 12. Para esta etapa de proceso, los dos marcos de estampado 16, 18 se colocan simplemente uno sobre otro de manera coincidente, con lo cual también al menos en cada caso una primera mitad 10 contenida en el marco 16 y una segunda mitad 12 contenida en el marco 18 se sitúan una sobre otra de manera coincidente. Tal como se muestra en la figura 3, la colocación de las mitades de cámara 10, 12 una respecto a la otra puede realizarse a este respecto mediante orificios de indexación 19 previstos en los marcos 16, 18. En otra forma de realización de la invención, los marcos de estampado 16, 18 también pueden configurarse como bandas sin fin, lo que facilita la automatización de los procesos de tratamiento.

La figura 4A muestra una vista en sección transversal de una primera mitad de cámara 10 dispuesta de manera coincidente sobre una segunda mitad de cámara 12 antes de la etapa de unión. A continuación se sueldan por láser entre sí las dos mitades 10, 12 dispuestas una sobre otra desde el lado de la primera mitad 10. En otras formas de realización preferidas esta etapa de unión puede producirse también desde el lado de la segunda mitad. Puesto que las mitades 10, 12 unidas no se separan de los marcos 16, 18 hasta después de la etapa de deformación de la segunda mitad 12, es decir cuando ha concluido el proceso de formación de la cámara, se facilita una automatización del proceso de fabricación.

La figura 4B muestra una vista en sección transversal de la primera 10 y la segunda mitad de cámara 12, mostradas en la figura 4A, unidas entre sí por soldadura láser (producto intermedio). Para la soldadura láser se usó un láser de fibra CW con una longitud de onda de 1064 nm (intervalo típico 800-1200 nm), una potencia de 100 W (intervalo típico 50-200 W) y un diámetro de punto láser focalizado de 30  $\mu\text{m}$  (intervalo típico 20-40  $\mu\text{m}$ ), aunque también son adecuados otros láseres para tratamiento de metales. La velocidad de rayo lateral durante el proceso de soldadura ascendió a 300 mm/s (intervalo típico 200-600 mm/s).

La costura de soldadura láser 20 se forma de manera circular y tiene un diámetro de 28 mm (intervalo típico 10-50 mm), dependiendo de las dimensiones de las dos mitades de cámara 10, 12). Tal como puede verse en la figura 4B, en el proceso de soldadura tiene lugar ya una primera deformación (y por tanto abombamiento) de las dos mitades de cámara 10, 12. De este modo se crea un espacio hueco 30 entre las mitades de cámara 10, 12 circulares. El abombamiento de las mitades de cámara 10, 12 está asociado al mismo tiempo con un ligero acortamiento 31 de las mitades 10, 12 en dirección radial (encogimiento). Puesto que las almas 15 están formadas de manera estrecha y flexible, las deformaciones de las mitades de cámara 10, 12 no influyen para nada en los marcos de estampado 16, 18, de modo que éstos mantienen su forma original. Las almas sirven por tanto,

expresado de otro modo, como suspensión para las mitades de cámara en los marcos de estampado 16, 18. Por otro lado, gracias a la “disociación” de la deformación de las mitades de cámara 10, 12 respecto a los marcos 16, 18 a través de las almas 15 estrechas y flexibles se posibilita que las mitades 10, 12 puedan deformarse de manera fiable y sin verse afectadas negativamente por los marcos 16, 18. En caso contrario, los marcos podrían deformarse junto con la deformación de las mitades y de este modo rigidizarse.

Una vez realizada la soldadura láser de las dos mitades 10, 12, la segunda mitad 12 se deforma mediante conformación por rayo láser. De este modo puede lograrse un abombamiento adicional y en parte mayor de la segunda mitad 12. La figura 5 muestra una vista en sección transversal de las primeras 10 y segundas mitades de cámara 12 unidas entre sí después de la deformación de la segunda mitad de cámara 12 según la presente forma de realización. Para esta etapa de deformación, que se produjo desde el lado de la segunda mitad 12, se usó el mismo láser que para la etapa de soldadura con la configuración anteriormente descrita (en otras formas de realización pueden variarse los parámetros del láser en los intervalos anteriormente descritos). La conformación por rayo láser se realizó a una velocidad de rayo lateral de 600 mm/s (intervalo típico 100 - 800 mm/s) y con un punto láser focalizado con un diámetro de 50  $\mu\text{m}$  (intervalo típico 40-80  $\mu\text{m}$ ). Para más información con respecto a la técnica de la conformación por rayo láser se remite al documento “Flexible Formgebung von Blechen durch Laserstrahlumformen”, Dissertation von Thomas Hennige, Erlangen, 2001, ISBN 3-87525-140-7. Tal como puede verse en la figura 5, la segunda mitad de cámara 12 presenta una costura de deformación 22 circular cerrada y varias costuras de deformación 22 abiertas, dispuestas radialmente y que discurren de manera rectilínea, de distinta longitud. En otras formas de realización puede elegirse un número arbitrario de costuras de deformación 22 con cualquier forma (por ejemplo ovalada o la costura de unión 21 tal como se muestra en la figura 6b), pudiendo lograrse un abombamiento de la segunda mitad de cámara 12 también mediante una única costura 22. El diámetro (o en general, las dimensiones laterales) de las costuras de deformación 22 cerradas se sitúan normalmente en el intervalo de 15-50 mm, dependiendo entre otras cosas de las dimensiones de las mitades de cámara 10, 12. En la presente forma de realización, mostrada en la figura 5, mediante la conformación por rayo láser se logra un abombamiento de la segunda mitad de cámara 12 con una combadura máxima de aproximadamente 400  $\mu\text{m}$  (intervalo típico 100-500  $\mu\text{m}$ ), con lo cual se forma un espacio hueco entre las dos mitades de cámara 10, 12 con un volumen de aproximadamente 30  $\mu\text{l}$  (intervalo típico 5-100  $\mu\text{l}$ ). Después de la etapa de conformación por rayo láser termina el proceso de fabricación de la cámara y la cámara acabada puede extraerse de los marcos de estampado 16, 18 (separación de las almas) o suministrarse a otros procesos de montaje. Las figuras 6a y b muestran vistas desde arriba de cámaras integradas en marcos de estampado 16, 18 de diferentes formas de realización, correspondiendo la configuración representada en la figura 6a a la mostrada en las figuras 4B y 5. La forma de realización mostrada en la figura 6b, en la que las dos cámaras se encuentran en comunicación de fluido entre sí a través de una unión estrecha, es ventajosa en particular para su uso en bombas, preferiblemente en microbombas. También son concebibles otras geometrías de cámara.

Para usar la cámara como cámara de bomba, por ejemplo en una microbomba, la cámara puede dotarse de una válvula no mostrada, que está en comunicación de fluido con la abertura 14. La válvula puede colocarse, por ejemplo, en o junto a la abertura 14, o unirse con ésta a través de un conducto (por ejemplo un tubo flexible). La válvula empleada puede ser a este respecto una válvula de retención, por ejemplo de Si, metal o plástico. La válvula puede fijarse en o junto a la abertura 14 por ejemplo mediante adhesión o sujeción y obturación. Por otro lado, también es posible utilizar la cámara como cámara de bomba sin la incorporación de una válvula adicional, por ejemplo para la generación de una presión oscilante. Además, usando la cámara como cámara de bomba, puede colocarse un elemento piezoeléctrico en la superficie exterior de la primera mitad 10 de la cámara. El elemento piezoeléctrico puede estar formado a este respecto de diferentes formas, por ejemplo como disco o anillo, y unirse de distintas formas con la cámara, por ejemplo mediante adhesión. Una configuración del elemento piezoeléctrico como anillo es particularmente ventajosa cuando ambas mitades de cámara 10, 12 están dotadas de aberturas 14, por ejemplo cuando se usa la cámara como filtro, o en general, cuando está prevista una abertura 14 en la mitad 10, 12 dotada del elemento piezoeléctrico, por ejemplo cuando se usa la cámara para la generación de aerosoles (véase la figura 10a). En este caso, el anillo piezoeléctrico puede disponerse alrededor de una de las aberturas 14, de modo que es posible una recepción o emisión de líquido sin obstáculos a través de la abertura 14 en cuestión. Además, la disposición del elemento piezoeléctrico con respecto a la costura de soldadura 20 puede elegirse de manera diferente, por ejemplo la costura de soldadura 20 puede situarse dentro de un anillo piezoeléctrico, según la configuración de la cámara.

La figura 7a muestra una vista en sección transversal de una microbomba según una primera forma de realización de la invención. La microbomba comprende una cámara de bomba hecha de chapa de acero con una primera mitad de cámara 10 y una segunda mitad de cámara 12 de la forma de realización mostrada en las figuras 1 a 6a. Los grosores (espesores) de las mitades de cámara 10, 12, así como las dimensiones de los demás componentes se muestran en la figura 7 sin mantener la proporción. En la superficie exterior de la primera mitad de cámara 10 está dispuesto un elemento 48 piezoeléctrico en forma de disco, que está unido a través de una unión eléctrica no mostrada con una fuente de tensión y en la presente forma de realización se utiliza de manera bipolar. En la abertura 14 de la segunda mitad de cámara 12 está prevista una válvula doble 52, que contiene un primer 56 y un segundo elemento de lámina 54. Estos dos elementos de lámina están dispuestos de este modo porque funcionan como válvulas de retención en cada caso en el canal de entrada 44 o el canal de salida 46. Cuando los dos

5 elementos de lámina 54, 56 están en su posición de partida, la válvula está cerrada. El primer elemento de lámina 56 sólo puede desviarse elásticamente en dirección hacia la abertura 14 de la cámara (formándose debido a la desviación un paso de líquido entre el canal de entrada 44 y la abertura de cámara 14) y el segundo elemento de lámina 54 sólo puede desviarse elásticamente en la dirección contraria (formándose debido a la desviación un paso de líquido entre la abertura de cámara 14 y el canal de salida 46). Por tanto, un líquido (o un gas, una disolución) sólo puede fluir a través del canal de entrada 44 hacia el interior de la cámara y sólo a través del canal de salida 46 fuera de ésta. En la configuración mostrada en la figura 7a se aplica una tensión de una determinada polaridad al elemento piezoeléctrico 48 y la válvula doble 52 está cerrada.

10 Al continuar el funcionamiento de la microbomba, a través de la fuente de tensión no mostrada se invierte la polaridad de la tensión sobre el elemento piezoeléctrico 48, con lo cual la primera mitad de cámara 10 se desvía en dirección a la segunda mitad de cámara 12 (véase la figura 7b). De este modo se reduce el volumen del espacio hueco 30 formado entre las dos mitades de cámara 10, 12 y se produce una sobrepresión en la cámara de bomba. Esta sobrepresión provoca que el segundo elemento de lámina 54 se desvíe en dirección a la abertura de salida 46 y que el líquido (o el gas, la disolución) contenido en la cámara se transporte a través de la abertura de salida 46 fuera del espacio hueco 30. Cuando, tal como se muestra en la figura 7c, la primera mitad de cámara 10 está totalmente desviada, ya no queda nada de fluido en la cámara. La presión ejercida mediante la primera mitad 10 cae hasta 0 y el segundo elemento de lámina 54 regresa a su posición de partida, de modo que la válvula doble 52 se cierra. Si ahora vuelve a invertirse la polaridad de la tensión aplicada al elemento piezoeléctrico 48, entonces la primera mitad de cámara 10 regresa a su posición de partida, tal como se muestra en la figura 7d, con lo cual el volumen del espacio hueco 30 se amplía y se produce una subpresión en la cámara. Mediante esta subpresión, el primer elemento de lámina 56 se desvía en dirección a la abertura de cámara 14 y el líquido (o gas, disolución) se transporta a través de la abertura de entrada 44 al interior de la cámara 30. Mediante la inversión periódica de la polaridad de la tensión aplicada al elemento piezoeléctrico 48 se transporta así de manera continua el líquido (o gas, disolución) desde el canal de entrada 44 al interior del espacio hueco 30 y desde el espacio hueco 30 al canal de salida 46, es decir la bomba se encuentra en funcionamiento.

15 La figura 8 muestra una vista desde abajo de una cámara de tres partes según la invención (arriba) y una vista en sección transversal de una microbomba según una segunda forma de realización, que utiliza la cámara de tres partes como cámara de bomba (abajo). La cámara comprende una primera 50 y una segunda mitad 52, que presentan en cada caso tres segmentos redondos y, tal como se explicó anteriormente y se describió a través de las figuras 1 a 6, están unidas entre sí y deformadas térmicamente. Los dos segmentos de borde situados externamente de la segunda mitad 52 presentan en cada caso una abertura 54, que está dotada, para el uso de la cámara como cámara de bomba en la microbomba mostrada en la figura 8 (abajo), de un asiento de válvula 56. Además, está previsto en cada caso un actuador 53 que puede controlarse de manera independiente (por ejemplo un elemento piezoeléctrico) en cada uno de los tres segmentos de la primera mitad de cámara 50, con el que puede controlarse la desviación del respectivo segmento. Mediante la activación de los actuadores 53 externos colocados en los segmentos de borde el respectivo segmento de la primera mitad 50 puede ponerse en contacto con el correspondiente asiento de válvula 56 de modo que no es posible una recepción o emisión de fluido a través de la respectiva abertura 54 (es decir la válvula está cerrada). Este contacto puede volver a liberarse mediante la activación inversa del correspondiente actuador 53 (por ejemplo mediante inversión de la polaridad de la tensión aplicada en caso de utilizarse un elemento piezoeléctrico como actuador 53), con lo cual se abre la válvula. Además los dos segmentos de borde de la cámara se encuentran en comunicación de fluido con el segmento central a través de canales 58 cortos. Estos canales 58 se crean durante la unión y la deformación de las dos mitades de cámara 50, 52 (costura de unión contorneada) y no requieren por tanto una etapa de fabricación especial. Durante el funcionamiento de la microbomba mostrada en la figura 8 (abajo), se usa el actuador 53 colocado en el segmento de cámara central para aspirar y drenar fluido en el espacio hueco formado entre las dos mitades de cámara 50, 52. La recepción de fluido se produce a este respecto a través de una de las dos aberturas 54, mientras que la otra abertura 54 se mantiene cerrada gracias al actuador 53 correspondiente. En el caso de la emisión de fluido se activan los dos actuadores de borde 53 en sentido inverso, de modo que se cierra la abertura 54 que se ha mantenido abierta durante la recepción de fluido y se abre la abertura 54 que se ha mantenido cerrada durante la recepción de fluido. Mediante una activación periódica, sincronizada en el tiempo, de los actuadores de borde 53 y del actuador central 53 se provoca por tanto un transporte de fluido a través de una abertura 54 al interior de la cámara y a través de la otra abertura 54 fuera de la cámara, con lo cual puede usarse la bomba para el transporte de fluido.

20 No obstante, la bomba descrita anteriormente es tan sólo un campo de aplicación para la(s) cámara(s) de la invención. Ya se han mencionado anteriormente otros fines de uso, como por ejemplo el uso como cámara de filtro, cámara de sensor o para la generación de aerosoles.

25 Las figuras 9a y b muestran esquemas básicos para explicar el funcionamiento de una membrana oscilante para la generación de aerosoles. Están previstas una o varias aberturas 64 del mismo tipo con un diámetro de salida pequeño (preferiblemente en el intervalo de desde 1 hasta 10  $\mu\text{m}$ ) en una pared de cámara 62 y se encuentran en contacto con un líquido 74 contenido en la cámara. El lado externo de la cámara está abierto hacia la atmósfera. Para la generación de aerosoles se solicita el líquido 74 con fluctuaciones de presión, que se generan a través de oscilaciones rápidas de una pared de cámara. Así oscila preferiblemente la pared de cámara 62 en la que están



contenidas las aberturas 64 (figura 9a) o una pared 66 que está dispuesta directamente enfrente de las aberturas (figura 9b). Las fluctuaciones de presión impulsan el líquido 74 a través de las aberturas 64 en forma de pequeñas gotitas, con lo cual se produce en el lado de la atmósfera un aerosol.

5 Las figuras 10a y b muestran vistas en sección transversal de cámaras de diferentes formas de realización para la generación de aerosoles. En la forma de realización representada en la figura 10a están previstas una o varias aberturas 64 pequeñas en la primera mitad de cámara 10. Un actuador 70 para la generación de oscilaciones de presión está implementado a través de una combinación bimorfa de la primera mitad de cámara 10 con un anillo 72 piezoeléctrico. El actuador 70 se excita con una tensión alterna en el rango de frecuencias de ultrasonido (frecuencias típicas desde 40 hasta 200 kHz), preferiblemente en proximidad a una resonancia mecánica de la cámara. La cámara está llena al menos en parte con un líquido 74, de modo que las aberturas 64 se mojan al menos con el líquido 74. Según una forma de realización adicional, las aberturas 64 pequeñas pueden colocarse también en la segunda mitad de cámara 12, que dado el caso está dotada para ello de un segmento de pared 78 delgado (figura 10b). En este caso el actuador 71 o bien puede estar formado como el actuador 70 mostrado en la figura 10a o bien el anillo 72 piezoeléctrico puede sustituirse por ejemplo por un disco 73 piezoeléctrico, ya que en una forma de realización de este tipo no es necesaria ninguna abertura del elemento piezoeléctrico.

15 La invención no se limita a las formas de realización descritas, sino que puede modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

1. Cámara, en particular cámara de bomba, que comprende una primera mitad (10) y una segunda mitad (12), en la que
  - 5 - la primera (10) y la segunda mitad (12) están unidas entre sí de manera plana mediante una costura de unión (20) cerrada,
  - al menos una de las dos mitades (10, 12) presenta al menos una abertura (14), que se sitúa dentro de la costura de unión (20),
  - 10 - al menos la segunda mitad (12) está deformada térmicamente dentro de la costura de unión (20) cerrada de tal manera que está configurada de manera abombada con respecto a la superficie de unión con la primera mitad (10), de modo que se forma un espacio hueco (30) entre la primera (10) y la segunda mitad (12), y
  - la segunda mitad (12) presenta al menos una costura de deformación (22), que se sitúa dentro de la costura de unión (20).
- 15 2. Cámara según la reivindicación 1, en la que la costura de unión (20) es una costura de soldadura, preferiblemente una costura de soldadura láser.
3. Cámara según la reivindicación 1 ó 2, en la que la costura de deformación (22) es una costura de conformación láser.
4. Cámara según la reivindicación 3, que presenta al menos una costura de deformación (22) configurada cerrada y/o abierta.
- 20 5. Cámara según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la primera (10) y la segunda mitad (12) presentan un grosor perpendicular a su superficie, siendo el grosor de la primera mitad (10) inferior al de la segunda mitad (12).
6. Cámara según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la primera mitad (10) puede desviarse elásticamente en una dirección perpendicular a su superficie, con respecto a la segunda mitad (12).
- 25 7. Cámara según la reivindicación 6, en la que el abombamiento de la segunda mitad (12) está adaptado a la desviación máxima de la primera mitad (10).
8. Cámara según la reivindicación 6 ó 7, en la que la primera mitad (10) está unida con un elemento (48) piezoeléctrico, con el que puede controlarse la desviación de la primera mitad (10).
- 30 9. Cámara según una de las reivindicaciones anteriores, en la que una válvula está dispuesta en comunicación de fluido con la abertura (14) de la segunda mitad (12).
10. Procedimiento para la fabricación de una cámara, que comprende las siguientes etapas:
  - fabricar una primera mitad (10) en forma de placa y una segunda mitad (12) en forma de placa,
  - unir de manera plana la primera (10) y la segunda mitad (12) entre sí mediante una costura de unión (20) cerrada, y
  - 35 - deformar la segunda mitad (12) unida con la primera mitad (10), para formar un espacio hueco (13) entre la primera (10) y la segunda mitad (12), caracterizado porque la deformación de la segunda mitad (12) se produce mediante deformación térmica.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además una etapa en la que al menos una de las dos mitades (10, 12) está dotada de una abertura (14), rodeando posteriormente la costura de unión (20) la abertura (14).
- 40 12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, en el que la unión de la primera (10) y de la segunda mitad (12) entre sí se produce mediante soldadura, preferiblemente mediante soldadura láser.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la deformación de la segunda mitad (12) se produce mediante conformación por rayo láser.
- 45 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que las mitades (10, 12) en forma de placa se fabrican de tal manera que se sostienen, en cada caso, a través de almas (15) en marcos (16, 18).

15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que los marcos (16, 18) junto con las mitades (10, 12) en forma de placa se suministran en forma de bandas sin fin.
16. Cámara según una de las reivindicaciones 1 a 9, en la que la primera mitad (10) y/o la segunda mitad (12) están hechas de metal, preferiblemente de acero.
- 5 17. Bomba, que comprende una cámara según una de las reivindicaciones 1 a 9 ó 16 o varias cámaras según una de las reivindicaciones 1 a 9 ó 16, en la que al menos dos de las cámaras se encuentran en comunicación de fluido una respecto a la otra.

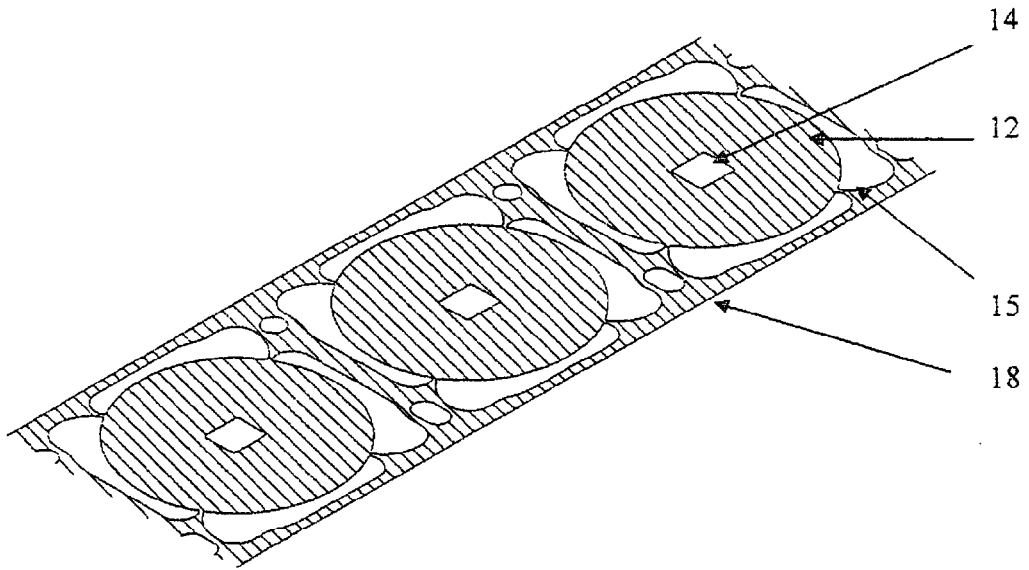


Fig. 1

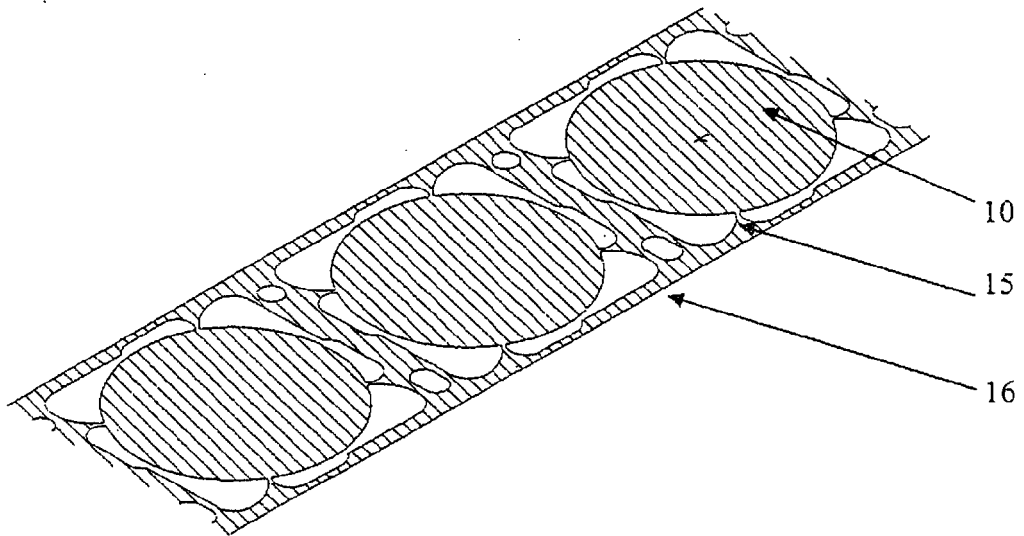


Fig. 2

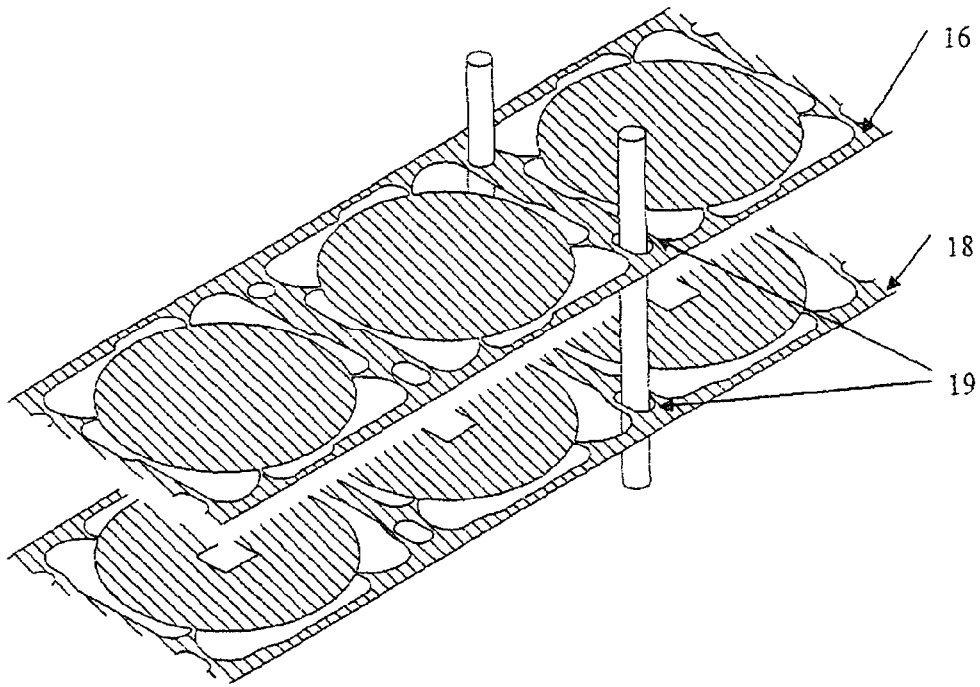


Fig. 3

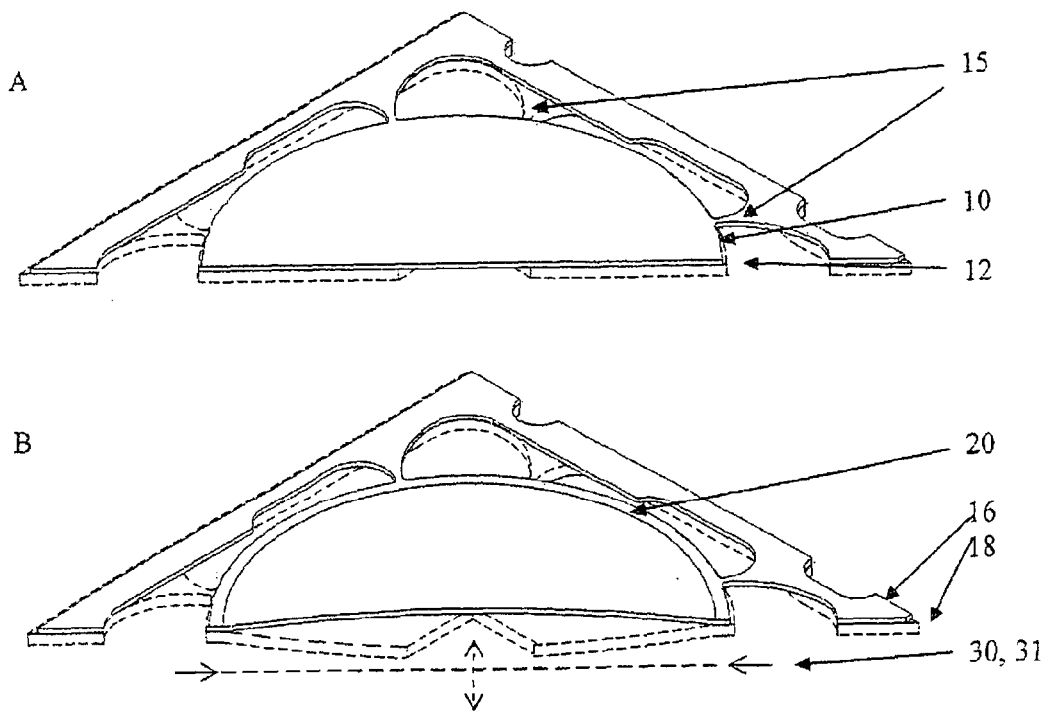


Fig. 4

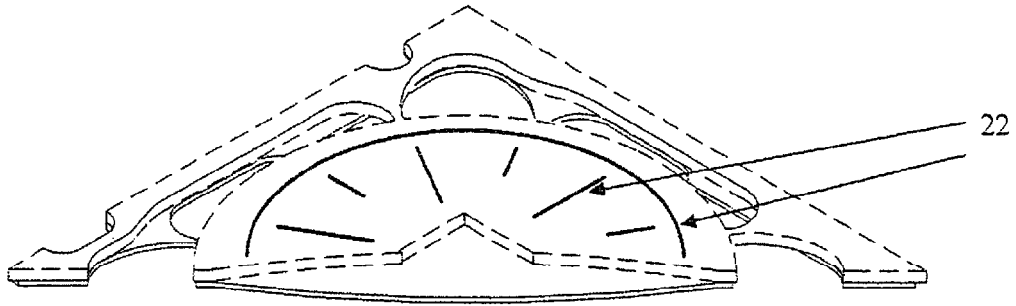


Fig. 5

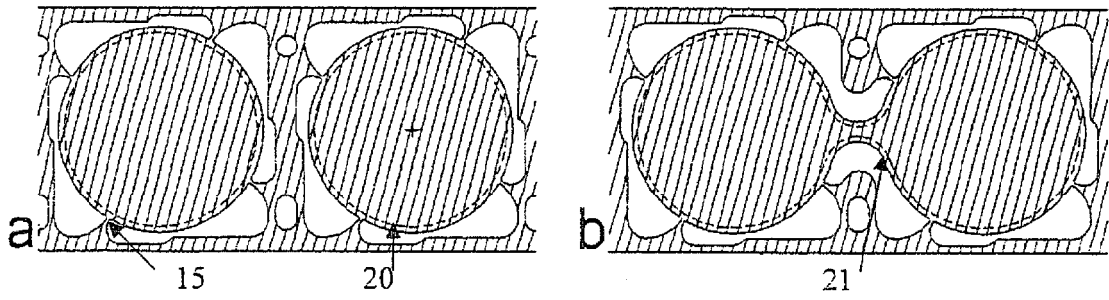


Fig. 6

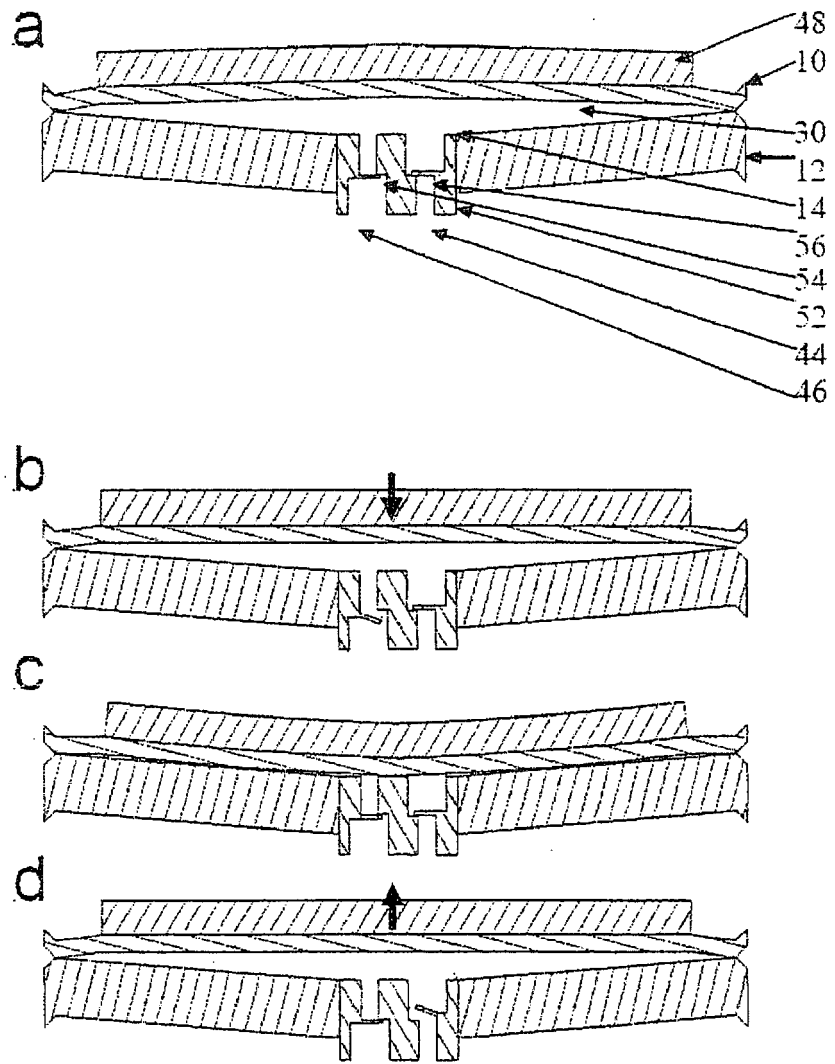


Fig. 7

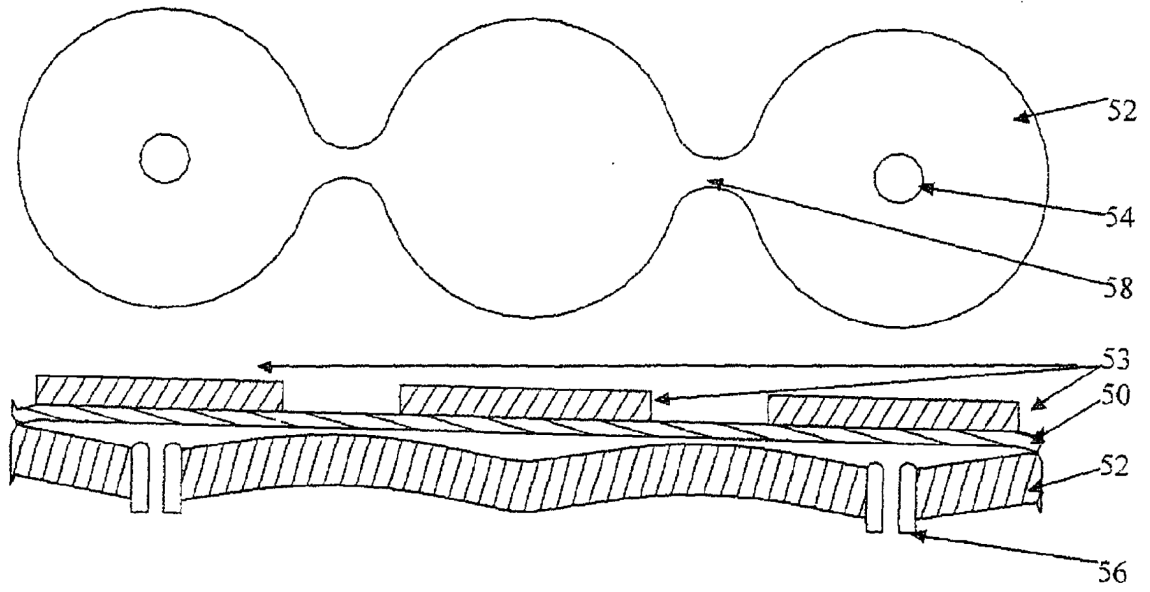


Fig. 8

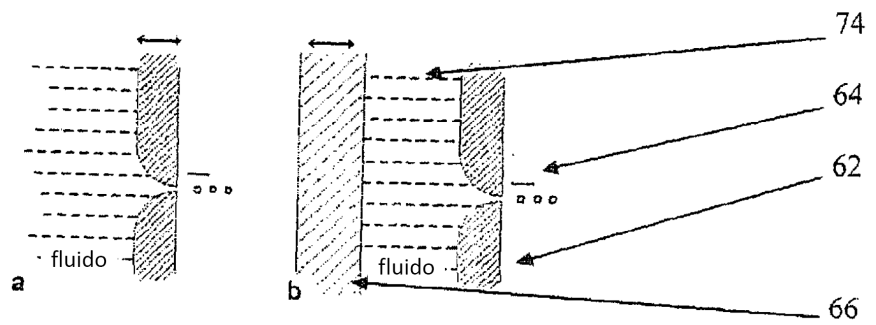


Fig. 9



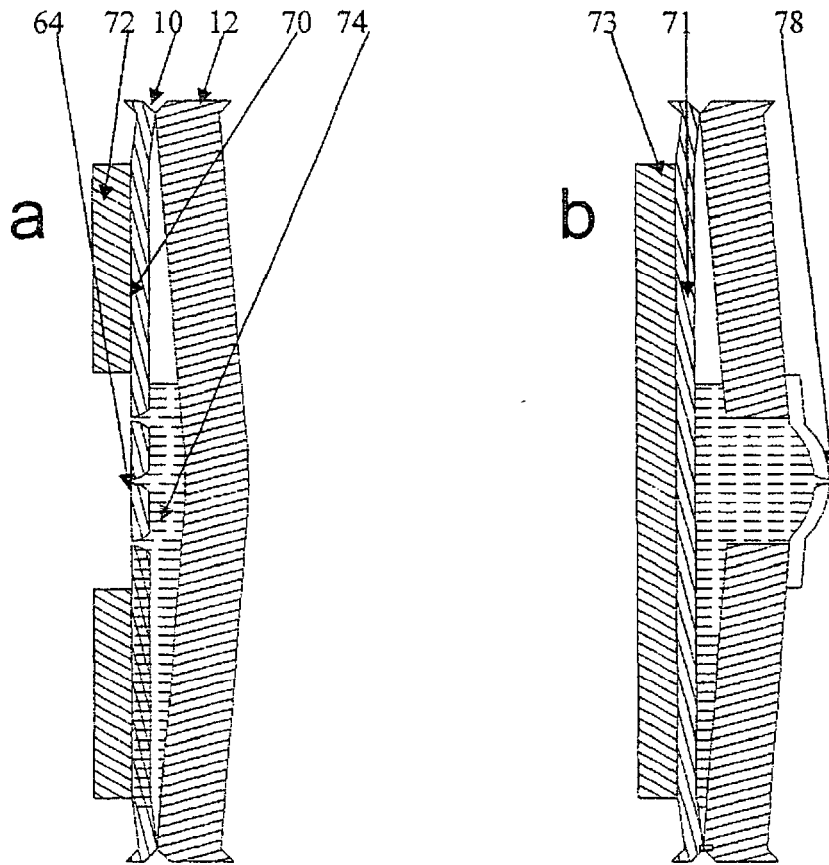


Fig. 10