



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 864**

51 Int. Cl.:  
**F04B 43/073** (2006.01)  
**F04B 49/14** (2006.01)  
**F04B 43/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04724563 .4**  
96 Fecha de presentación : **31.03.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1611355**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.01.2006**

54 Título: **Bomba de membrana.**

30 Prioridad: **10.04.2003 DE 103 16 395**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.03.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.03.2011**

73 Titular/es: **DRITTE PATENTPORTFOLIO  
BETEILIGUNGSGESELLSCHAFT mbH & Co. KG.  
Berliner Strasse 1  
12529 Schnefeld/OT Waltersdor, DE**

72 Inventor/es: **Jahn, Peter**

74 Agente: **Blanco Jiménez, Araceli**

ES 2 354 864 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

Bomba de membrana.

5 La presente invención se refiere a una bomba de membrana basada en la patente DE-A 102 16 146, es decir, una bomba de membrana con por lo menos dos canales para el suministro y drenaje de líquidos, pero con un volumen de elevación ajustable mediante un dispositivo de dosificación en forma de cabeza de dosificación, y al uso de la bomba de membrana como válvula regulable o como válvula distribuidora regulable multivía o válvula distribuidora de múltiples componentes.

10 De la US-A 3 741 687 se conoce una bomba de membrana con sólo dos canales: un canal de entrada y un canal de salida.

15 De la DE-A 102 16 146 se conoce una bomba de membrana con un cuerpo de bomba de varios componentes y dos canales que consisten en por lo menos tres placas rígidas y por lo menos dos membranas elásticas que se extienden entre las placas y en la que las placas forman, particularmente, una cámara de bombeo y por lo menos dos cámaras de cierre, teniendo cada una de ellas una abertura de entrada y de salida para el material a transportar y en la que las cámaras de bombeo y de cierre forman - junto con un canal de entrada, los canales de conexión y un canal de salida - un canal de paso, y en la que la cámara de bombeo y las cámaras de cierre se dividen cada una en un compartimento de producto y un compartimento de control y en la que los compartimentos de control comprenden líneas piloto conectadas a la unidad de control.

25 Durante el uso de la bomba de membrana según la DE-A 102 16 146 se ha detectado que ésta no siempre cumple con los requisitos de precisión, particularmente cuando las sustancias presentan diferentes densidades, o también cuando se requiere una dosificación exacta de diferentes caudales volumétricos utilizando una carrera de suministro individual o cuando se quiera utilizar la bomba de membrana como válvula multivía.

30 Por consiguiente, la tarea es desarrollar una bomba de membrana mejorada basada en la bomba de membrana descrita en la DE-A 102 16 146 que sea capaz de bombear pequeñas cantidades volumétricas por unidad de tiempo y que tenga una alta precisión de dosificación a corto plazo, todo ello, con unas dimensiones reducidas. La bomba debe tener un buen comportamiento de succión para ser capaz de bombear incluso contra una presión elevada para que, incluso cuando la cabeza de la bomba no esté inundada, sea posible el transporte contra la presión y el funcionamiento con una carrera parcial y permita, en un momento dado y cuando se desee, tomar una muestra del material que se pretende transportar. Esta tarea se ha ampliado por el hecho que en esta bomba también es posible una dosificación en serie de distintos líquidos así como una limpieza mejorada y, al mismo tiempo, se ha optimizado el comportamiento de transporte por pulsaciones.

35 La solución de la tarea y el objeto de la presente invención consiste en una cabeza de bomba modular con forma de laminilla operada de forma electroneumática (según la fig. 1 o la fig. 2), respectivamente, que consiste en varias partes y en por lo menos tres placas rígidas (laminillas) (201, 203, 205) y en por lo menos dos membranas elásticas (204, 202) que se encuentran entre dichas placas y en la que las placas (201, 203, 205) forman al menos una cámara de bombeo (211) y por lo menos dos cámaras de cierre (210, 212) que particularmente presentan la geometría de un sector esférico, una zona esférica, un cilindro o un cono truncado y una abertura de entrada (240) y una abertura de salida (241) para el material que se pretende transportar y en la que la cámara de bombeo (211) y las cámaras de cierre (210, 212) forman, junto con el canal de entrada (207), los canales de conexión (208) y (209) y el canal de salida (206), un canal de paso, y en la que la cámara de bombeo (211) y las cámaras de cierre (210, 212) están divididas, mediante las membranas (204, 202), en un compartimento de producto (230, 231, 232) y un compartimento de control (220, 221, 222), y en la que los compartimentos de control (220, 221, 222) comprenden líneas piloto (119, 120, 121) conectadas a una unidad de control (100, 115), caracterizada por el hecho de que la placa exterior (205) se construye de modo que aloje el disco móvil y así agrande el compartimento de control de la cámara de bombeo colocándose, en su interior, un disco con desplazamiento axial (1001) con una varilla prolongada insertada en un lado (1002) hasta el exterior de la cabeza de dosificación y que puede ajustarse desde el exterior de la bomba (1003) moviendo, de esta manera, el disco (1001) en el interior del compartimento de control, reduciendo o agrandando, respectivamente, el recorrido posible de la membrana en el interior de la cámara de bombeo para poder variar el volumen de líquido en cada carrera de bombeo de material, y por el hecho de que la bomba trabaja en un modo de carrera parcial sin que el volumen del espacio muerto en el compartimento de producto se altere, y por el hecho de que la superficie del disco móvil es ligeramente inferior a la superficie activa de la membrana de bombeo y la distancia del centro de cada entrada contigua o de la salida de cada cámara de bombeo o cierre, respectivamente, es dos o diez veces superior al diámetro hidráulico de cada abertura de entrada (240) o salida (241).

40 En una forma de realización preferida de la invención, la bomba de membrana comprende una unidad de control descentralizada electroneumática (100, 115) con generador de depresión para la activación de la cabeza de la bomba y donde la distancia del centro de cada una de las entradas y salidas de las respectivas cámaras de bombeo y cierre es de dos a diez veces superior al diámetro hidráulico de cada abertura de entrada (240) o salida (241).

65 La bomba de membrana según la invención se construye preferentemente de tal manera que la cámara de bombeo (211) y las cámaras de cierre (210, 212) se cierren herméticamente en el lado de los bordes mediante las membranas (204, 202).

## ES 2 354 864 T3

La placa exterior (205) se forma de tal modo que aloje preferentemente el disco móvil y la varilla con la posibilidad de un ajuste externo. Esto requiere que la placa externa sea, en la mayoría de los casos, más gruesa y fuerte que las placas (201) ó (203).

5 La membrana elástica que se extiende tensada entre las placas, se tensa y relaja de forma neumática por la propulsión (unidad de control) de modo que la superficie de la membrana activa se deforme, en el estado de funcionamiento cerrado por la presión de control, hacia la pared delimitadora de la cámara de bombeo y de cierre en el lado del producto, y en el estado de funcionamiento abierto o relajado, por la propia elasticidad del material de la membrana y por la depresión hasta la pared delimitadora del compartimento de control.

10 De este modo, el esfuerzo de desplazamiento más alto es compensado por el recorrido más grande de la deformación de la membrana. La fuerza aplicada para los movimientos de transporte y cierre de las membranas, respectivamente, por consiguiente, es mayor que la fuerza aplicada para la vuelta de las membranas a su posición inicial.

15 Debido a las geometrías preferidas y el efecto de fuerza preferido, la carga de la membrana y la deformación de la membrana son simétricas, aumentando así la precisión de dosificación y la vida útil de la membrana.

La bomba de membrana según la invención, que consiste en una cabeza de bomba según la invención y una unidad de control descentralizada posibilita el transporte de pequeñas cantidades de volumen por unidad de tiempo, presenta una alta precisión de dosificación a corto plazo con respecto a la carrera por dosificación, demuestra un excelente comportamiento de succión y es capaz de transportar el material contra la presión incluso cuando la cabeza de bomba no se encuentre inundada y, además, facilita el funcionamiento con una carrera parcial en todo momento. La bomba de membrana según la invención facilita, en sus distintas aplicaciones, el transporte de líquidos con una gama de viscosidad entre 0,001 Pas hasta 10 Pas, preferentemente entre 0,001 hasta 5 Pas, y particularmente preferido de 25 líquidos con una viscosidad de 0,001 a 2 Pas.

El disco móvil (1001) que se desplaza mediante el movimiento de rotación y de la carrera en dirección axial al compartimento de control de la cámara de bombeo (211) facilita que cambie el recorrido de carrera de la membrana de la bomba transportadora (204), de modo que el bombeo pueda llevarse a cabo mediante el funcionamiento con carrera 30 parcial. Además, se consigue una reducción adicional de la carga de la membrana, ya que, dependiendo del material elástico utilizado, la deformación por el cambio del recorrido de la carrera de la membrana es menor. Preferentemente, el disco móvil reduce el recorrido de deformación en el estado relajado.

La pared (1001) que se puede desplazar de forma axial en el interior del compartimento de control de la cámara de bombeo varía el movimiento de la membrana en dirección axial en un rango entre el 1% y el 100% del máximo recorrido constructivo de carrera. Preferentemente, el límite se predetermina entre el 10% y el 100% y, particularmente preferido, el límite se encuentra entre el 20% y el 100% del recorrido de la carrera sin agrandar el volumen del espacio muerto en el interior de la cámara de bombeo.

40 Según la presente invención, la superficie del disco móvil es ligeramente más pequeña que la superficie de la membrana activa para el transporte. En la presente invención "ligeramente" quiere decir que la membrana en la superficie dirigida hacia el disco móvil en dirección axial presenta una dimensión del 60% de la superficie de la membrana activa para el transporte, preferentemente una dimensión del 61% hasta el 81% y particularmente preferido una dimensión del 81% hasta el 95% de la superficie de la membrana activa para el transporte. De esta manera, se soporta una gran 45 superficie de la membrana elástica durante la operación y aumenta la precisión de dosificación.

Mediante la varilla (1002) se puede ajustar el disco móvil (1001) desde el exterior de la bomba de membrana e introducirla por la placa exterior (205). El desplazamiento se efectúa mediante el ajuste giratorio o de elevación, por ejemplo, de forma manual, mediante un accionamiento hidráulico, neumático o piezo, siendo posible también el ajuste 50 preciso automático de la carrera parcial. La varilla puede ser, por ejemplo, una varilla roscada o una rosca con forma de varilla cilíndrica o varilla cuadrada. El disco móvil o la varilla, respectivamente, se cierran herméticamente hacia la placa (205) y hacia el exterior, de modo que el compartimento de control pueda cargarse con presión.

El ajuste axial del disco en el interior del compartimento de control de la cámara de bombeo puede efectuarse, en una forma de realización preferida de la invención, automáticamente a través de la varilla (1002), o mediante control remoto si se instala un motor eléctrico o un servomotor hidráulico o neumático.

60 Dependiendo de la selección de la posibilidad de ajuste conveniente para el disco móvil puede ser ventajoso que las cámaras de cierre también presenten un funcionamiento eléctrico, hidráulico o neumático.

Un actuador forma la carrera parcial automática de las membranas de la bomba para poder obtener, en combinación con un sensor de paso, por ejemplo, una regulación de paso.

La capacidad predeterminada de transporte de la bomba neumática puede controlarse, por ejemplo, de forma gravimétrica. Si se producen alteraciones de la capacidad predeterminada de dosificación, el sensor bascular trasmite una señal al regulador de vigilancia, y el regulador trasmite una señal de control al servomotor que se fija en la varilla del disco móvil (1001) que ajusta el disco en el compartimento de control de la bomba en dirección axial para

## ES 2 354 864 T3

conseguir un cambio del volumen de elevación de la bomba y, de este modo, consigue una corrección de la capacidad de transporte de la bomba.

5 El disco móvil (1001) insertado en dirección axial en el compartimento de control puede tener diferentes formas en el lado de la membrana. El disco puede tener la forma de un disco cilíndrico plano (fig. 2a), de un cono truncado (fig. 2b) o de sección esférica (fig. 2c). Particularmente, una forma de disco adaptada a la cámara de bombeo puede tener ventajas considerando que, en el ajuste máximo del disco móvil, los canales de entrada y salida de conexión (208/209) de la cámara de bombeo se cierran.

10 El disco móvil (1001) presenta aberturas y perforaciones (1007) en dirección axial y, cuando sea el caso, en el lado apartado de la membrana un anillo elevado concéntrico (1008) que evita que en caso de retorno completo del disco a su posición inicial, la conexión neumática no se cierre. El disco móvil (fig. 2c), con la varilla prolongada por un lado, está perforado en una cara para facilitar la conexión directa a la toma de control del disco móvil.

15 En una forma de realización preferida, la bomba de membrana se construye de tal manera que el disco móvil (1001) tenga forma plana o de cono truncado en el lado de la membrana o que esté adaptado a la cámara de bombeo en el lado del producto comprendiendo varias perforaciones (1007).

20 En comparación con la bomba de membrana según la patente DE-A 102 16 146, la bomba de membrana mejorada según la presente invención presenta un ajuste o una variación del volumen de elevación más simple, una pulsación reducida y un flujo de volumen transportado más uniforme. El uso del funcionamiento con carrera parcial vale para una cámara de bombeo con un volumen de elevación con más de  $5 \mu\text{l/carrera}$  y hasta  $1.000.000 \mu\text{l/carrera}$ . La bomba de membrana según la invención puede construirse, a efecto de los distintos requisitos de corrosión en la industria química, de distintos materiales resistentes.

25 La instalación del control o la técnica para la operación de la bomba de membrana según la invención no influyen de ninguna manera en el tamaño de la cabeza de la bomba ni en la posibilidad de integración en una instalación para pruebas. La bomba de membrana según la invención puede construirse de forma modular, de modo que, con las adiciones correspondientes o el recambio de módulos, se puede conseguir fácilmente un ajuste para el material que se pretende transportar. El cambio de la capacidad de dosificación puede efectuarse sin que el recorrido de desplazamiento de la membrana o del disco móvil (1001), respectivamente, agrande el volumen muerto en la cabeza de la bomba, de modo que el volumen de líquido succionado puede eliminarse siempre y por completo de la cabeza de bomba.

30 En otra forma de realización preferida de la bomba de membrana y de la cabeza de bomba, respectivamente, la presión de control que actúa sobre la membrana se produce por la intercalación de un regulador de presión delante de la unidad de control en todos los compartimentos de control de por lo menos 0,1 bar más alto que la presión predominante en el canal de salida o entrada de la cabeza de bomba, preferentemente, la presión de control es por lo menos 0,5 bar más alto y particularmente preferido, la presión de control es 1 bar más alto que la presión esperada en el canal de salida o de entrada.

40 La presión diferencial mayor entre el canal de salida o entrada (206, 207) y la presión en el lado del control asegura que, a través de la membrana, el cerramiento de cada abertura de entrada y salida en las cámaras de bombeo y de cierre sea hermética.

45 Las membranas (202, 204) consisten, preferentemente, en un material elástico, particularmente en un elastómero, silicona, Viton<sup>®</sup>, Teflon<sup>®</sup> o un caucho, particularmente de un material estratificado de por lo menos dos capas conectadas entre sí y con distintos módulos de elasticidad.

50 Una realización de membranas preferida se caracteriza porque se compone de un material estratificado elástico con por lo menos dos capas de material conectadas entre sí y con distintos módulos de elasticidad. Cada capa se une o conecta mediante adhesivo a la otra. En principio, esta característica es apta también para una bomba de membrana según la DE-A 102 16 146.

55 De este modo se puede conectar la película de Teflon<sup>®</sup> con un caucho altamente elástico para aumentar las fuerzas de retorno del material estratificado de la membrana y volver a formar un material estratificado de membrana anteriormente deformado a través del desplazamiento del líquido mediante una energía auxiliar limitada (por ejemplo, mediante un generador de vacío) hasta su estado original en la pared delimitadora.

60 Una forma de realización preferida de la membrana se caracteriza porque las películas finas elásticas incluyen, en parte, cámaras y que los componentes para la producción de una cámara en la membrana consisten en materiales resistentes a la corrosión y alojan hasta el 30% de la superficie de la membrana en contacto con el producto, preferentemente el 65% y de forma particularmente preferida el 80% de la superficie de la membrana en contacto con el producto.

65 El uso de una membrana con cámaras reduce la deformación plástica en caso de carga, de modo que la deformación de la membrana en caso de una carga elevada no tendrá mayor importancia. Los dos elementos de la cámara de membrana con forma de placa (véase fig. 3) (1100, 1101) preferentemente tienen forma de disco y presentan, en el diámetro exterior, un anillo (1102, 1103) elevado concéntrico en relación con el lado de la membrana para tensar una

## ES 2 354 864 T3

gran parte de la superficie de las membranas para que, en el área con cámara, no estén sometidas a una fuerza de deformación o estiramiento, respectivamente.

5 Preferentemente, los elementos de las cámaras se usan con un diámetro de membrana de más de 10 mm hasta menos de 1000 mm, preferentemente en un área de diámetro entre más de 50 mm hasta menos de 800 mm y de forma particularmente preferida en un rango de diámetro de más de 100 mm hasta menos de 500 mm.

10 La forma de realización de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba, respectivamente, es especialmente ventajosa cuando se caracteriza por el hecho de que la membrana de la bomba (204) comprende unas cámaras (fig. 3).

Cuando la mayoría de la superficie de la membrana presenta cámaras, la superficie en el lado del producto (1104) del componente de cámara de la membrana puede prever una capa elástica o una película para cerrar herméticamente los canales de conexión de entrada y salida de la cámara de bombeo (véase fig. 3).

15 Las amplias cámaras de bombeo que comprenden membranas con cámaras pueden presentar, para compensar el peso de los elementos de la cámara, una guía axial. Esta guía axial puede usarse como alternativa al funcionamiento con varilla (1002). La guía axial puede ser una varilla hueca (tubo).

20 La forma de realización de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba, respectivamente, es especialmente ventajosa si varias cámaras de cierre presentan una membrana en común (fig. 1).

25 Una forma de realización preferida de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba, respectivamente, se caracteriza por el hecho de que la cabeza de la bomba consiste en por lo menos tres placas y porque las cámaras de bombeo y cierre se forman mediante unas cavidades en las placas (fig. 2).

En un modo de construcción particularmente preferido, la bomba de membrana o la cabeza de bomba, respectivamente, consisten en por lo menos tres placas y las cámaras de bombeo y cierre (210, 211, 212) se forman mediante cavidades en la placa intermedia.

30 Una forma de realización preferida de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba, respectivamente, se caracteriza por el hecho de que consisten en por lo menos tres placas y porque las cámaras de bombeo y cierre (210, 212) se forman mediante cavidades (210', 211', 212') en las placas exteriores (201, 203, 205).

35 En una forma de realización particularmente preferida de la bomba de membrana o cabeza de bomba, respectivamente, el compartimento de producto de la cámara de bombeo (211) comprende por lo menos una ranura (213) que conecta el ápice de la cavidad de la cámara de bombeo con la abertura de salida de la cámara de bombeo.

40 La dimensión de la ranura en el interior de la cámara de bombeo se corresponde con el volumen de espacio muerto de la cámara de bombeo. Mediante el diseño correspondiente de la geometría de la cámara (diámetro de la esfera y altura), el volumen del espacio muerto es, en relación con el volumen de la cámara de bombeo, extremadamente insignificante, inferior al 1%.

45 En una forma preferida de realización, las paredes de los compartimentos de control en frente de la membrana, y por lo menos la cámara de bombeo, comprenden un volumen de compensación en forma de cavidad con una superficie grande. De esta manera, la membrana puede, en caso de depresión, deformarse en el interior del compartimento de control, y adherirse, en un caso extremo dado, a la pared delimitadora del compartimento de control. Al mismo tiempo, se produce un agrandamiento del compartimento de producto correspondiente. Sin embargo, nunca se supera la deformación máxima de la membrana, (mostrada como ejemplo en la fig. 1 en el compartimento de producto de la cámara de cierre (212)).

50 Los materiales como las membranas plásticas elásticas sufren, en caso de una carga mayor, una extensión y deformación permanentes. La deformación permanente o plástica tiene consecuencias inmediatas sobre la precisión de dosificación, particularmente con lo que respecta a cada carrera de dosificación. Para una dosificación precisa con la tecnología de membrana se ha comprobado, durante los trabajos para la presente invención, que la deformación de la membrana y, por consiguiente, la altura de las cámaras de cierre y bombeo no pueden ser arbitrariamente altas.

55 Se ha encontrado, sorprendentemente, al observar las geometrías de las cavidades de las placas en dos dimensiones que, partiendo de un estado tenso y relajado hasta la deformación máxima de la membrana, deben respetarse unas limitaciones muy estrictas entre las placas para poder facilitar una dosificación de líquido exacta.

60 En el caso de la geometría de la cámara de bombeo, como, por ejemplo, con forma de sección esférica tridimensional, el cálculo de la extensión o deformación máxima de la membrana se efectúa mediante el cambio de longitud entre la longitud de cuerda y la longitud de arco de una sección esférica. De este modo, la membrana está relajada a la altura de la cuerda de la sección esférica y cargada a la altura de la longitud del arco de la sección esférica. Conociendo las longitudes de la cuerda y del arco de la sección esférica, se puede calcular la extensión de la membrana (fig. 8) con la diferencia de longitud entre la cuerda y el arco. Del mismo modo, este procedimiento puede aplicarse en otras geometrías de las cámaras de cierre y bombeo.

## ES 2 354 864 T3

La deformación máxima de la membrana activa para el transporte hacia la cavidad en el lado del producto no debe superar el 20%, preferentemente se encuentra entre el 0,01% y el 10% y de forma particularmente preferida, la deformación no debe superar el 0,01% hasta el 5% para obtener un movimiento de membrana elevado y uniforme y una precisión de dosificación, especialmente la precisión a corto plazo.

Los límites de la membrana y de la deformación calculados determinan, por consiguiente, las alturas de las cámaras de cierre y bombeo así como los compartimentos de producto y control formados por las membranas, consiguiendo una considerable mejora en la precisión de dosificación de la bomba de membrana según la invención en comparación con las bombas de membrana ya conocidas.

El volumen de compensación describe el espacio hacia el que se deforma la membrana en caso de depresión. Si el volumen de compensación está agrandado y presenta un disco ajustable (1001), el volumen de compensación por desplazamiento axial del disco móvil (1001) no tendrá ningún efecto sobre el volumen en el lado del producto de la cámara de bombeo.

Normalmente, los compartimentos de producto de las cámaras de cierre (210, 212) se construyen más pequeños que el compartimento de producto de la cámara de bombeo (211).

En una forma de realización particularmente preferida de la bomba de membrana o cabeza de bomba, respectivamente, el volumen de la cámara de cierre alcanza entre el 5% y el 50% del volumen de la cámara de bombeo en el lado del producto, preferentemente del 5% hasta el 30% y de forma particularmente preferida desde el 5% hasta el 20%. En principio, esta característica es apta también para una bomba de membrana según la DE-A 102 16 146.

La distancia entre los centros de cada entrada y salida vecina de cada cámara de bombeo y cierre es de dos a diez veces el diámetro hidráulico más grande de cada abertura de entrada (240) y salida (241), preferentemente, la distancia entre los centros es de dos a cinco veces y, de forma particularmente preferida, de dos a cuatro veces, prefiriendo especialmente de tres a cuatro veces.

La distancia definida entre los centros es una medida funcional muy significativa de las cámaras. De ella depende el cierre hermético de los canales y aberturas de entrada y salida y que aumente el transporte que se puede reproducir de sustancias gaseosas y líquidas y el grado de posibilidad de reducir las dimensiones.

Los canales de conexión (208, 209) entre la cámara de bombeo y las cámaras de cierre se forman, en una forma de realización preferida, de manera recta y presentan una relación entre la longitud del canal con cada diámetro hidráulico de los canales de 0,5 hasta 20, preferentemente 0,5 hasta 10 y de forma particularmente preferida entre 0,5 y 5. En una forma de realización preferida, la sección transversal de los canales que alimentan la cámara de bombeo es más grande que los canales transportadores hacia la salida de la bomba de membrana según la invención.

Otra forma de realización preferida de la bomba de membrana o la cabeza de bomba, respectivamente, se caracteriza por el hecho de que los canales de conexión y los sectores parciales del canal de entrada y salida se encuentran en un ángulo entre sí, el ángulo  $\alpha$  situándose en un rango de +/- 20 hasta 70 grados, preferiblemente en un rango de +/- 30 hasta 60 grados (fig. 3b). El ángulo  $\alpha$  se mide desde el ápice de la localización más profunda de cada cámara hasta el canal de conexión correspondiente o hasta el canal de entrada o salida, respectivamente (fig. 3b).

Los canales y sectores de canal que presentan un ángulo entre sí reducen las pérdidas de corriente durante el proceso de succión y transporte. Una reducción de la pérdida de la presión es especialmente ventajosa porque los procesos de corriente de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba según la invención se producen por los cambios variables de presión y vacío. Los canales de conexión oblicuos y los canales de entrada y salida reducen la cizalladura que se produce durante el transporte de material, de modo que las sustancias de calidad biológica y médica sensibles a la cizalladura puedan dosificarse o transportarse de forma cuidadosa. En principio, esta característica es apta también para una bomba de membrana/cabeza de bomba según la DE-A 102 16 146.

El pequeño volumen de espacio muerto entre las cámaras de bombeo y de cierre mejora la capacidad de succión de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba, respectivamente, y evita depósitos en la cabeza de dosificación.

Otra forma de realización particularmente preferida de la membrana de bomba/cabeza de bomba se caracteriza por el hecho de que la cabeza de bomba consiste en por lo menos tres placas de las que por lo menos la placa exterior es templable. En principio, esta característica es apta también para una bomba de membrana/cabeza de bomba según la DE-A 102 16 146.

La igualación de temperatura de la placa exterior se consigue mediante la termostatación o mediante un calentamiento eléctrico con un dispositivo refrigerante separado.

La presente invención además se refiere de forma preferida a una bomba de membrana con válvulas regulables y una unidad de control descentralizada caracterizada por el hecho de que en la cabeza de bomba, en dirección la de paso del líquido, el canal de entrada con la cámara de cierre y el canal de conexión ya atravesados presentan una sección transversal hidráulica mayor con la cámara de bombeo con el canal de conexión transportador que con la siguiente cámara de cierre y canal de salida.

## ES 2 354 864 T3

La presente invención se refiere de forma particularmente preferida a una bomba de membrana con válvulas regulables y unidad de control descentralizada caracterizada por el hecho de que el volumen en la cabeza de bomba de la cámara de bombeo (211) se encuentra en el rango entre 0,005 ml y 1000 ml, preferentemente entre 0,01 ml y 100 ml y de forma particularmente preferida el volumen de la cámara de bombeo se encuentra entre 0,1 ml y menos de 10 ml.

5 La presente invención se refiere de forma especialmente preferida a una bomba de membrana con válvulas regulables y unidad de control descentralizada caracterizada por el hecho de que el volumen del espacio muerto del compartimento de producto en la cabeza de bomba de la cámara de bombeo (211) se encuentra por debajo del 20%, preferentemente por debajo del 10% y de forma particularmente preferida por debajo del 5% del volumen de la cámara de bombeo.

Se facilita un incremento de capacidad a través de, por ejemplo, dos cabezas de bomba con válvulas regulables y una unidad de control que comprende tres placas con cavidades en los planos separadores de las placas con canales de entrada y salida comunes así como canales de conexión cuadrados entre las cámaras de bombeo y cierre con una construcción especialmente compacta al insertar, en la placa mediana, una cámara de bombeo (303, 303') en cada lado y por lo menos dos cámaras de cierre (301, 305) y donde el canal de entrada desemboca, en la dirección de paso de succión, en un canal transversal que conecta a las dos cámaras de cierre (301, 301') y donde, en la dirección de transporte de salida, un canal transversal también conecta a dos cámaras de cierre (305, 305') y donde un material a transportar puede salir a través del canal de salida de la cabeza de bomba que regula, mediante el control descentralizado, el funcionamiento de todas las cámaras de bombeo y cierre consiguiendo así la función de una bomba de membrana doble mediante las válvulas regulables (fig. 3a).

Las membranas de la bomba de membrana doble se alternan de modo que la pulsación del flujo de líquido se compense casi por completo.

25 Las cámaras de cierre asignadas a sus correspondientes cámaras de bombeo deben alternarse en el tiempo durante el proceso del control para dividir las pulsaciones por la mitad. Todo ello requiere un proceso de control más amplio.

Las tres placas de la bomba de membrana, según la fig. 3a, están conectadas entre sí de forma desmontable para facilitar su limpieza y reparación.

La bomba de membrana doble puede equiparse, dado el caso, de modo que por lo menos una cámara de bombeo presente un disco móvil para el funcionamiento con carrera parcial.

35 Otra forma preferida de realización de la bomba de membrana se caracteriza por el hecho de que la bomba consiste en por lo menos tres placas y porque la placa intermedia (fig. 4 ó 4a) presenta por lo menos una cámara de bombeo y porque cada cámara de bombeo tiene asignada por lo menos tres cámaras de cierre más pequeñas y porque cada cámara de cierre presenta un canal de conexión con la cámara de bombeo así como un canal de entrada y salida para el suministro y el drenaje de por lo menos un líquido y porque todas las cámaras pueden controlarse, mediante una unidad de control descentralizada, por separado.

Una bomba de membrana consistente en una cámara de bombeo y por lo menos tres cámaras de cierre asignadas facilita el transporte secuencial o alterno de por lo menos dos líquidos diferentes. De esta forma se pueden suministrar dos sustancias distintas por proceso, con el factor de desviación de las sustancias a transportar pudiendo ser, por ejemplo, el mismo o distinto. El factor de desviación puede ajustarse con la unidad de control.

Las ventajas para el operador con una bomba de este tipo residen en que la unidad de dosificación puede transportar varias sustancias con una relación deseada en un solo proceso y además con un leve esfuerzo de inversión e instalación así como con un requerimiento espacial mínimo. El uso de la bomba de membrana según la invención es especialmente ventajoso en aplicaciones farmacéuticas con cantidades de espacio muerto pequeñas y con la posibilidad de esterilizar los componentes técnicos utilizados.

En una alternativa de una forma de realización, la bomba de membrana o la cabeza de bomba según la invención se usa como dispositivo de transporte o de extracción. En este caso, la bomba de membrana o la cabeza de bomba según la invención son aptas para la toma de muestras de líquidos o gases de equipos cerrados.

La fig. 7 muestra, en forma de ejemplo, un circuito de bomba para la toma de muestras y la preparación de muestras. En la fig. 4, 4a (400) se combinan dos bombas de membrana (700, 700') con una cámara de mezcla (701) para incluir todas las partes funcionales en las tres placas de bomba pero ampliadas. Las bombas de membrana presentan una cámara de bombeo (702, 702') y cada cámara de bombeo presenta cuatro cámaras de cierre (703, 704, 705, 706 y 703', 704', 705', 706') A las cámaras de cierre se asignan los respectivos canales de entrada y salida (marcado en la fig. 7 con flechas de dirección de flujo). La fig. 7 muestra todos los componentes necesarios para una toma de muestra automatizada con la siguiente preparación y evacuación de la muestra para un dispositivo de análisis. No se muestra la unidad de control para el funcionamiento individual de las cámaras ni tampoco la ilustración en sección de las tres placas.

En la fig. 7 se puede ver que la muestra de sustancia puede succionarse cuando el canal de entrada (707) y el canal de salida (708) estén conectados a un reactor. La bomba (700) es capaz de bombear de forma continua y a través

## ES 2 354 864 T3

del canal de entrada (707), la válvula de succión (704), la cámara de bombeo (702), la válvula de presión (705) y el canal de salida (708), una cantidad de sustancia desde el recipiente del reactor. En un momento predeterminado, el control cambia, por ejemplo, para que la válvula de presión (705) se cierre y abra la válvula (706) para transmitir, mediante el volumen conocido de la cámara de bombeo, una cantidad de sustancia predeterminada a través del canal de salida de la válvula (706) a la cámara de mezcla (701). En cuanto la muestra se haya transmitido, la bomba (700') inicia un circuito de bombeo a la cámara de mezcla. A la vez, el canal de entrada de la válvula (704') y el canal de salida de la válvula (705') están conectados con la cámara de mezcla. La bomba (700) puede, simultáneamente con el circuito de bombeo de la cámara de mezcla iniciado, transportar, a través del canal de entrada (709) y la válvula (703), un disolvente adicional hacia la cámara de mezcla que se mezclaría allí con la muestra de sustancia mientras que la válvula (704) esté cerrada. Después del proceso de mezclado por la bomba (700'), la muestra de sustancia diluida puede transportarse a un dispositivo de análisis. Durante este proceso, la válvula (705') se cierra y la válvula (706') se abre. Debido a la suma de todas las carreras de bombeo para alimentar la cámara de mezcla, la muestra preparada puede salir a través del canal de salida (710) y analizarse sin que el número de carreras cambie. Además, el canal de entrada (709) se prolonga hasta la válvula (703'), de modo que una segunda bomba puede ser lavada con un disolvente después del transporte de la muestra cuando se conecten las correspondientes válvulas.

El dispositivo de transporte y de toma tiene un volumen de espacio muerto muy pequeño.

Este volumen de espacio muerto pequeño es necesario para que el resultado del análisis no sea erróneo por el depósito y el envejecimiento de las sustancias extraídas, para que los canales de producto no se obstruyan y para garantizar una alta disponibilidad de operación.

El dispositivo de transporte según la invención permite una toma de muestra exacta, así como un transporte de líquidos, gases o gases de presión licuados volumétricos cómodo para el operador. Todo ello es especialmente ventajoso porque el volumen de elevación de la cabeza de la bomba puede adaptarse muy fácilmente a los requisitos operativos, particularmente, cuando las cámaras de bombeo tengan un disco ajustable para un funcionamiento con carrera parcial.

La bomba de membrana/el dispositivo de transporte según la invención operan mediante una unidad de control electroneumática descentralizada que tiene suficientes posibilidades de conexión para poder controlar todas la cámaras de bombeo y cierre que sean necesarias.

La combinación de por lo menos una cámara de bombeo con sus respectivas cámaras de cierre y cámaras de almacenamiento, mezcla y separación, así como el uso de los sensores según cada aplicación ofrece la posibilidad de generar unidades funcionales pequeñas y compactas para medir, tratar, preparar y analizar las sustancias líquidas o gaseosas según sus características. Las unidades funcionales tienen dimensiones reducidas y pueden integrarse en los aparatos de análisis y médicos sin problema. Es especialmente ventajoso que solo se presenten pequeños volúmenes de espacio muerto y que solo se procesen cantidades pequeñas de sustancias.

Sin embargo, una unidad de control electroneumática descentralizada como la de la fig. 1 ofrece un funcionamiento simultáneo de varias cabezas de bomba. Este funcionamiento de varias cabezas de bomba a la vez con una sola unidad de control facilita el uso económico de la bomba de membrana/del dispositivo de transporte según la invención en instalaciones y dispositivos de llenado. La invención se refiere, por consiguiente, también a instalaciones o dispositivos de llenado cuando comprendan la bomba de membrana según la invención.

Además, una unidad de control electroneumática descentralizada facilita la puesta en secuencia de las cabezas individuales de bomba para limitar, en el funcionamiento paralelo de varias bombas, la pulsación de las mismas.

La bomba de membrana con la unidad de control electroneumática descentralizada y el disco ajustable en el compartimento de control de la cámara de bombeo facilita además un uso económico con costes de inversión muy reducidos. Todo ello se confirma, particularmente, cuando los objetivos de la aplicación cambian y requieran flujos de transporte de diferentes volúmenes que no puedan llevarse a cabo con un solo tipo de cabeza de bomba. En caso de flujos de transporte de material variables, solo debe cambiarse la cabeza de bomba, sin necesidad de cambiar el aparato de control. El cambio de la cabeza de bomba se consigue desconectando las líneas piloto neumáticas.

Ventajosamente, el control para el bombeo de la bomba de membrana se realiza de tal modo que la carrera de transporte consiste en por lo menos cuatro pasos de control individuales en secuencia y que cada uno de los pasos de control esté separado del siguiente paso de control por un elemento de tiempo constante y variable que se intercala o asigna para poder variar la capacidad de transporte o dosificación de la bomba al cambiar por lo menos un elemento de tiempo.

Los elementos de tiempo que se intercalan entre los pasos de control garantizan que los pasos parciales de la elevación de bombeo iniciados neumáticamente sean exactos y se lleven a cabo por completo y para garantizar que cada paso sea reproducible. El cambio sincrónico de todos los elementos de tiempo para la regulación de la capacidad de transporte de material permite un uso simple y de fácil manejo.

Los elementos de tiempo T del control alcanzan, preferentemente, 0,001 segundos hasta 100 segundos, el rango preferido se encuentra entre 0,03 segundos y 30 segundos y de forma particularmente preferida el elemento de tiempo se encuentra entre 0,03 segundos y 10 segundos.

## ES 2 354 864 T3

Los elementos de tiempo aseguran que las señales electrónicas rápidas de control (tiempo adicional para la señal) no interrumpan de forma prematura los procesos de trabajo neumáticos más lentos para la orientación de las membranas, y, por consiguiente, los procesos de desplazamiento en el lado del producto de la membrana. Sobre todo cuando se trata de transportar sustancias con una viscosidad de entre 0,1 mPas hasta 5000 mPas, los procesos dinámicos de transporte requieren más tiempo que las señales del control que se producen de forma electrónica.

El ciclo de dosificación consiste, preferentemente, en por lo menos cuatro pasos de control y tiene por lo menos dos elementos de tiempo distintos de los cuales solo puede variarse uno para su uso en la regulación del ciclo de bombeo.

Para optimizar el tiempo del ciclo de bombeo de la bomba de membrana según la invención, los procesos neumáticos de abrir y cerrar las membranas pueden incluir un elemento de tiempo ajustable más pequeño en el interior de las cámaras de cierre y usarse un elemento de tiempo ajustable para ENCENDER/APAGAR la cámara de bombeo intermedia más grande.

Los distintos elementos de tiempo resultan especialmente ventajosos cuando el volumen de las cámaras de cierre sea inferior al volumen de la cámara de bombeo.

El trabajo con distintos elementos de tiempo resulta especialmente ventajoso cuando se tiene en cuenta el control electroneumático y las condiciones neumáticas variables en la línea piloto y los compartimentos de control de la bomba de membrana entre un estado de depresión (vacío) y un estado de pérdida de presión para el proceso de abertura y una presión elevada para el proceso de cierre de las cámaras, y para aumentar la capacidad de la bomba.

Cada elemento de tiempo es, en un modo de funcionamiento particularmente preferido, más grande que el tiempo de conmutación necesario entre las respectivas válvulas multivía electroneumáticas en el interior de la unidad de control.

En una forma de realización preferida del control, el respectivo elemento de tiempo para las membranas de las cámaras de cierre es de 0,01 hasta 0,15 segundos, preferentemente entre 0,01 hasta 0,075 segundos y de forma particularmente preferida entre 0,01 hasta 0,05 segundos.

Se conectan por lo menos dos bombas de membrana de forma paralela a las unidades de control electrónicas y electroneumáticas.

Mediante la unidad de control electroneumática pueden controlarse simultáneamente varias bombas de membrana para que las bombas que comprendan cámaras de bombeo de distintos tamaños puedan dosificar de forma simultánea distintas sustancias en cantidades diferentes.

El grosor de la membrana elástica es, preferentemente, superior a 0,1 mm e inferior a 5 mm, la altura de la cámara de bombeo y cierre en el área del ápice de la cámara (con más extensión por encima de la membrana) es inferior a diez veces el grosor de la membrana, preferentemente inferior a cinco veces el grosor utilizado de membrana.

Las cavidades cóncavas en las placas pueden presentar distintas formas geométricas como, por ejemplo, forma de cilindro, de sector esférico o de cono.

Una variante de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba, respectivamente, consiste preferentemente en una cámara de bombeo neumáticamente controlada en combinación con dos válvulas magnéticas como cámaras de cierre.

Las membranas utilizadas en la bomba de membrana o cabeza de bomba, respectivamente, presentan, preferentemente, un diámetro más grande que el diámetro que se forma mediante las cámaras en el plano de separación y, de forma especialmente preferida, el diámetro de membrana es por lo menos un 20% más grande.

En otra alternativa de forma de realización preferida se utilizan membranas metálicas como membranas de bombeo que se insertan o se unen inseparablemente con una de las placas, particularmente con la placa exterior, mediante soldadura.

En otra forma de realización especial se coloca un antipulsador en la dirección de flujo del producto detrás de la cámara de cierre en el lado de la presión, particularmente en el área del canal de salida de la bomba de membrana o de la cabeza de bomba.

En otra forma de realización especial, la bomba de membrana o la cabeza de bomba presentan una válvula de descarga accionada por resorte para generar un circuito de producto en el interior de la cabeza de bomba. Si la presión de control conectada es superior a la presión de bomba deseada, se puede crear una posibilidad de relajación en el lado de presión de la bomba hacia el lado de succión de la bomba.

En otra forma de realización especialmente preferida, las tres placas rígidas contienen por lo menos dos unidades de bomba que consisten en dos cámaras de bombeo con sus respectivas cámaras de cierre para formar un juego de bombas en paralelo.

## ES 2 354 864 T3

El objetivo de la invención también es la creación de un juego de bombas comprendiendo dos o más bombas de membrana o membrana doble, donde las bombas de membrana según la invención tienen una unidad de control en común.

5 Se prefiere un juego de bombas en el que las cabezas de bomba comprendan por lo menos una placa común continua con posibilidad de desconexión.

10 En una forma de realización preferida, la presente invención se refiere a una bomba de membrana que se usa como válvula de membrana multivía regulable consistente en tres placas, caracterizada por el hecho de que una cámara de distribución con un canal de entrada se conecta mediante un canal de conexión con una válvula regulable intercalada y por lo menos una cámara de cierre con un canal de salida y porque las cámaras presentan cavidades del mismo tamaño y pueden controlarse por separado para que estén abiertas, para el traspaso de un material, por lo menos dos cámaras y la válvula intercalada al mismo tiempo y porque todas las cámaras deben ser accionadas por una unidad de control electroneumática descentralizada con control de tiempo.

15 Si la distribución se produce secuencialmente y a través de varios canales de salida, una cámara de bombeo y de distribución sería más conveniente para poder transportar la cantidad de líquido a transportar con las respectivas carreras de bomba.

20 La bomba de membrana según la invención es especialmente apta para la distribución uniforme de líquidos y gases a un gran número de consumidores como válvula de membrana multivía ya que tiene una forma de construcción muy compacta, espacios muertos mínimos y tiempos de cambio muy reducidos para cambiarla desde la posición ABIERTA a la posición CERRADA.

25 La bomba de membrana según la invención puede utilizarse como válvula distribuidora multivía y como bomba distribuidora multivía para transportar más de dos líquidos diferentes de forma secuencial con varios sitios de toma de muestra. Así, se conectan, por ejemplo, por lo menos dos cámaras de cierre a diferentes suministros de líquidos por los que se pueden distribuir, a través de la cámara distribuidora central (cámara de bombeo), a varios y por lo menos más de dos cámaras de cierre con sus canales de salida correspondientes. En este caso, se abren tres cámaras para el traspaso secuencial de líquido. En un estado de reposo, por lo menos dos cámaras de la válvula distribuidora multivía están cerradas (fig. 6a). La distribución del líquido puede llevarse a cabo mediante el control de bomba o, alternativamente, con un distribuidor temporizado.

30 Si la bomba de membrana según la invención se utiliza como válvula de distribución multivía para la distribución de por lo menos dos líquidos distintos a varios consumidores, también es posible hablar de cámaras de cierre suministradoras y transportadoras.

35 De esta forma se garantiza que haya, en estado de reposo, por lo menos un bloqueo de seguridad entre los varios canales de suministro separados y los varios canales de recepción separados.

40 La bomba de membrana, respectivamente en caso de usar una bomba de membrana como válvula distribuidora multivía o como válvula multivía, puede realizar la puesta en marcha de las membranas desde la posición ABIERTA a CERRADA y al revés de forma neumática, eléctrica o mediante un líquido hidráulico.

45 Con la bomba de membrana según la invención, es decir, con una válvula de succión y presión regulable y una cámara de cierre en el lado de la succión y otra en el lado de la presión, pueden transportarse, según el tamaño del dispositivo, pequeñas corrientes de volumen de, por ejemplo, 1  $\mu$ l/carrera y también corrientes de volumen hasta llegar a un área de ml por carrera de forma reproducible. La construcción individual entre la unidad de bomba o la cabeza de bomba, respectivamente, y la unidad de control electroneumático es especialmente ventajoso. De este modo, el requerimiento de espacio para un aparato de transporte y dosificación continuos en una instalación de pruebas de reducidas dimensiones para trabajos de estudio es relativamente pequeño. Este principio de bomba funciona sin transmisión mecánica y los componentes necesarios para la cabeza de bomba no tienen función dinámica alguna, exceptuando la guía de la membrana en el área de la cámara de cierre y bombeo. Por lo tanto, incluso para un diseño de reducidas dimensiones de los componentes de la bomba no es necesaria una fabricación de alta precisión. No existen efectos mecánicos contraproducentes debido a la falta de partes mecánicamente móviles y los costes de fabricación son bastante reducidos para esta cabeza de bomba de membrana que trabaja de forma reproducible. La bomba tan solo necesita un suministro de corriente y de aire comprimido para poder funcionar; dicho suministro se encuentra, por ejemplo, en cualquier laboratorio.

50 La aplicación de la bomba de membrana es especialmente ventajosa para la dosificación de cantidades de sustancias líquidas muy pequeñas, cuyo volumen por cada carrera de bomba se encuentra significativamente por debajo del tamaño de goteo especificado. Debido a la rápida aplicación de la energía de transporte neumática en el lado de control de la membrana de transporte de la cámara de bombeo o de las membranas de las cámaras de cierre, el volumen de producto succionado hacia el interior de la cámara de bombeo se lanza con mucha fuerza de los compartimentos de productos de las cámaras y del canal de salida. Por consiguiente, no se forma ninguna gota en la parte de salida de la bomba. De esta forma, la dosificación de pequeñas cantidades de líquido en una mezcla de reacción no se retrasa temporalmente y se inicia un recorrido acordado sincronizado con la dosificación.

## ES 2 354 864 T3

La dosificación de pequeñas cantidades de sustancias contra la presión es fácil porque las membranas de las cámaras de cierre y de la cámara de bombeo son elásticas y porqué los canales de producto de entrada y salida se cierran de forma impermeable a los gases en la posición de CERRADO de las cámaras, de modo que ningún material retroceda a través de la fase gaseosa de un recipiente a presión conectado por el lado de salida de la cabeza de bomba hacia el lado de entrada de la bomba interrumpiendo la succión bajo presión normal. Además, es posible dosificar cantidades muy pequeñas de líquido en una instalación de procesos de evacuación.

Otra ventaja frente al estado de la técnica es que, debido al espacio muerto pequeño y a las cámaras de cierre y bombeo herméticamente cerradas se puede suministrar un producto a dosificar sensible sin que medie un tiempo de retención elevado o una remezcla del producto.

Además, hay muchas ventajas frente a la técnica de microestructuras. Debido a las grandes dimensiones del canal en comparación con el volumen de dosificación, la bomba es bastante inmune contra contaminaciones. Prácticamente no se produce ninguna perturbación causada por la contaminación del producto, que se notaría por un mayor error de dosificación o por una avería de la bomba, gracias a los canales de producto grandes. Las contaminaciones del producto pueden eliminarse durante la dosificación a través de los canales de producto relativamente grandes.

El volumen de espacio muerto extremadamente pequeño asegura un buen comportamiento de succión y una dosificación rápida y reproducible, particularmente en aplicaciones con nuevos materiales farmacéuticos que, en un estado evolutivo poco maduro, se presentan más bien en cantidades escasas. Hay más ventajas aún en aplicaciones de tecnología médica y en diagnóstico.

Es muy fácil ajustar pequeños flujos de líquido. Existe la posibilidad de cambiar el volumen de elevación drásticamente mediante el disco móvil y, además, llevar a cabo un ajuste fino en el eje de tiempo mediante el elemento de tiempo intercalado al control. De esta forma, pueden cambiarse, sin el control, los flujos de volumen.

La estructura con forma de laminilla de la bomba de membrana con las válvulas integradas regulables puede construirse como una bomba de membrana doble o multivía para, debido al principio de bombeo, hacer mucho más uniforme el flujo de dosificación con pulsación.

También son posibles otras variantes de construcción para el uso estacionario o móvil de la bomba de membrana según la invención, si la membrana de bombeo y las válvulas regulables se accionan de forma directa y eléctrica (con una tensión de suministro, por ejemplo, de 6 ó 12 voltios). El suministro eléctrico del control, por consiguiente, se produce, en caso de un uso móvil, directamente a través de una pila o una pila de combustible para mantener en funcionamiento la unidad de control durante un tiempo largo. El suministro de energía para operar la bomba de membrana según la invención también hace posible utilizarla en la tecnología médica, para, por ejemplo, garantizar un suministro continuo de medicación mientras que la persona que la reciba pueda seguir moviéndose.

Otro uso móvil de la bomba de membrana según la invención con una membrana de trabajo neumáticamente operada para transportar las sustancias líquidas se consigue mediante una celda de aire comprimido con dos cámaras portátiles que puede ser, por razones de peso, de un material plástico. La bomba de membrana según la invención cuyas cámaras de bombeo y válvula tienen un volumen de compartimento de control pequeño puede funcionar, a través de una cámara con celda de aire comprimido, durante mucho tiempo con aire comprimido para que la segunda cámara de la celda de aire comprimido pueda usarse, por ejemplo, para el almacenamiento de un material líquido que deba salir. La bomba de membrana según la invención es muy útil para usos móviles, por ejemplo, para la distribución de insecticidas en un terreno difícil.

El operador disfruta de otras ventajas de uso porque las piezas consumibles que están en contacto con el producto pueden cambiarse de manera fácil y con pocos costes de inversión.

La invención se describe detalladamente con la ayuda de sus figuras ilustrativas.

La fig. 1 muestra una estructura esquemática de una bomba de membrana con forma de laminilla y con su correspondiente unidad de control electroneumático y un control electrónico programable así como con los conductos de conexión;

La fig. 2 muestra una vista en sección de una cabeza de bomba con una pared exteriormente variable en el compartimento de control de la cámara de bombeo;

Las figs. 2a, 2b, 2c muestran distintos contornos de construcción de la pared del compartimento de control variable (disco móvil);

La fig. 3 muestra una membrana de bomba con cámaras;

La fig. 3a muestra una vista en sección en la que la placa intermedia presenta dos cámaras de bombeo con sus respectivas cámaras de cierre y en la que las placas externas tienen una pared de compartimento de control variable;

La fig. 3b muestra una cabeza de bomba esquemática con canales transversales;

## ES 2 354 864 T3

Las figs. 4, 4a muestran una placa intermedia de una cabeza de bomba de membrana con varias cámaras de cierre y con varios canales de entrada y salida;

La fig. 4b muestra esquemáticamente una cabeza de bomba de membrana con una cámara de bombeo central y varias cámaras de cierre con sus respectivos canales de entrada y salida.

La fig. 5 muestra una vista en sección de una válvula distribuidora multivía;

La fig. 6 muestra una vista esquemática de una válvula distribuidora multivía;

La fig. 6a muestra esquemáticamente una válvula distribuidora con varios componentes;

La fig. 7 muestra un sistema de toma de muestra integrado con dos bombas de membrana;

La fig. 8 muestra esquemáticamente una superficie de dos dimensiones de un sector esférico en distintos estados de deformación de la membrana.

### Ejemplos

#### 20 Ejemplo 1

La fig. 1 muestra una bomba de membrana con una cabeza de bomba (200) en sección transversal con su correspondiente control (100) y carcasa, así como con el distribuidor neumático (115). La cabeza de bomba según la fig. 1 comprende un disco móvil (1001) con una varilla fijada unilateralmente para poder accionar, desde el exterior, el ajuste manual del disco en dirección axial. El cuerpo aloja los componentes electrónicos y un control eléctrico que se puede programar de forma libre. Un cable de corriente, que no se muestra en la figura, sirve para suministrar corriente a los componentes electrónicos. El cuerpo comprende una pantalla (101) con un interruptor (102) de encendido y apagado y varias teclas de funciones (103 a 109) con las que se pueden observar visualmente los parámetros necesarios para el proceso de bombeo y guardarlos. El control electrónico (100) facilita distintas variantes de modos de funcionamiento de manera que la bomba pueda cambiar mediante la tecla (103) a un funcionamiento continuo y mediante la tecla (104) a un funcionamiento discontinuo. Particularmente, el funcionamiento discontinuo de la bomba puede ajustarse mediante un número predefinido de carreras de bombeo y guardarse con la tecla (105) en el control. La tecla (106) sirve para reducir los parámetros determinados y la tecla (107) sirve para subir los parámetros variables que pueden guardarse igualmente con la tecla (105) como nuevos parámetros definidos de la bomba de membrana en el control de la misma. En el funcionamiento continuo se pueden cambiar las constantes temporales mediante las teclas (106, 107). La tecla (108) permite la selección entre el control interno o externo de, por ejemplo, un sistema externo de control de procesos. La cabeza de bomba (200) inicia su trabajo cuando se pulsa la tecla (109), cuando se pulsa la tecla (109) de nuevo, la operación se detiene. La electrónica del control programable manda, al principio de la dosificación y mediante un cable de conexión eléctrico (110), señales digitales a las válvulas multivía electroneumáticas (111, 112, 113, 114) que conmutan de su posición de ABIERTO a CERRADO y viceversa (tabla 1). Las válvulas multivía electroneumáticas (111 a 114) se montan en un bloque distribuidor neumático (115). El bloque distribuidor comprende dos canales de suministro (116, 117). El canal de suministro (116) se conecta directamente al suministro de aire comprimido y el canal de distribución (117) se conecta mediante un conducto al suministro de depresión. La depresión se genera con la ayuda de un generador de vacío (118) instalado en la derivación, que es un inyector que recibe aire comprimido desde la válvula (114) desde el momento del encendido del control eléctrico. En la construcción compacta, el bloque distribuidor (115) se encuentra, junto con las válvulas multivía electroneumáticas y el generador de depresión (118), en el mismo cuerpo que el control (100), de modo que el suministro del canal de suministro (116) con aire comprimido se consigue mediante el acoplamiento de tubo (116') y la cabeza de bomba mediante los acoplamientos de tubo (119', 120', 121'). En la fig. 1 no se muestran los componentes electrónicos libremente programados, los diodos para la pantalla de visualización de funciones, la toma de corriente ni la platina eléctrica.

El control libremente programable de la bomba de membrana con accionamiento neumático con cabeza de bomba (200) conmuta a las válvulas electroneumáticas multivía (111 a 114) y transporta la presión neumática (canal de presión) del bloque distribuidor (115) o el vacío en el canal distribuidor (117) (canal de vacío) a través de los tubos de control (capilares o tubos flexibles) (119, 120, 121) por los compartimentos de control neumáticos (compartimentos neumáticos) (220, 221, 222) a la cabeza de bomba (200).

La válvula (111) se conecta mediante el conducto de control (119) con la válvula de succión (cámara de bloque inferior (210)) de la cabeza de bomba (200). Del mismo modo se conecta la otra válvula (112) (cámara de cierre superior (212)) y la válvula (113) con la cámara de bomba (211) de la cabeza de bomba (200). La válvula (114) abastece al generador de vacío continuamente con aire comprimido y se conecta en cuanto la electrónica se conecta a la toma de corriente.

La cabeza de la bomba de membrana (200) consiste en las tres placas parciales (201, 203, 205) e incluye unas membranas elásticas (202, 204) que son capaces de deformarse en el área de la cámara de bombeo (211) y de las cámaras de cierre (210, 212) de forma neumática. Las membranas (202, 204) son un poco más pequeñas que las placas (201, 203, 205) para garantizar un buen sellado contra la atmósfera. La placa (203) tiene cavidades formadas por las cámaras de bombeo y de cierre (210, 211, 212) y el volumen de compensación de las cámaras de cierre (210,

## ES 2 354 864 T3

212) están incluidos en la placa (201). La cámara de bombeo (211) está incluida, con una parte pequeña del volumen de compensación, en la placa (205) y, con una parte grande del volumen de bombeo, en la placa intermedia (203).

Con cámara de cierre (210), por ejemplo, se denomina a la válvula de succión de la cabeza de bombeo. En este sentido, la cámara de bombeo (211) es la cámara de transporte y la cámara de cierre (212) es la válvula de presión regulable de la cabeza de bomba.

Las membranas (202, 204) separan a las cámaras de bombeo y de cierre en compartimentos de control (220, 221, 222) y compartimentos de producto (230, 231, 232).

Las cámaras de bombeo y de cierre (210, 211, 212) presentan la forma de secciones esféricas en una de las mitades y de cilindro en el disco que está en frente. La placa intermedia (203) presenta un canal de succión (207) y un canal de salida (206). Sendos canales (206, 207) están prolongados con un capilar soldado. Los canales (209, 208) conectan los compartimentos de producto (230, 231, 232) de las cámaras (210, 211, 212).

La cámara de bombeo (211) tiene una ranura (213) que sirve de conexión del punto geoméricamente más profundo de la cavidad en la placa hasta la abertura de salida o el canal de conexión (209), respectivamente. Además es evidente que entre el canal de entrada (208) y el extremo del canal de salida (209) con la ranura de conexión (213) sigue existiendo una distancia suficiente como para cerrar las aberturas del compartimento de producto de la cámara de bombeo con la membrana (204).

La cabeza de bomba (200), en esta figura, se encuentra en el paso 4 de control (véase la tabla 1). En el área de la cámara de cierre (210) (válvula de succión regulable) la membrana (202) es impulsada, en el lado del compartimento de control (220), con presión para que la membrana (202) cierre el canal de succión (207) en la entrada (240) (fig. 2) y el canal de conexión (208) en la salida (241) (fig. 2). En el área de la cámara de bombeo (211) (cámara de transporte), el compartimento correspondiente de control (221) se impulsa mediante el vacío para que el área de membrana de transporte activa se adhiera al disco (1001) y abra el canal de conexión de entrada y salida (208, 209). La cámara de cierre (212) se impulsa, en el lado de control, también mediante un vacío para que el canal de conexión (209) y el canal de salida (206) estén abiertos para poder eliminar, en el siguiente paso 5 (véase la tabla 1), el volumen del líquido de la cámara de bombeo. Como se ve, los movimientos de membrana correspondientes se extienden por toda la altura de la cavidad. En la fig. 1 no se muestran los tornillos necesarios para la fijación de las placas desmontables y la presión simultánea de las membranas introducidas.

En la tabla 1, abajo, se muestra el orden de los pasos de control programables y de las posiciones de las válvulas (111 a 114). La señal digital "1" significa "en espera de aire comprimido" (el resultado: la membrana se adhiere a la placa (203) y se cierra) y la señal "0" "en espera de vacío" (la membrana se eleva en el interior del compartimento de control y abre). En cuanto el control electrónico reciba tensión eléctrica y se encienda mediante la tecla (102), el control programado conmuta a las válvulas (111 a 114) en una posición de inicio y básica predefinida. El control de la elevación completa de la bomba consiste en este caso, por ejemplo, en pasos individuales. Cuando se interrumpe o termina el procedimiento de bombeo, el control vuelve a su posición inicial o normal.

TABLA 1

Paso	(111) Válvula de succión	(113) Expulsión	(112) Válvula de presión	(114) Vacío
Posición normal	1	1	1	1
Paso 1	0	1	1	1
Paso 2	0	0	1	1
Paso 3	1	0	1	1
Paso 4	1	0	0	1
Paso 5	1	1	0	1
		Volver al paso 1		

En cada proceso de control cada paso de control 1-5 tiene programado un elemento de tiempo asignado variable (no se muestra en la tabla 1) para que los pasos de control individuales se produzcan uno tras otro y para que no se influyan mutuamente y terminen completamente. Los tiempos de conmutación de las válvulas electroneumáticas son

## ES 2 354 864 T3

mayores y, por consiguiente, bastante más lentos que el tiempo necesario para la transmisión de las señales digitales. La función de la bomba según el ciclo de control 1-5 (véase tabla 1) es reproducible y llevado a cabo mediante los elementos de tiempo intercalados.

### 5 Ejemplo 2

La fig. 2 es una cabeza de bombeo (200) que consiste en las placas (201, 203, 205) mostradas en una vista en sección. Se pueden observar las membranas (202, 204) elásticas extendidas en los planos de separación de las placas, y las cámaras de cierre y de bombeo con sus correspondientes cavidades en la placa intermedia y exterior. La placa exterior (205) es más gruesa para que el compartimento de control (221) se agrande por encima de su correspondiente volumen de compensación. El compartimento de control se expande de forma adicional alrededor de una cavidad cilíndrica (1000) más pequeña y alrededor de una cavidad roscada que sale hacia el exterior. En el compartimento de control, el disco asentado (1001) se instala con un cilindro unilateral, donde se fija una varilla roscada (1002) introducida enroscándola por la placa exterior consiguiendo, de esta manera, que la rotación mínima de la tuerca moleteada exterior (1003) fijada en la varilla roscada (1002) produzca el movimiento o desplazamiento axial del disco (1001) en el interior del compartimento de control. La varilla roscada se asienta y se fija de forma desmontable mediante dos espigas (1004) en el cilindro de recepción del disco. En el cilindro del disco en el interior del compartimento de control se coloca una junta hermética (1005) para sellar el compartimento de control impulsado por la presión neumática hacia el exterior. El disco (1001) comprende varias perforaciones (1007) y un anillo concéntricamente elevado (1008) para facilitar un impulso de presión en todo el compartimento de control y para evitar el cierre de la perforación (1006) al retornar el disco a su posición inicial. El suministro de aire comprimido y el impulso por depresión se consigue mediante la perforación lateralmente desplazada (1006). En la fig. 2, el disco regulable tiene un contorno de sección esférica y se adapta, consecuentemente, al contorno de la cavidad en el lado de procesamiento.

Si la varilla roscada comprende, por ejemplo, una rosca fina, el disco (1001) ya se desplaza después de una pequeña rotación manual de la tuerca moleteada (1003) de forma axial y el recorrido de la membrana, que al mismo tiempo determina el volumen de líquido a transportar, cambia.

Las figs. 2a y 2b muestran otras variantes de realización, especialmente contornos diferentes del disco móvil. El contorno del disco (1001') en el lado de la membrana de la fig. 2a es plano, el contorno del disco (1001'') en la fig. 2b es un cono truncado. Además, las dos figuras muestran que el disco con el cilindro unilateral y la varilla roscada directamente conectada debe fabricarse para reducir, al máximo posible, el número de componentes, los costes y el trabajo de instalación.

En la fig. 2c se muestra otra forma de realización del disco móvil (1001''') en la que el contorno del disco se adapta a la forma de la cámara de bombeo. El disco presenta, en un lado, una perforación para poder conectar el tubo de control directamente al disco, evitando de este modo una toma de energía (1006) en la placa (205).

### 40 Ejemplo 3

La figura 3 muestra, a modo de ejemplo, una subdivisión en cámaras de la membrana de bomba (204) en sección. En la parte superior de la figura se ve una membrana con cámaras (204) en estado no operativo, mientras que en la parte inferior de la figura se ha aplicado presión al compartimento de control (221) de la membrana (204') hasta alcanzar la deformación de la membrana. Además, se ve que la membrana se extiende entre las placas (203, 205) y que la placa (203) incluye partes de los canales de conexión (208, 209). La membrana de bomba se extiende, en la parte exterior, entre las placas, y se encuentra abierta en el centro para poder fijar los elementos de cámara (1100, 1101) en ambos lados. Los elementos de cámara muestran, hacia la membrana elástica, un anillo redondeado concéntrico elevado (1102, 1103) para evitar que, durante el roscado de los elementos de cámara, la superficie encerrada de la membrana se cargue por la fuerza.

Es ventajoso que el contorno del elemento de cámara (1104) en el lado de procesamiento se adapte al contorno de la cavidad para que el volumen de espacio muerto de la cámara de bomba no se agrande demasiado. Si el elemento de cámara en el lado del producto recibe o se reviste con una película elástica (1005), los canales de conexión pueden cerrarse herméticamente durante el estado de carga de la membrana. Como se ve en la fig. 3, no importa el grado de deformación plástica de un elastómero porque la orientación debe considerarse como función del diámetro de la membrana. Gracias a los elementos de cámara es posible utilizar también materiales de membrana que, debido a su alto grado de deformación permanente, no serían apropiados en otras formas de realización.

La fig. 3b muestra esquemáticamente una bomba de membrana consistente en tres placas (201, 203, 205). Particularmente, la figura ilustra que los canales de conexión (208, 209) y los sectores del canal de suministro y de salida (207, 206) se encuentran en un ángulo  $\alpha$  para, en caso de cambiar los estados de flujo muy rápidamente, no se produzcan pérdidas de presión.

### 65 Ejemplo 4

La fig. 3a muestra una bomba de membrana doble con válvulas regulables que consiste en tres placas y en la que todas las cámaras de bombeo y cierre están instaladas en la placa intermedia. Como se ve, el canal de entrada (300) presenta forma de T y conecta la cámara de cierre (301, 301') izquierda con la derecha en el lado de succión para

que ambas cámaras de cierre compartan un canal de entrada en común. Desde cada cámara de cierre sale un canal de conexión acodado (302, 302') hacia la cámara de bombeo (303, 303'). En una imagen casi reflejada del área de entrada de líquido se encuentra el área secundaria de salida de líquido de la bomba de membrana doble. Los canales de conexión (304, 304') conectan las cámaras de bombeo (303, 303') con las cámaras de cierre (305, 305') en el lado de la salida, y las cámaras de cierre del lado de la salida con un canal de salida (306) en común. En este ejemplo se describe una bomba de membrana doble con un canal de paso parcial interno. La bomba de membrana doble se ha equipado, en este ejemplo, con un disco móvil (1001) para un posible funcionamiento con carrera parcial. En la figura 3a no se muestran los elementos de conexión desmontables de las placas, y la cabeza de bomba no se encuentra en posición de trabajo. La dirección de flujo de la bomba de membrana doble se indica mediante las flechas.

#### Ejemplo 5

En las fig. 4 y 4a se muestra la perspectiva frontal de la placa intermedia (placa 400) en la que se asignan cuatro cámaras de cierre (1200, 1201, 1202, 1203) a una cámara de bombeo (1205). Las cámaras se forman mediante las cavidades con forma de sección esférica (casquete esférico). Cada cámara de cierre presenta un canal de conexión (1206) hacia la cámara de bombeo central (1205), además, dos de las cámaras de cierre presentan un canal de entrada separado (1207, 1208) y las otras dos cámaras de cierre presentan un canal de salida separado (1209, 1210). En esta forma de realización se pueden transportar dos sustancias distintas de forma secuencial o alterna con la cabeza de bomba. En una aplicación con fines farmacéuticos, el segundo canal de entrada podría usarse para bombear un líquido de limpieza para iniciar un procedimiento de lavado. Se ofrece una aplicación alternativa para el segundo canal de entrada si se utiliza una conexión con vapor para poder, en cualquier momento, iniciar un proceso de esterilización. De esta forma, el canal de entrada (1207) podría conectarse a un tubo de suministro de una sustancia a dosificar. La sustancia llega durante el proceso de succión a la cámara de bombeo (1205) para luego propulsarse a través de la cámara de cierre (1202) hacia el canal de salida (1209). El proceso de esterilización requiere una conexión de vapor en el canal de entrada (1208). El vapor podría llegar a la cámara de bombeo (1205) a través de la cámara de cierre (1201) para después llegar, a través de un canal de conexión a la cámara de cierre (1203) y al canal de salida (1210). En el área de aplicación de la industria farmacéutica, los procesos de dosificación y bombeo requieren pasos secuenciales de esterilización para que, debido a la posibilidad de control individual de la cámara de bombeo y de las cámaras de cierre, el gasto de automatización sea mínimo. En la fig. 4 se muestra una ranura colectora acodada (1215) en el interior de la cámara de bombeo (1205), así como perforaciones (1216) para la recepción de tirantes de anclaje o elementos de fijación, respectivamente, con los que se pueden fijar las tres placas. En la fig. 4 se puede ver muy claramente la cámara de bombeo, los canales de conexión (p.ej. 1206) y una ranura (1215) para el drenaje del producto de la cámara de bombeo. La fig. 4a muestra las cámaras de cierre con las aberturas de entrada y salida.

La fig. 4b muestra, por ejemplo, un esquema de conexión de las cámaras, mostrando una cámara de bombeo (1205) y seis cámaras de cierre (p.ej. 1200) con forma de círculo en la figura, así como sus respectivos canales de entrada (1207, 1208, 1213) y canales de salida (1209, 1210, 1214). Debido al control por separado de cada cámara, pueden conectarse diferentes flujos de líquido de forma secuencial o alterna a través de una cámara de bombeo en común (1205) con todos los canales de salida existentes.

En las fig. 4, 4a, 4b se puede ver que una cámara de bombeo con más de tres cámaras de cierre y sus correspondientes canales de entrada y salida puede usarse para un sistema de toma de muestras automatizado. Se puede crear, por ejemplo, un circuito de cambio de bombeo con derivación desde un reactor o un tubo con producto y a través del canal de entrada (1207) con la cámara de cierre de la cámara de bombeo (1205) y el canal de salida (1209). Si, en un momento dado, se requiere una muestra de sustancia del reactor, el canal de salida (1209), por ejemplo, y el canal de salida (1210) se abren para poder tomar una cantidad suficiente de una muestra de sustancia de la cámara de bombeo (1205). Después de la toma de la muestra, la cámara de bombeo se limpia a través del canal de entrada (1208) con un detergente inerte. El líquido del detergente puede luego salir a través del canal de salida (1214) por separado. El canal de entrada (1214) se utiliza, por ejemplo, para un proceso de esterilización después de terminar la reacción.

#### Ejemplo 6

En la fig. 5 se muestra una bomba de membrana como válvula distribuidora multivía que consiste en tres placas según la construcción de la bomba. Además se ve que las membranas elásticas (1303, 1304) se extienden entre las placas (1300, 1301, 1302) y utilizan las cavidades de la placa intermedia en un compartimento de producto y control común. En esta ilustración, los compartimentos de control de las cámaras no están expandidos, de modo que las membranas en el área de separación se adhieren firmemente a las placas exteriores. A través de las placas (1300, 1302) se muestran, mediante flechas dobles, las conexiones neumáticas (1305, 1306, 1307). La válvula distribuidora se muestra en el estado abierto para que, cuando las membranas elásticas, por ejemplo, se desplacen por una presión neumática, se cierran los canales de conexión. Cuando la presión neumática se reduce, los canales de conexión en el interior de las cámaras de producto se abren para que el líquido las atraviese. En la fig. 5 se muestra una válvula distribuidora multivía con un canal de entrada central (1308) en la placa exterior (1300), un canal de conexión (1309) se conecta con ella y llega al compartimento distribuidor (1310). El compartimento distribuidor presenta dos canales de conexión (1311, 1312) hacia las cámaras de cierre más pequeñas (1313, 1314) que, a su vez, presentan canales de salida (1315, 1316) para el transporte de líquido. Se puede ver que una unidad de control electroneumática conectada tiene que controlar al menos dos cámaras para poder liberar un circuito para el traspaso del material. En este ejemplo, la válvula distribuidora multivía o la válvula distribuidora, respectivamente, puede guiar el material suministrado hacia el canal de salida izquierdo (1315) y el canal de salida derecho (1316). Para el lavado se pueden abrir los dos canales

## ES 2 354 864 T3

de salida al mismo tiempo para asegurar una distribución uniforme. La unidad de control electroneumática no requiere ningún generador de depresión porque los suministros de líquido normalmente presentan una presión de salida.

5 En el plano de separación de las placas (1301, 1302) se presentan canales de conexión en un lado de la superficie de la placa (1301) para poder cerrar herméticamente todos los canales de conexión al mismo tiempo hacia el exterior debido a la membrana de superficie grande. De esta manera, la válvula distribuidora multivía presenta, preferentemente, en los planos de separación de las placas, unas películas elásticas de gran superficie para facilitar el lavado de la instalación y de los procesos. Debido al suministro central de un material a distribuir, la película elástica (1303) presenta una abertura con forma de círculo para que el canal de entrada (1308) y el canal de conexión (1309) tengan una conexión a través de la cual pueda pasar el líquido.

15 Las cámaras de distribución y de cierre pueden controlarse neumáticamente con, por ejemplo, aire comprimido e, hidráulicamente, con líquido. Sin embargo, también pueden usarse motores electromagnéticos. Las placas de la válvula distribuidora multivía están conectadas entre sí de modo desmontable.

20 La fig. 6 muestra el esquema de la placa intermedia de una válvula distribuidora multivía. Se ve un canal de entrada de producto central (1308') con una cámara distribuidora (1310') y una pluralidad de canales de conexión (1312') con sus cámaras de cierre (1314') correspondientes y los posteriores canales de salida (1316'). Con esta aplicación se puede guiar un líquido de forma secuencial o paralela a una pluralidad de consumidores, sin embargo, las cámaras deben estar siempre en estado abierto.

25 Cuando el canal de entrada central (1308') se cierra, como se ilustra en la fig. 6a, los dos canales de salida (1400, 1401), por ejemplo, se convierten en canales de entrada que se conectan a distintos suministradores de material y es posible bombear estos dos materiales en serie a cualquiera de los canales de salida conectados.

### Ejemplo 7

30 La fig. 7 muestra, como ejemplo, un circuito de bomba para la toma de muestras y la preparación de una muestra. Según la fig. 4 se han combinado dos bombas de membrana (700, 700') con una cámara de mezcla (701) para incluir todas las partes funcionales en las tres placas de bomba pero agrandadas. Las bombas de membrana tienen una cámara de bombeo (702, 702') y cada cámara de bombeo tiene cuatro cámaras de cierre (703, 704, 705, 706 y 703', 704', 705', 706') A las cámaras de cierre se asignan los respectivos canales de entrada y salida (marcado en la fig. 7 con flechas de dirección de flujo). La fig. 7 muestra todos los componentes necesarios para una toma de muestras automatizado con la siguiente preparación y evacuación de la muestra para un dispositivo de análisis. No se muestra la unidad de control para el funcionamiento por separado de las cámaras.

40 En la fig. 7 se puede ver que la muestra de sustancia puede succionarse cuando el canal de entrada (707) y el canal de salida (708) estén conectados a un reactor. A través del canal de entrada (707) bombean de forma continua, la válvula de succión (704), la cámara de bombeo (702), la válvula de presión (705) y el canal de salida (708), una cantidad de sustancia desde el recipiente del reactor. En un momento predeterminado, el control cambia, por ejemplo, para que la válvula de presión (705) se cierre y se abra la válvula (706) para transmitir, mediante el volumen conocido de la cámara de bombeo, una cantidad de sustancia predeterminada por el canal de salida de la válvula (706) a la cámara de mezcla (701). En cuanto la muestra se haya transmitido, la bomba (700') inicia un circuito de bombeo a la cámara de mezcla. A la vez, el canal de entrada de la válvula (704') y el canal de salida de la válvula (705') están conectados con la cámara de mezcla. La bomba (700) puede, simultáneamente con el circuito de bombeo de la cámara de mezcla iniciado, transportar, a través del canal de entrada (709) y la válvula (703), un disolvente adicional hacia la cámara de mezcla que se mezclaría allí con la muestra de sustancia mientras que la válvula (704) está cerrada. Después del proceso de mezclado por la bomba (700'), la muestra de sustancia diluida puede transportarse a un dispositivo de análisis. Durante este proceso, la válvula (705') se cierra y la válvula (706'') se abre. Debido a la suma de todas las carreras de bombeo para alimentar la cámara de mezcla, la muestra preparada puede salir a través del canal de salida (710) y llevarse para el análisis sin que el número de carreras cambie. Además, el canal de entrada (709) se prolonga hasta la válvula (703'), de modo que una segunda bomba puede ser lavada con un disolvente después del transporte de la prueba al actuar las correspondientes válvulas.

### Ejemplo 8

60 La fig. 8 muestra un esquema de dos placas 800, 801 con una membrana elástica 802 extendida. La placa 800 contiene el compartimento de bombeo 800' y la placa 801 muestra el compartimento de control 801' de la cámara de bombeo. El movimiento de la membrana o la deformación de la membrana siempre sucede, según la invención, entre la pared delimitadora del compartimento de control y la pared delimitadora de la cámara de bombeo para asegurar el movimiento máximo de la membrana por los contornos de las cámaras.

65 Además, en el primer caso de carga, se ve que la membrana que se extiende entre las placas y que se activa neumáticamente (longitud de cuerda 807) puede deformarse hasta la altura de la cámara 804, cogiendo la forma de la longitud de arco 803.

En el segundo caso de carga, la extensión de la membrana será hasta la altura de la cámara 806 con una longitud de arco 805, de modo que la membrana, en relación con la longitud de cuerda, se deformaría mucho más que en

el primer caso de carga. Si la deformación de la membrana es todavía mayor, pueden producirse formaciones de pliegues plásticos de modo que la carrera de transporte, y, por consiguiente, el volumen de desplazamiento importante se reduciría por los pliegues así formados. Además, la formación de pliegues de la membrana evita el cierre hermético de los canales de entrada y salida en y de las cámaras de bombeo y cierre.

5

Este hecho demuestra que la geometría de las cámaras de bombeo y de cierre y la extensión resultante de la membrana sí influyen en la precisión de la dosificación. En el caso de una cámara de bombeo con dimensiones óptimas (segundo caso de carga) con forma de superficie de sección esférica con un diámetro de aprox. 255 mm y una altura de cámara de aprox. 1,5 mm, la deformación de la membrana no será permanente. La longitud calculada de la cuerda y la correspondiente longitud de arco son de aprox. 39 mm. De todo ello se deduce, que en este ejemplo no se produce ninguna deformación permanente de la membrana.

10

En la práctica, la cabeza de dosificación se ajusta con un disco móvil (1001) en la posición base de modo que no se produzca ninguna deformación de la membrana. Durante el proceso del bombeo, el recorrido de la membrana en el espacio geométrico predeterminado de la cámara de bombeo puede reducirse a través del ajuste del disco móvil (1001). El posicionamiento concerniente a la deformación de la membrana se refiere principalmente al contorno de la cámara en el lado del producto.

15

## 20 Referencias citadas en la descripción

*Esta lista referencias citadas por el solicitante se ha elaborado únicamente como ayuda para el lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha puesto mucha atención en la compilación de las referencias, no se pueden evitar errores u omisiones, por lo que la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.*

25

## Documentos de patente citados en la descripción

- DE 10216146 A [0001][0003][0004][0005][0025]  
[0030][0052][0057][0059]
- US 3741687 A [0002]

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

5 1. Cabeza de bomba con múltiples componentes comprendiendo, por lo menos, tres placas rígidas (201, 203, 205) y dos membranas (204, 202) que están posicionadas de forma elástica entre dichas placas (201, 203, 205), y en la que los planos (201, 203, 205) forman al menos dos cámaras de cierre (210, 212), particularmente con la geometría de una sección esférica, una zona esférica, un cilindro o un cono truncado, en la que cada uno tiene una abertura de entrada (240) y una abertura de salida (241) para el líquido bombeado y en la que la cámara de bombeo (211) y las cámaras de cierre (210, 212) forman, junto con un canal de entrada (207), los canales de conexión (208) y (209) y un canal de salida (206), un canal de paso, y en la que la cámara de bombeo (211) y las cámaras de cierre (210, 212) están separadas mediante las membranas (204, 202) en un compartimento de producto (230, 231, 232) y un compartimento de control (220, 221, 222) y en la que los compartimentos de control (220, 221, 212) incluyen líneas piloto (119, 120, 121) que se conectan, mediante una unidad de control (100, 115), **caracterizada** por el hecho de que el plano exterior (205) se forma de manera correspondiente para alojar un disco móvil, consiguiendo, de esta manera, que el compartimento de control de la cámara de bombeo sea más amplio alojando un disco (1001) que se puede desplazar de forma axial y que se inserta mediante una varilla unilateral prolongada del disco móvil que llega hasta el exterior de la cabeza de dosificación y puede controlarse desde el exterior de la bomba de forma manual (1003) desplazando, de esta forma, el disco (1003) en el interior del compartimento de control de modo axial y reduciendo o ampliando, de esta manera, el trayecto máximo predeterminado consiguiendo que el volumen de líquido dosificado se pueda ajustar por cada carrera de bombeo y que la bomba funcione sin alterar el volumen de espacio muerto en el compartimento de producto y que la superficie del disco móvil sea ligeramente inferior a la de la superficie de la membrana activa de bombeo y que la distancia entre los centros de cada entrada contigua o de la salida de cada cámara de bombeo o cierre, respectivamente, sea el doble o diez veces el diámetro hidráulico más grande de cada abertura de entrada (240) o salida (241).

25 2. Bomba de membrana según la reivindicación 1, **caracterizada** por el hecho de que se trata de una bomba de membrana doble consistente en tres placas y de que las cámaras de bombeo y de cierre se encuentran en la placa intermedia.

30 3. Bomba de membrana según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizada** por el hecho de que en la placa mediana se asignan por lo menos tres y preferentemente cuatro cámaras de cierre (1200, 1201, 1202, 1203) a una cámara de membrana de bombeo (1205).

35 4. Bomba de membrana según una o más de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** por el hecho de que el disco móvil (1001) comprende una varilla prolongada (1002) con un accionamiento piezo, neumático, eléctrico o hidráulico adaptado para un ajuste remoto automatizado de la carrera parcial mediante un movimiento giratorio o de bombeo.

40 5. Bomba de membrana según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** por el hecho de que los sectores de conexión o parciales de los canales de entrada y salida se colocan de forma oblicua.

45 6. Bomba de membrana según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** por el hecho de que los canales de entrada y salida con cámaras de cierre se asignan a una cámara de bombeo y comprenden, por lo menos en un canal de salida, una cámara de mezclado para absorber una parte de la muestra y de que a esta cámara de mezcla se asigna una segunda cámara de bombeo con varios canales de entrada y salida y cámaras de cierre para poder bombear dicha parte de la muestra recogida por la cámara de mezcla para que, al introducir un disolvente separado en la cámara de mezcla, la muestra dentro de la cámara se disuelva o se mezcle para poder, después del mezclado, tomar y analizar una muestra diluida mediante el bombeo.

50 7. Bomba de membrana según una o varias de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** por el hecho de que ésta consiste en 3 placas y puede usarse como válvula distribuidora multivía.

8. Uso de la bomba de membrana según una o varias de las reivindicaciones 1 a 7 como dispositivo de bombeo o sistema de toma de muestras o para dispositivos o instalaciones de llenado.

55 9. Uso de la bomba de membrana según la reivindicación 8 como válvula distribuidora multivía, **caracterizada** por el hecho de que se compone de un canal de entrada de producto (1308') con una cámara distribuidora (1310') y una pluralidad de canales de conexión (1312') con sus cámaras de cierre (1314') correspondientes y los posteriores canales de salida (1316').

60 10. Uso de una bomba de membrana según la reivindicación 9, **caracterizada** por el hecho de que las cámaras comprenden cavidades del mismo tamaño cada una y se pueden controlar por separado para tener que abrir simultáneamente, para el paso del producto, por lo menos dos cámaras en la dirección de paso deseado y para controlar todas las cámaras mediante una unidad de control descentralizada.

65

Fig. 1

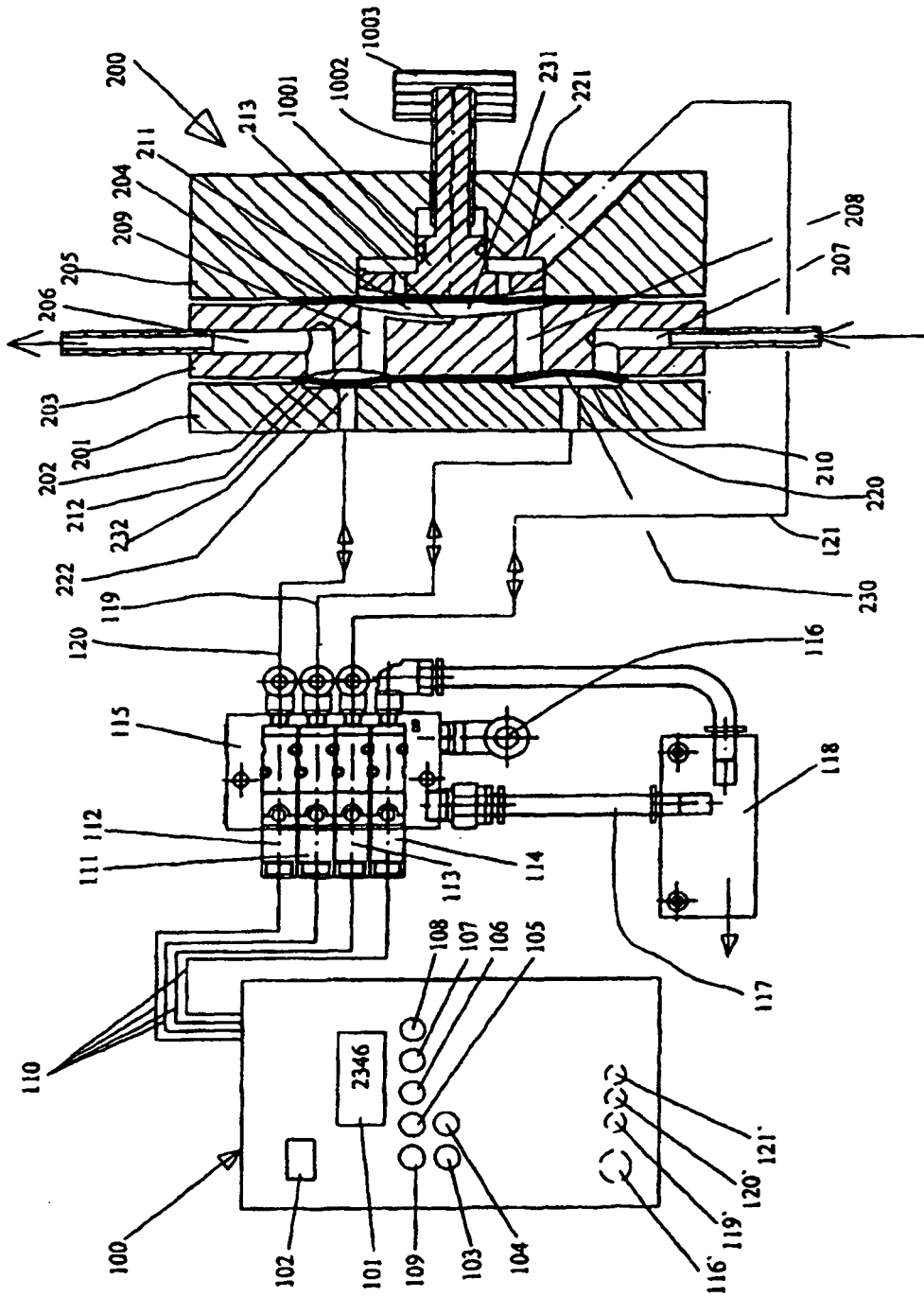


Fig. 2

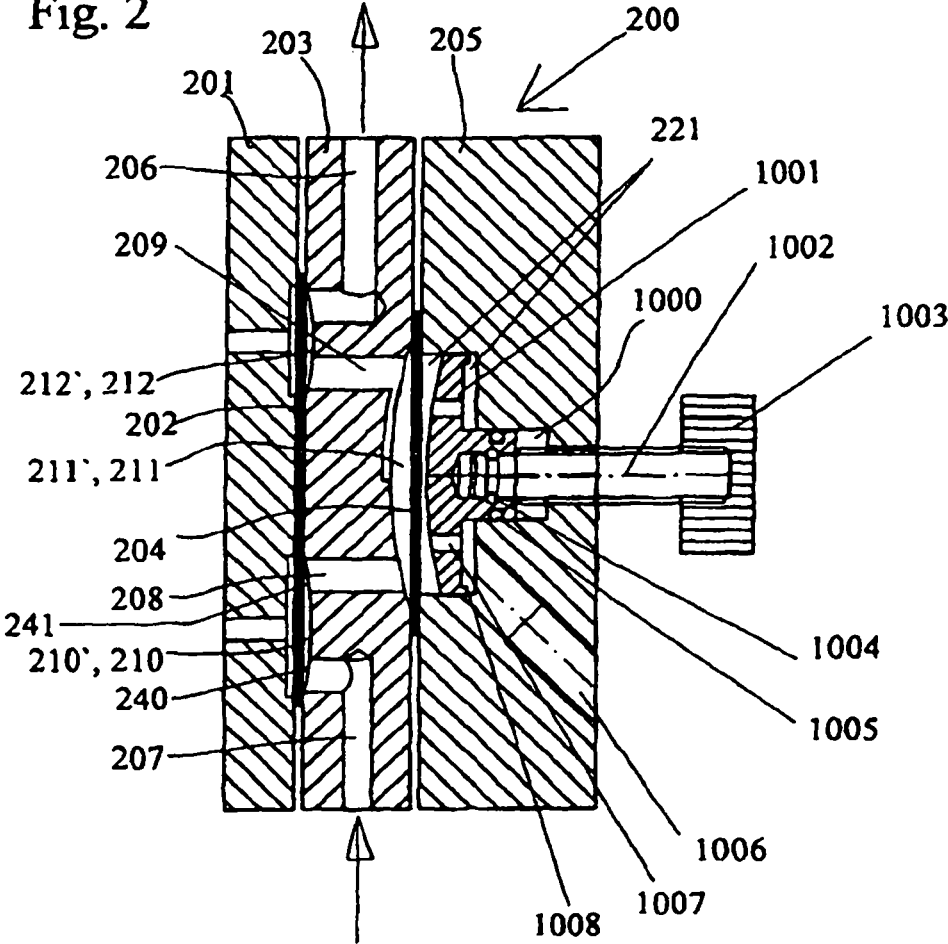


Fig. 2a

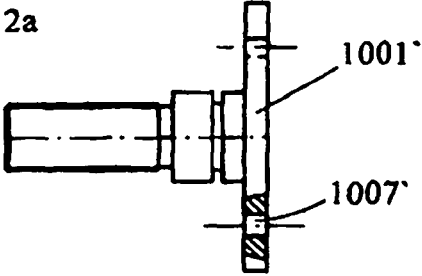


Fig. 2b

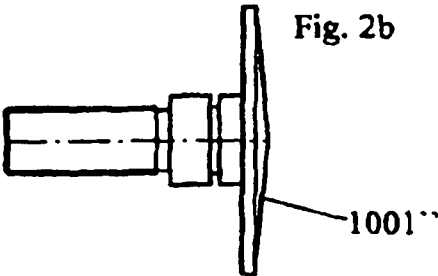


Fig. 2a

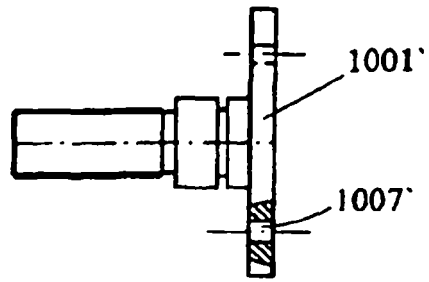


Fig. 2b

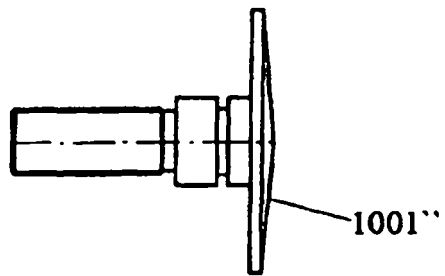


Fig. 2c

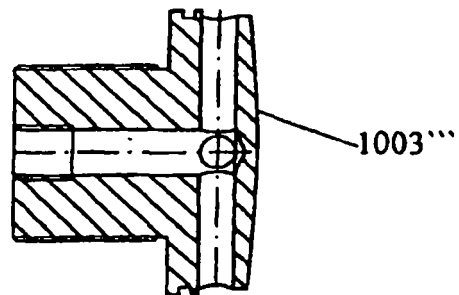


Fig. 3

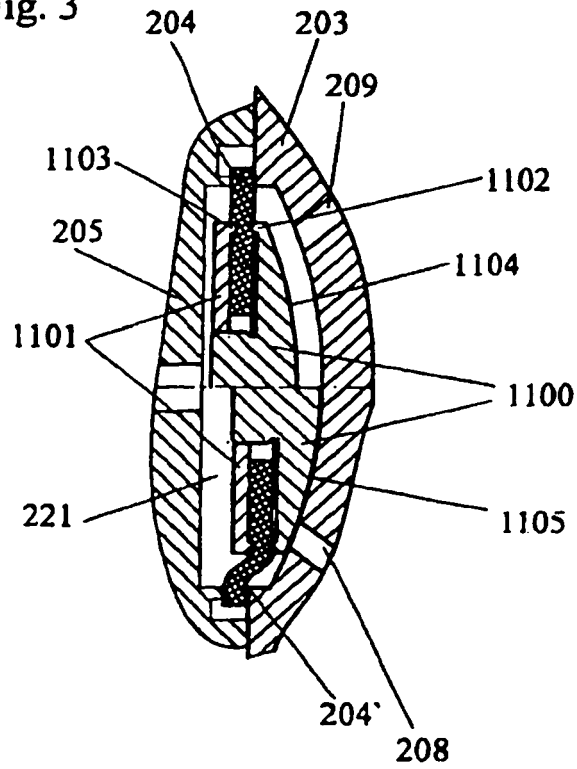


Fig. 3b

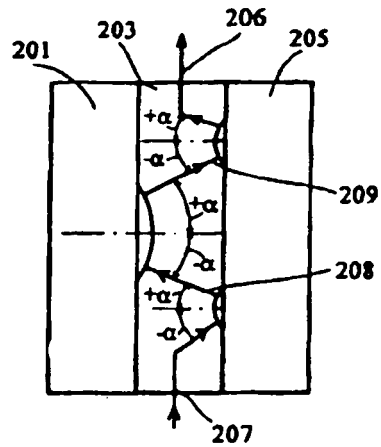
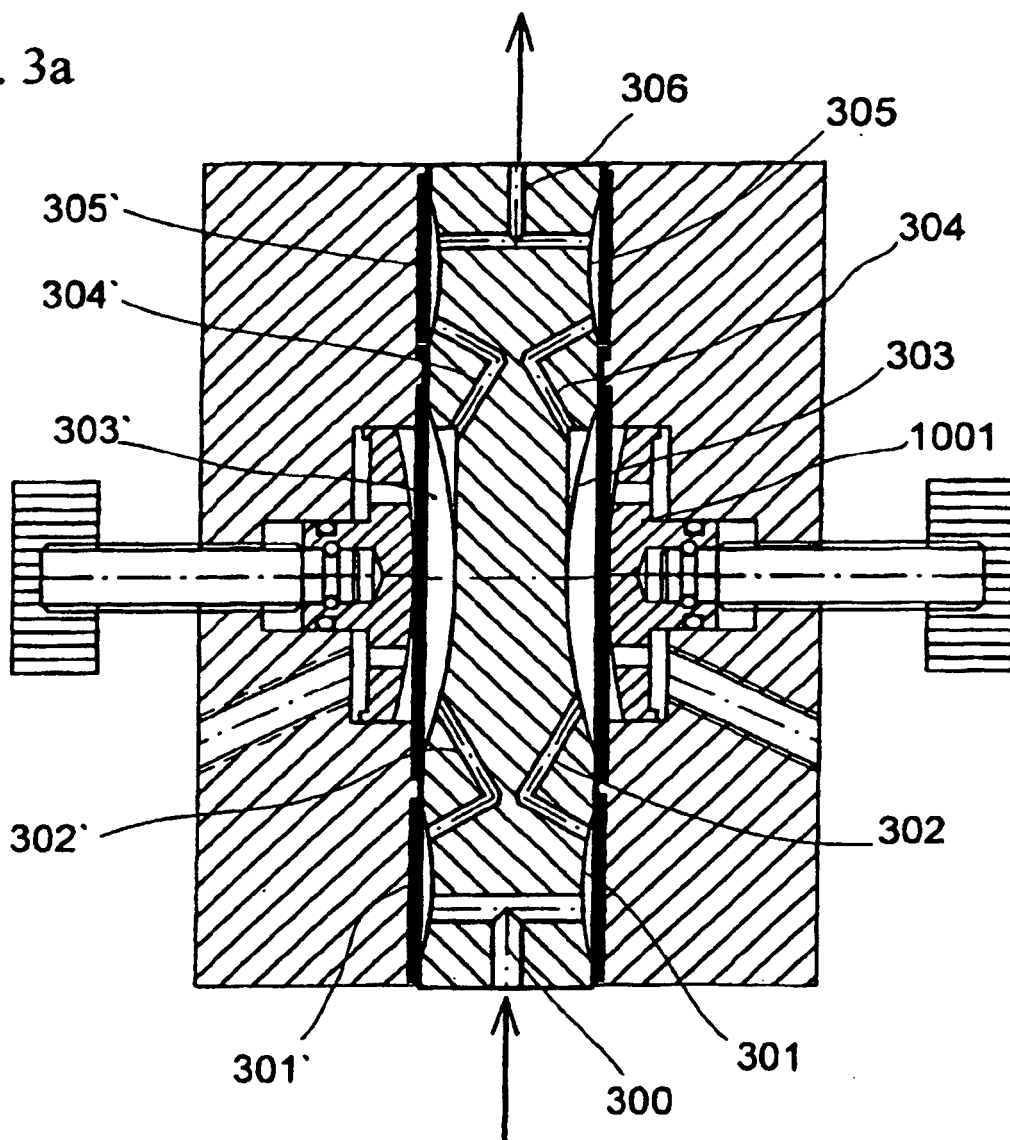
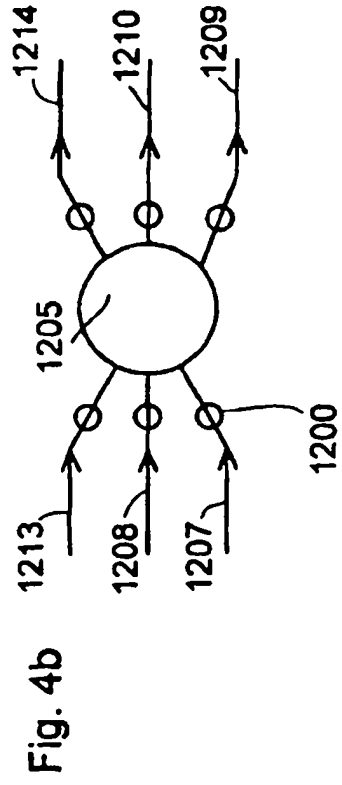
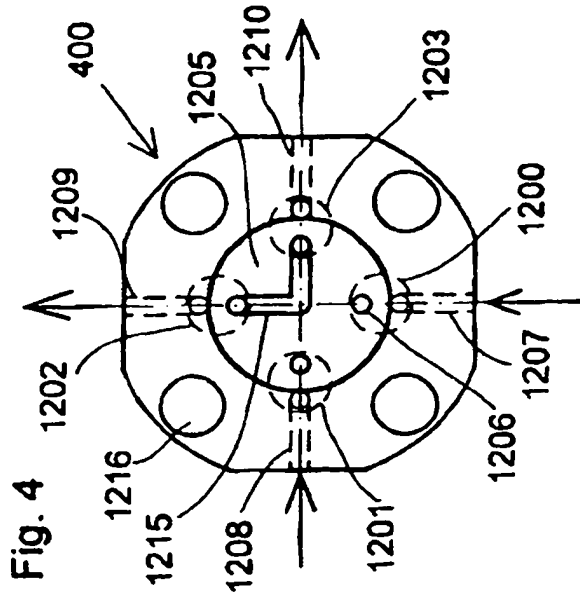
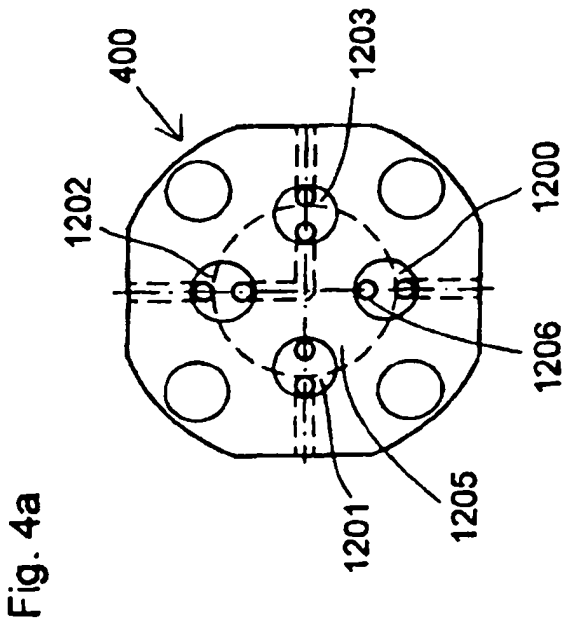


Fig. 3a





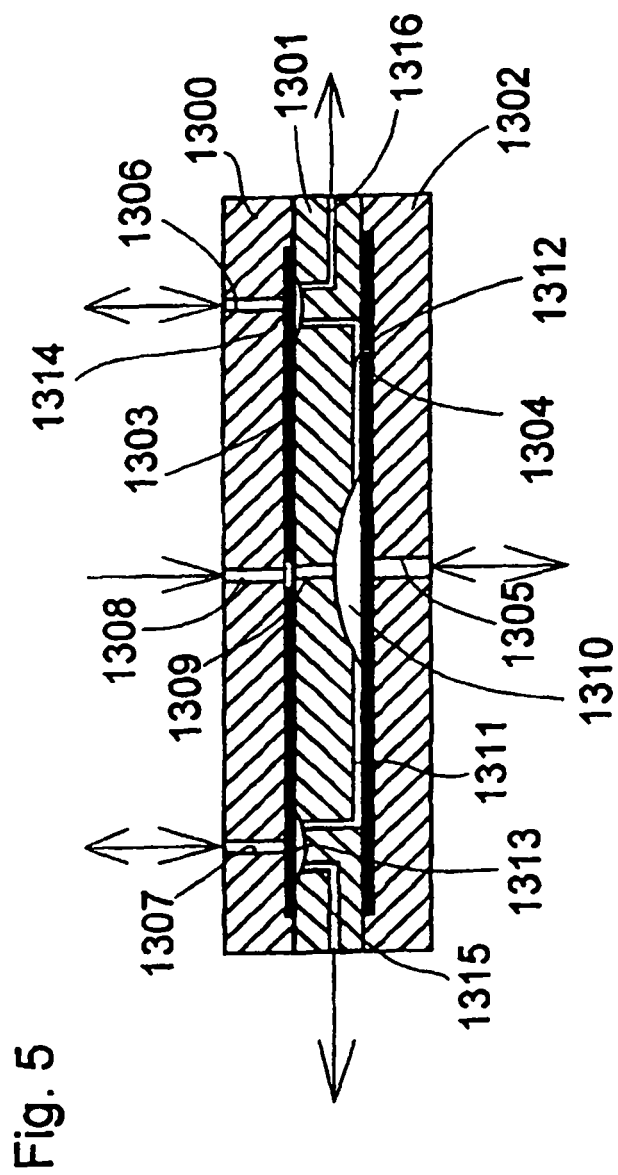


Fig. 5

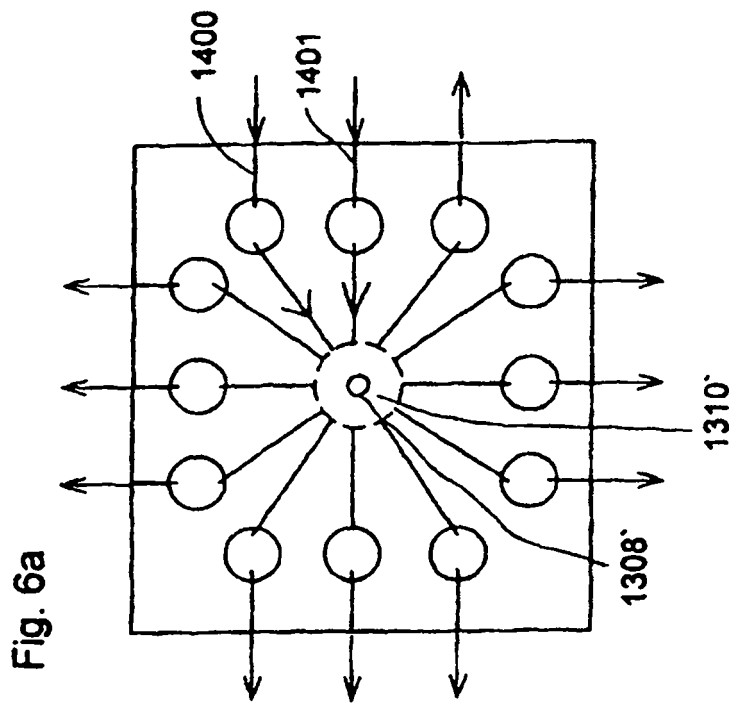


Fig. 6a

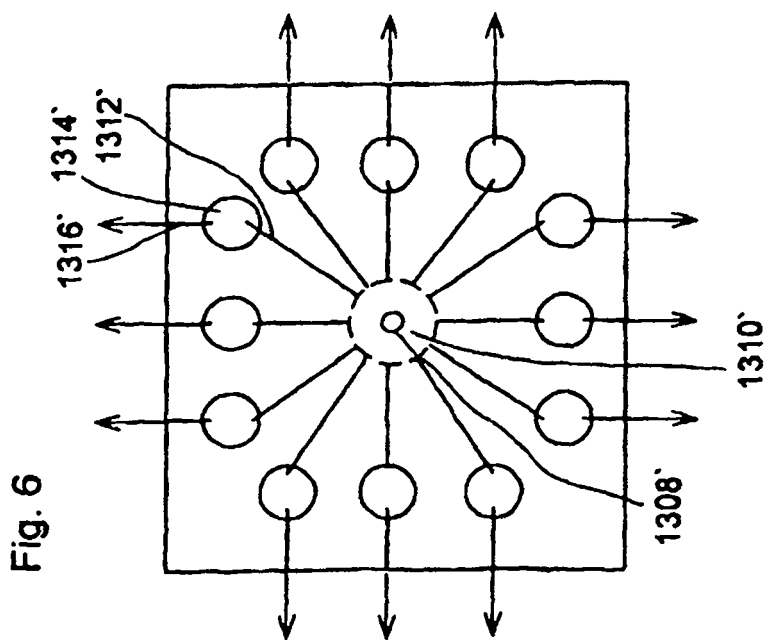


Fig. 6

Fig. 7

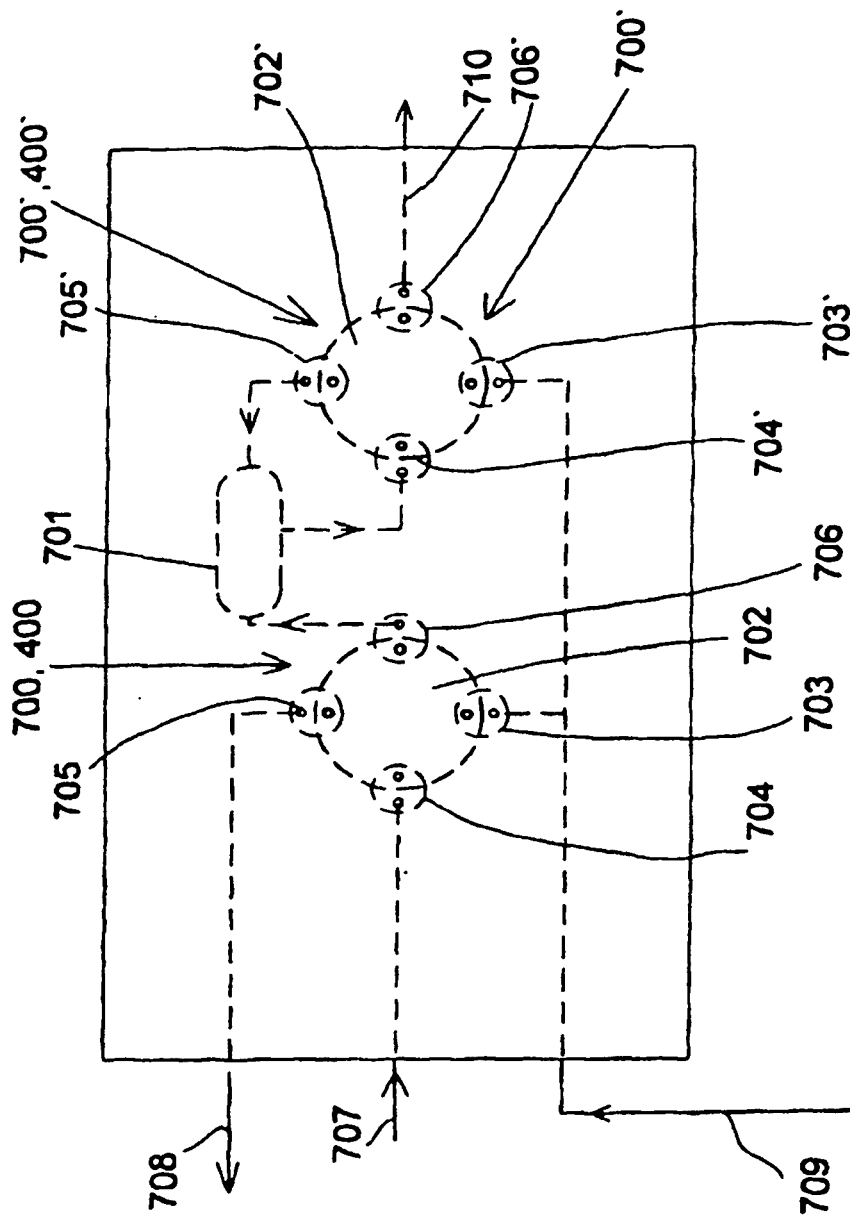


Fig. 8

