

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 291**

51 Int. Cl.:

F16K 99/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010** **E 10810876 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 2513533**

54 Título: **Sistema de microfluidos**

30 Prioridad:

17.12.2009 IT BO20090806

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

25.01.2016

73 Titular/es:

SILICON BIOSYSTEMS S.P.A. (100.0%)

Via dei Lapidari, 12

40129 Bologna, IT

72 Inventor/es:

PEROZZIELLO, GERARDO;

SARDELLA, GIUSEPPE;

MEDORO, GIANNI;

CALANCA, ALEX y

MANARESI, NICOLÒ

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 557 291 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

Sistema de microfluidos

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de microfluidos.

5 Estado de la técnica

10 En el campo de los microfluidos se conoce un tipo de sistema que comprende un canal, que incluye dos segmentos conectados entre sí por una válvula. La válvula incluye generalmente una partición dispuesta a lo largo del canal para separar los dos segmentos y una membrana de un material elastómero conectado a una pared del canal en el área de dos agujeros, cada uno de los cuales está dispuesto en un extremo de un segmento respectivo en el área de la partición. La válvula comprende además un accionador neumático, que está adaptado: por un lado, para crear una depresión para deformar la válvula y, por lo tanto, conectar los dos segmentos del canal; por otro lado, para ejercer una presión para empujar la membrana contra la pared del canal a fin de cerrar los dos agujeros y aislar los dos segmentos.

15 Las válvulas y circuitos conocidos del tipo indicado anteriormente se divulgan por ejemplo en el documento WO2008115626 (véase en particular la figura 2) y tienen diferentes inconvenientes.

Una primera serie de inconvenientes se deriva del hecho de que el accionador neumático tiene que estar siempre activo (tanto cuando la válvula se va a abrir, como cuando la válvula se va a cerrar). Esto determina un alto consumo de energía y un desgaste considerable. También hay que señalar que los accionadores neumáticos que tienen el tamaño adecuado para crear tanto una depresión como una compresión, son relativamente complejos y costosos.

20 Además, cabe señalar que la preparación de este tipo de válvulas es a menudo compleja. Algunos de los problemas en este sentido son debidos al hecho de que la membrana a menudo se debe conectar selectivamente a la pared del canal y no a la partición.

25 El documento DE19949912 divulga sistemas de microfluidos especialmente complejos que comprenden canales cuya estructura geométrica es complicada y difícil de implementar. Además, debe tenerse en cuenta que el elemento de cierre de las figuras 4a y 4b está normalmente en una posición abierta y se deforma para alcanzar una posición bloqueada, en la que el fluido no puede pasar a través de los canales 12 y 11.

El documento US2002/0117643 divulga una válvula que comprende un elemento de cierre que está normalmente en una posición abierta y se deforma para alcanzar una posición bloqueada, en la que el fluido no puede pasar.

30 El documento DE4422944 divulga sistemas de microfluidos especialmente complejos que comprenden canales cuya estructura geométrica es complicada y difícil de implementar. El documento DE4422944 divulga una válvula provista de un elemento de cierre que tiene una porción de cierre que se mantiene fuera de la abertura 4.

Divulgación de la invención

35 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de microfluidos, que permiten superar al menos parcialmente los inconvenientes del estado de la técnica y son al mismo tiempo fáciles y económicos de implementar.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de microfluidos de acuerdo con las siguientes reivindicaciones independientes y, preferiblemente, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones que dependen directa o indirectamente de la reivindicación independiente.

40 El término "inmediatamente" significa sin la interposición sustancial de otros elementos (y opcionalmente también de espacios vacíos). Salvo que se indique expresamente lo contrario, en el presente texto los siguientes términos tienen el significado indicado a continuación.

Por diámetro equivalente de una sección se entiende el diámetro de un círculo que tiene la misma área de la sección.

45 Por sección de un canal o de un conducto se entiende la sección sustancialmente perpendicular a la extensión longitudinal del canal (o conducto), es decir, a la dirección de alimentación del fluido en el canal (o conducto).

Por diámetro equivalente de un agujero se entiende el diámetro de un círculo que tiene la misma área que la sección transversal más pequeña del agujero.

Por sistema de microfluidos se entiende un sistema que comprende al menos un canal de microfluidos y una válvula dispuesta a lo largo del canal.

- 5 Por canal de microfluidos se entiende un canal que tiene una sección con un diámetro equivalente menor a 1 mm (en particular, menor a 0,5 mm).

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con referencia a los dibujos acompañantes, que muestran realizaciones no limitantes de la misma, en los cuales:

- 10 - La figura 1 es una sección transversal esquemática de un sistema de microfluidos hecho de acuerdo con la presente invención;
- La figura 2 es una vista superior de un detalle del sistema de la figura 1 con partes removidas para mayor claridad;
- La figura 3 es una sección esquemática transversal con partes removidas para mayor claridad de otra realización de un sistema de microfluidos elaborado de acuerdo con la presente invención;
- 15 - La figura 4 es una vista superior de un detalle del sistema de la figura 3 con partes removidas para mayor claridad;
- La figura 5 es una sección esquemática transversal con partes removidas para mayor claridad de otra realización de un sistema de microfluidos elaborado de acuerdo con la presente invención;
- Las figuras 6a, 6b y 6c son cada una una vista superior de realizaciones respectivas y diferentes de un detalle del sistema de la figura 5;
- 20 - Las figuras 7 a 20 muestran esquemáticamente una sección transversal de algunas realizaciones de los sistemas de microfluidos de las figuras 1 y 3;
- La figura 21 muestra un elemento de cierre elaborado de acuerdo con la presente invención; y
- La figura 22 muestra el sistema de la figura 1 en una posición operativa diferente.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

- 25 En la figura 1, el numeral 1 indica como un todo, un sistema de microfluidos que comprende un canal 2 de microfluidos y una válvula 3, que está adaptado para ajustar la transferencia de fluido (en particular de líquido) de un segmento 4 a un segmento 5 (y/o viceversa) del canal 2.

Los segmentos 4 y 5 son sustancialmente coplanares entre sí. En particular, el canal 2 es sustancialmente lineal.

- 30 El sistema 1 comprende un soporte (pared) 6; una cubierta (pared) 7; y un elemento espaciador 8, que conecta de manera hermética el soporte 6 y la cubierta 7 y define lateralmente el canal 2 en los extremos. En particular, el elemento espaciador 8 comprende dos porciones 8a terminales y dos porciones 8b laterales (mostradas parcialmente en la figura 2) que se extienden de forma continua, paralelamente al plano de la lámina de la figura 1, en lados opuestos de las porciones 8a terminales de manera que se conectan de forma hermética el soporte 6 y la cubierta 7. Las porciones 8b laterales son transversales (en particular, sustancialmente perpendiculares) y se conectan de forma hermética con las porciones terminales 8a.
- 35

La cubierta 7 es una pared del canal 2. En particular, la cubierta 7 tiene una superficie interior SI que delimita parcialmente el canal 2 (en particular en la parte superior).

- 40 La superficie interior SI se extiende (inmediatamente) hacia abajo e (inmediatamente) hacia arriba de la válvula 3 (en particular, del agujero 9) para delimitar al menos parcialmente (en particular en la parte superior) el canal 2 de microfluidos en el área de los segmentos 4 y 5. En particular, (parte de) la superficie interior SI presente en el área del segmento 4 es sustancialmente coplanar a (parte de) la superficie interior SI presente en el área de segmento 5. Más específicamente, la superficie SI es sustancialmente coplanar a la abertura (de la boca) del agujero 9 que da frente al canal 2.

El soporte 6 es una pared del canal 2. El sistema 1 (en particular, el soporte 6) comprende una superficie interior SI2, que da frente sustancialmente a la superficie interior SI. Más precisamente, las superficies SI y SI2 son paralelas entre sí.

5 La superficie SI2 se extiende (inmediatamente) hacia abajo e (inmediatamente) hacia arriba de la válvula 3 con el fin de delimitar parcialmente (en particular, en la parte inferior) al canal 2 de microfluidos en el área de los segmentos 4 y 5. (Parte de) la superficie interior SI2 presente en el área del segmento 4 es sustancialmente coplanar a (parte de) la superficie interior SI2 presente en el área del segundo segmento 5.

10 La cubierta 7 tiene un agujero 9, que está dispuesto entre los segmentos 4 y 5; y dos agujeros 10 y 11, que están dispuestos en extremos opuestos del canal 2 y están adaptados para conectar el canal 2 con más conductos / canales (no mostrados) del sistema 1 o con el exterior.

Haciendo referencia en particular a la figura 2, las porciones laterales 8a están configuradas de modo que definen un ensanchamiento 12 del canal 2 en el área del agujero 9. Cabe señalar que el ensanchamiento 12 tiene un diámetro menor que el diámetro del agujero 9.

15 De acuerdo con algunas formas de realización, el soporte 6 está hecho de silicio; la cubierta 7 está hecha de vidrio; elemento 8 espaciador está hecho de un fotopolímero (es decir, un material fotopolimerizable).

De acuerdo con otras formas de realización, el soporte 6, la cubierta 7 y el elemento 8 espaciador pueden elaborarse de materiales distintos de los indicados anteriormente.

El canal 2 tiene una sección que tiene un diámetro equivalente de 10 μm a 0,5 mm. De acuerdo con algunas formas de realización, la sección del canal 2 es sustancialmente constante.

20 El agujero 9 tiene un diámetro equivalente de 100 μm a 1 mm. Ventajosamente, el agujero 9 tiene un diámetro equivalente de 200 μm a 1 mm. De acuerdo con algunas formas de realización, el agujero 9 tiene un diámetro menor a 0,5 mm.

25 De acuerdo con algunas realizaciones el agujero 9 tiene una forma seleccionada del grupo que consiste de: sustancialmente frustocónica, sustancialmente frustopiramidal, sustancialmente paralelepípedica, sustancialmente cilíndrica. Ventajosamente, los agujeros 9 tienen una forma sustancialmente cilíndrica o sustancialmente paralelepípedica (en particular sustancialmente cilíndrica).

30 De acuerdo con algunas realizaciones los agujeros 10 y 11 tienen una forma seleccionada del grupo que consiste de: sustancialmente frustocónica, sustancialmente frustopiramidal, sustancialmente paralelepípedica, sustancialmente cilíndrica. Ventajosamente, los agujeros 10 y 11 tienen una forma sustancialmente cilíndrica o sustancialmente paralelepípedica (en particular sustancialmente cilíndrica).

35 La válvula 3 incluye un elemento 13 de cierre que comprende (en particular, que consiste de), a su vez, un material sustancialmente elástico (en particular, un elastómero); y un accionador 14, que está adaptado para desplazar el elemento 13 de cierre desde una posición bloqueada (mostrada en la figura 1) y una posición abierta (mostrada en la figura 22). De acuerdo con algunas formas de realización, el elemento 13 de cierre puede consistir de un material elastomérico simple (es decir, un elastómero) o de una combinación (por ejemplo, una mezcla) de varios materiales elastoméricos diferentes.

De acuerdo con la realización mostrada, el accionador 14 es un accionador hidráulico (en particular un accionador neumático). Ventajosamente, en estos casos, el accionador 11 comprende un sistema de aspiración, específicamente una bomba.

40 De acuerdo con algunas formas de realización, el accionador 14 es un accionador mecánico, que está adaptado, cuando se opera, a (sacar y/o) empujar un elemento 13 de cierre por medio de un pistón (no mostrado) en la posición de bloqueo.

45 El elemento 13 de cierre comprende una porción 15 de membrana y una porción 16 de cierre que se proyecta desde la porción de la membrana 15 para extenderse (al menos parcialmente) en (a través del) agujero 9 (dentro del canal 2). En otras palabras, el elemento 13 de cierre (más precisamente, la porción 16 de cierre) se acopla en el agujero 9 (al menos parcialmente, pero ventajosamente totalmente).

50 La porción 16 de cierre aísla el primero y segundo segmentos 4 y 5 uno del otro. En particular, cuando el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada, la porción 16 de cierre aísla el segmento 4 y 5 uno del otro. De acuerdo con algunas formas de realización, cuando el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada, la porción 16 de cierre aísla los segmentos 4 y 5 uno del otro.

- Para mayor claridad (aunque esto es evidente a partir de una lectura cuidadosa del presente texto), cabe señalar que por la expresión "un elemento (o una porción etc.) aísla los segmentos 4 y 5 uno del otro" se entiende que tal elemento (o porción etc.) determina una reducción (siendo las condiciones las mismas, en particular, siendo la velocidad del fluido la misma) de la velocidad de flujo del fluido (en particular, el líquido) entre los segmentos 4 y 5 con respecto a la velocidad de flujo del fluido entre los segmentos 4 y 5, cuando el elemento 13 de cierre está en la posición abierta. Como se indicó previamente, en algunos casos (es decir, para algunas realizaciones) la reducción es tal que aísla los segmentos 4 y 5.
- En algunos casos, la reducción de la velocidad de flujo se obtiene mediante la reducción del área de la sección de paso a través de la cual pasa el fluido entre los segmentos 4 y 5.
- De acuerdo con las realizaciones mostradas en las figuras 1-3, cuando el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada, la porción 16 de cierre se extiende dentro del canal 2 (en particular, hasta que entra en contacto con la pared 6).
- Más precisamente, la porción 16 de cierre se acopla por completo con el ensanchamiento 12, cuando el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada. De acuerdo con algunas variantes, las dimensiones de la porción 16 de cierre son mayores que las dimensiones de la carcasa 12. Por lo tanto, cuando el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada, la porción 16 de cierre se deforma (en particular, se comprime) de manera que separa herméticamente el segmento 4 y el segmento 5. En la práctica, en algunos casos, los segmentos 4 y 5 están aislados cuando el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada y la porción 16 de cierre se deforma.
- Ventajosamente, el ensanchamiento 12 y la porción 16 de cierre tienen formas complementarias.
- La membrana 15 está dispuesta en el lado opuesto del agujero 9 (más precisamente de la cubierta 7) con respecto al canal 2.
- Cuando no se ejerce fuerza sobre el elemento 13 de cierre, el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada. Más específicamente, en estos casos, la porción 16 de cierre aísla los segmentos 4 y 5 uno del otro. En otras palabras, (cuando no está en uso) la porción 16 de cierre aísla los segmentos 4 y 5 uno del otro.
- De acuerdo con algunas realizaciones, la porción 16 de cierre tiene una forma seleccionada de entre el grupo que consiste de: sustancialmente frustocónica, sustancialmente frustopiramidal, sustancialmente paralelepípedica, sustancialmente cilíndrica. Ventajosamente, la porción 16 de cierre tiene una forma sustancialmente cilíndrica o sustancialmente paralelepípedica (en particular sustancialmente cilíndrica).
- El elemento 13 de cierre comprende además una proyección 17 que se extiende a lo largo del borde 18 periférico de la porción 15 de membrana. En otras palabras, el elemento 13 de cierre tiene un grosor mayor en el borde 18 periférico. Esto permite mejorar el sellado entre el elemento 13 de cierre y la cubierta 7. La proyección 17 tiene una forma anular.
- Cabe señalar que la porción 16 de cierre está separada de la proyección 17. En particular, la porción 16 de cierre está dispuesta sustancialmente en el centro de la porción 15 de membrana.
- Haciendo referencia en particular a la figura 21, la porción 15 de membrana tiene un ancho B1 de 700 µm a 2 mm y un espesor T1 de 100 µm a 200 µm; la porción 16 de cierre tiene un ancho B2 de 100 µm a 1000 µm, ventajosamente de 200 µm a 1000 µm; la proyección 17 tiene un espesor T2 de 10 µm a 500 µm y un ancho B3 de 200 µm a 500 µm.
- Las dimensiones indicadas en el presente texto se pueden medir de manera estándar con perfilómetros.
- De acuerdo con algunas formas de realización, el ancho B2 es menor que el diámetro equivalente del agujero 9.
- De acuerdo con realizaciones específicas, la porción 15 de membrana y la porción 16 de cierre tienen una forma sustancialmente cilíndrica; en este caso, la proyección 17 tiene la forma de un anillo circular y anchos B1 y B2 que corresponden al diámetro de las superficies terminales de la porción 15 de la membrana y de la porción 16 de cierre, respectivamente.
- Ventajosamente, el elastómero comprende (en particular, consiste de) una silicona, en particular un caucho de silicona. De acuerdo con algunas formas de realización, la silicona tiene la siguiente fórmula:



donde n es un número entero mayor que 4, cada R se selecciona, independientemente de los otros, de entre el grupo que consiste de: metilo, etilo, propilo.

De acuerdo con algunas realizaciones, el elastómero comprende (es decir, consiste de) una sola silicona o, de forma alternativa, varias siliconas diferentes.

5 Ventajosamente, el elastómero tiene un módulo elástico de 750 KPa a 2500 KPa.

El sistema 1 comprende además un elemento 19 de fijación, que está conectado en forma sustancialmente integral a la cubierta 7. En la realización mostrada en la figura 1, el elemento 19 de fijación está conectado a la cubierta 7 por medio de uno o más espaciadores 20 adhesivos.

10 Una parte de la porción 15 de membrana, en particular, la parte periférica (específicamente en el área de proyección 17), se sujeta entre el elemento 19 de fijación y la cubierta 7 de manera que elemento 13 de cierre mantiene correctamente su posición en el agujero 9.

El elemento 19 de fijación comprende además una abertura 21, que está dispuesta en (en particular, más arriba) del agujero 9 y está adaptada para conectar el elemento 13 de cierre con el accionador 14 a través de un conducto 22 (mostrado esquemáticamente).

15 De acuerdo con algunas realizaciones (no mostradas), el elemento 19 de fijación comprende aberturas dispuestas en el área de los agujeros 10 y 11.

20 El sistema 1 de microfluidos mostrado en la figura 5 es sustancialmente idéntico al sistema 1 mostrado en la figura 1 y se diferencia sólo porque comprende una partición 23, que está dispuesta dentro del canal 2 entre los segmentos 4 y 5. La partición 23 está adaptada para separar los segmentos 4 y 5 uno del otro. Las figuras 6a, 6b y 6c muestran tres formas diferentes de partición 23. En cada uno de estos casos, cuando elemento 13 de cierre está en una posición bloqueada, la porción 16 de cierre está adaptada para cooperar con (en particular, está en contacto con) la partición 23 para aislar herméticamente el segmento 4 con respecto al segmento 5. En particular, en la posición bloqueada, el elemento 16 de cierre está adaptado para cerrar en la parte superior los extremos abiertos de los segmentos 4 y 5. Cuando el elemento 13 de cierre está en la posición abierta, la partición 23 y la porción 16 de cierre están separadas una de la otra, el fluido (en particular, el líquido) pasa del segmento 4 al segmento 5 (o viceversa) "superando" la partición 23.

En particular, la partición 12 separa los segmentos 4 y 5. La partición 12 se proyecta desde la superficie interior SI2 (en particular, hacia el agujero 9).

30 El sistema 1 de microfluidos mostrado en las figuras 3 y 4 es sustancialmente idéntico al sistema 1 mostrado en la figura 5 y difiere sólo en que la cubierta 7 comprende otra capa 24, que está conectada herméticamente a la partición 23, y tiene dos aberturas 25 que son menores que el agujero 9. Cuando el elemento 13 de cierre está en la posición bloqueada, la porción 16 de cierre está en contacto con la capa 24 (se acopla con el agujero 9) y sella las aberturas 25 evitando la transferencia de fluido entre los segmentos 4 y 5. Cuando el elemento 13 de cierre está en la posición abierta, la porción 16 de cierre está separada de la capa 24 y el fluido (en particular el líquido) pasa a través de las aberturas 25 encima de la capa 24 (y, en particular, debajo de la porción 16 de cierre).

La superficie interior SI (en estos casos) es sustancialmente coplanar a las aberturas 25.

Cabe señalar que las aberturas 25 son (también) aberturas del agujero 9 hacia el canal 2.

Cabe señalar que la realización mostrada en las figuras 3 y 4, es especialmente ventajosa, ya que permite un aislamiento hermético entre los segmentos 4 y 5 de una forma especialmente eficiente.

40 De acuerdo con algunas realizaciones, la capa 24 es un fotopolímero.

45 También cabe señalar que en virtud de la presencia de un elemento 13 de cierre, el accionador 14 debe ser operado (a fin de crear una depresión) sólo cuando la válvula 3 se va a abrir y los segmentos 4 y 5 se van a conectar. En otras palabras, cuando el accionador 14 no aplica una presión ni una depresión en el elemento 13 de cierre, el elemento 13 de cierre está en una posición cerrada. Esto determina ventajas relevantes en términos de simplicidad del accionador 14, reducción del desgaste y del consumo de energía.

El sistema 1 de acuerdo con la presente invención se puede utilizar ventajosamente en un aparato para separar partículas como en el ejemplo divulgado en una de las siguientes solicitudes de patentes italianas y solicitudes de patentes que reivindican la prioridad de la misma: BO2009A000152, BO2009A000153, BO2009A000154,

BO2009A000155.

Otras características de la presente invención resultarán de la siguiente divulgación de algunas realizaciones del sistema 1 de microfluidos que se presentan únicamente a título de una ilustración no limitante.

Ejemplo 1

5 Este ejemplo divulga la implementación del elemento 13 de cierre.

El elemento 13 de cierre se elaboró de PDMS (polidimetilsiloxano) (Sylgard 184® de Dow Corning - debe tenerse en cuenta que se pueden utilizar otros materiales).

10 El agente de endurecimiento de PDMS (tetra metil tetra vinil ciclotetrasiloxano) y la base se mezclaron en una proporción de 1:10 y la mezcla obtenida de este modo se vertió en un molde 26 (figuras 18 y 19) que reproduce la forma del elemento 13 de cierre en negativo. Se desgasificó el PDMS en una cámara de vacío durante una hora. Se colocó una tapa 27 en el molde 26 para eliminar el PDMS en exceso. Se insertó el molde 26 cubierto en un horno durante 2 horas a una temperatura de 80°C. Luego se extrajo el elemento 13 de cierre del molde 26 mediante el uso de un cortador (figura 21).

Ejemplo 2

15 Este ejemplo divulga la implementación del sistema 1 de microfluidos mostrado en las figuras 1 y 2.

20 Una capa 28 de fotopolímero (Dryresist en particular Ordyl SY300, Elga Europa) (espesor 90 µm) se laminó en un ángulo de 90° en un soporte 6 de silicio (figura 7) (espesor de 600 µm). La capa 28 fue por lo tanto parcialmente protegida por una máscara 29 fotolitográfica (una platina transparente impresa con una resolución de 24000 DPI) (figura 8) y sometida a radiación UV (150 W) durante 15 segundos de manera que las áreas de la capa 28 que están expuestas (es decir, no cubiertas por las partes oscuras de la máscara), polimerizan. Una vez que se llevó a cabo la polimerización de forma selectiva, se removió la parte no polimerizada por inmersión del sustrato 6 laminado en un revelador (revelador BMR - mezcla de xileno, acetato de 2- butoxi-etilo, mezcla de isómeros).

En este punto, el sustrato 6 con el elemento espaciador 8 correspondiente obtenido de este modo (figura 9) se calentó en un horno a una temperatura de 50°C durante 1 hora para lograr el secado.

25 La cubierta 7 (de vidrio) (espesor 500 µm) se obtuvo por molienda. Los agujeros 9, 10 y 11 tenían una forma frustocónica con la parte inferior que tiene un diámetro de 700 µm y la parte superior que tiene un diámetro de 1200 µm.

La cubierta 7 (figura 10) se presionó contra elemento 8 separador durante 80 minutos a una temperatura de 95°C para obtener una unión térmica.

30 En este punto, el elemento 13 de cierre obtenido en el ejemplo 1 se alineó y se insertó en el agujero 9.

Por último, se alinearon los adhesivos 20 y se dispusieron en la cubierta 7. Una vez hecho esto, se alineó la cubierta 7 de forma que el agujero de esta cubierta se dispuso de forma concéntrica con la membrana y se presionó sobre el adhesivo durante unos pocos minutos.

Ejemplo 3

35 Este ejemplo divulga la implementación del sistema 1 de microfluidos mostrado en las figuras 3 y 4.

40 Una capa 28 de fotopolímero (Dryresist en particular Ordyl SY300, Elga Europa) (espesor 90 µm) se laminó en un ángulo de 90° en un soporte 6 de silicio (figura 11) (espesor de 600 µm). La capa 28 fue por lo tanto parcialmente protegida por una máscara 30 fotolitográfica (una platina transparente impresa con una resolución de 24000 DPI) (figura 12) y sometida a radiación UV (150 W) durante 15 segundos de manera que las áreas de la capa 28 que están expuestas (es decir, no cubiertas por las partes oscuras de la máscara), polimerizan. Una vez que se llevó a cabo la polimerización de forma selectiva, se removió la parte no polimerizada por inmersión del sustrato 6 laminado en un revelador (revelador BMR - mezcla de xileno, acetato de 2- butoxi-etilo, mezcla de isómeros).

En este punto, el sustrato 6 con el elemento espaciador 8 correspondiente y la partición obtenidos de este modo (figura 13) se calentaron en un horno a una temperatura de 50°C durante 1 hora para lograr el secado.

45 La capa 31 de vidrio de la cubierta 7 (espesor 500 µm) se obtuvo por molienda. Los agujeros 9, 10 y 11 tenían una

forma frustocónica con la parte inferior que tiene un diámetro de 700 µm y la parte superior que tiene un diámetro de 1200 µm.

Una capa 32 de fotopolímero (Dryresist en particular Ordyl SY300, Elga Europa) (espesor 30 µm) se laminó en un ángulo de 90° sobre la capa de vidrio mencionada anteriormente (figura 14).

- 5 La capa 32 fue por lo tanto parcialmente protegida por una máscara 33 fotolitográfica (una platina transparente impresa con una resolución de 24000 DPI) (figura 15) y sometida a radiación UV (150 W) durante 15 segundos de manera que las áreas de la capa 32 que están expuestas (es decir, no cubiertas por las partes oscuras de la máscara), polimerizan. Una vez que la polimerización se llevó a cabo de forma selectiva, se removió la parte no polimerizada (figura 16) por inmersión de la cubierta 7 en un revelador (revelador BMR - mezcla de xileno, acetato de 2-butoxietilo, mezcla de isómeros).
- 10

Se presionó la cubierta 7 (figura 17) contra el elemento separador 8 durante 80 minutos a una temperatura de 95°C para obtener una unión térmica.

En este punto, el elemento 13 de cierre preparado de acuerdo con el ejemplo 1 se alineó y se insertó en el agujero 9.

- 15 Por último, se alinearon los adhesivos 20 y se dispusieron sobre la cubierta 7. Una vez hecho esto, se alineó la cubierta 7 de forma que el agujero de esta cubierta se dispuso de forma concéntrica con la membrana y se presionó sobre el adhesivo durante unos pocos minutos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de microfluidos que comprende al menos un canal de microfluidos (2), que a su vez comprende un primer segmento (4), al menos un segundo segmento (5) y al menos una pared (7), que está provisto con al menos un agujero (9) dispuesto entre el primero y el segundo segmento y tiene una superficie interior (SI);
- 5 y al menos una válvula (3), que está dispuesta a lo largo del canal (2) de microfluidos en la área del agujero (9) y comprende un accionador (14) y un elemento (13) de cierre que comprende al menos un material sustancialmente elástico, específicamente un elastómero;
- 10 el accionador (14) está adaptado para desplazar el elemento (13) de cierre entre una posición abierta, en la que el primero y el segundo segmento (4, 5) se comunican entre sí, y una posición bloqueada, en la que el elemento (13) de cierre aísla el primero y el segundo segmento (4, 5) el uno del otro;
- 15 la superficie interior (SI) se extiende hacia abajo y hacia arriba de la válvula (3) a fin de definir al menos parcialmente el canal (2) de microfluidos en el área del primer y el segundo segmento (4, 5);
- estando el sistema (1) caracterizado porque el elemento (13) de cierre comprende una porción (15) de membrana y una porción (16) de cierre, que se proyecta desde la porción (15) de la membrana para acoplarse al menos parcialmente con dicho agujero (9) y aislar el primero y segundo segmentos (4, 5); cuando no se ejerce fuerza sobre el elemento (13) de cierre, estando el elemento (13) de cierre en la posición bloqueada y la porción (16) de cierre que aísla el primero y el segundo segmentos (4, 5) el uno del otro; estando el accionador (14) adaptado para desplazar el elemento (13) de cierre desde la posición bloqueada hasta la posición abierta.
- 20 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, y que comprende otra superficie interior (SI2), que hace frente sustancialmente con la superficie interior (SI) y parcialmente delimita el canal microfluidos (2) en el área del primer y el segundo segmento (4, 5); la superficie interior (SI) en el área del primer segmento (4) es sustancialmente coplanar a la superficie interior (SI) en el área del segundo segmento; la superficie interior (SI) adicional en el área del primer segmento (4) es sustancialmente coplanar con la superficie interior (SI2) adicional en el área del segundo segmento.
- 25 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el elemento (13) de cierre tiene una proyección (17) que se extiende a lo largo de un borde (18) periférico de la porción (15) de la membrana.
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la porción (16) de cierre está separada de la proyección (17), en particular está dispuesta sustancialmente en el centro de la porción (15) de la membrana.
- 30 5. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la porción (16) de cierre tiene una forma seleccionada a partir del grupo que consiste de: sustancialmente frustocónica, sustancialmente frustopiramidal, sustancialmente paralelepípedica, sustancialmente cilíndrica.
- 35 6. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos un elemento (19) de fijación, que está conectado a dicha pared (7); estando al menos una parte de la porción (15) de la membrana del elemento (13) de cierre sujeta entre el elemento (19) de fijación y la pared (7); estando el elemento (19) de fijación provisto con al menos una abertura (21) dispuesta en dicho agujero (9) para conectar el accionador (14) al elemento (13) de cierre.
7. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una partición (23) dispuesta dentro del canal (2) de microfluidos, entre el primero y el segundo segmento (4, 5).
8. El sistema de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 7, en donde la partición (23) separa el primero y el segundo segmento (4, 5); la partición (23) se proyecta desde la otra superficie interior (SI2) hacia el agujero (9).
- 40 9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dicha pared (7) del canal (2) de microfluidos tiene al menos dos aberturas (25); estando las dos aberturas (25) dispuestas en lados opuestos de la partición (23), que separa el primero y el segundo segmento (4, 5) uno del otro.
10. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el canal (2) de microfluidos tiene una sección con un diámetro equivalente menor a 0,5 mm y, en particular mayor a 10 mm.
- 45 11. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agujero (9) tiene un diámetro equivalente menor a 1 mm, en particular mayor a 100 µm.

12. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agujero (9) tiene un diámetro equivalente mayor a 200 μm .

13. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elastómero comprende una silicona, en particular una goma de silicona.

5 14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la silicona tiene la siguiente fórmula:



donde n es un número entero mayor que 4, se selecciona cada R, independientemente de los otros, del grupo que consiste de: metilo, etilo, propilo.

10 15. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elemento (13) de cierre consiste de al menos un elastómero.

16. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elastómero tiene un módulo elástico de 750 KPa a 2500 KPa.

15 17. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la porción de membrana (15) tiene un ancho de 700 μm a 2 mm y un espesor de 100 μm a 200 μm ; la porción (16) de cierre tiene un ancho de 100 μm a 1000 μm , en particular de 200 μm a 1000 μm .

18. El sistema de acuerdo con la reivindicación 17, en donde el elemento (13) de cierre tiene una proyección (17), que se extiende a lo largo de un borde (18) periférico de la porción (15) de la membrana y tiene un espesor de 10 μm a 500 μm y un ancho de 200 μm a 500 μm .

20 19. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el accionador (14) es un accionador neumático.

20. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la porción (15) de membrana del elemento (13) de cierre está dispuesto en el lado opuesto del agujero (9) con respecto al canal (2).

21. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la porción (16) de cierre aísla dicho primero y segundo segmento (4, 5) uno del otro.

25 22. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho agujero (9) tiene al menos una abertura que da frente al canal (2); la superficie interior (SI) que se extiende sustancialmente coplanar a la abertura del agujero (9) da frente hacia el canal (2).

23. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el primero y el segundo segmento (4, 5) son sustancialmente coplanares entre sí.

30 24. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la superficie interior (SI) en el área del primer segmento (4) es sustancialmente coplanar a la superficie interior (SI) en el área del segundo segmento (5).

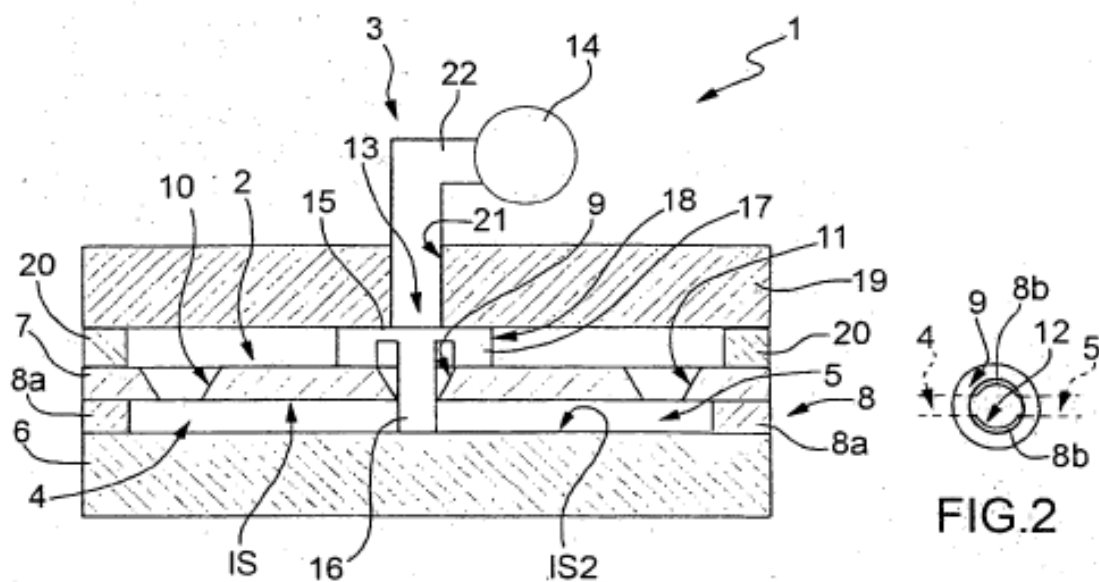


FIG.1

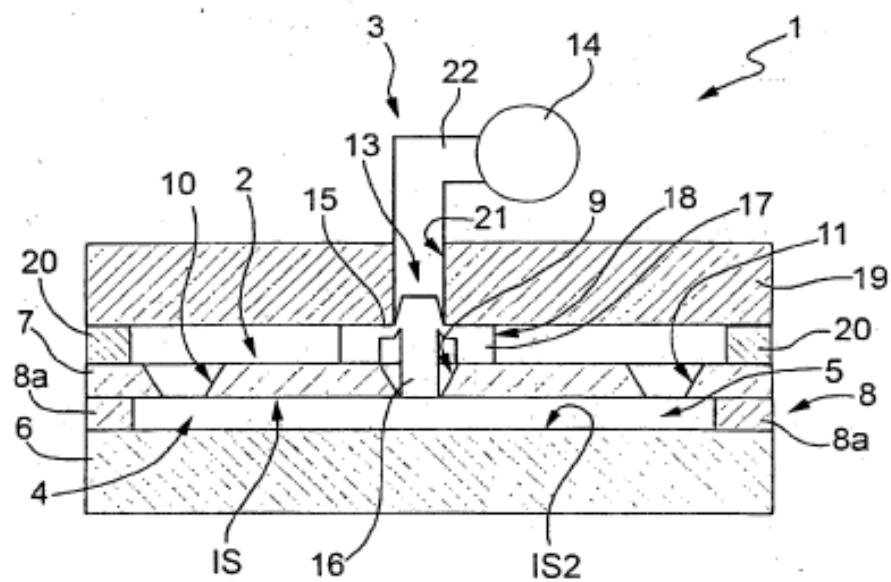


FIG.22

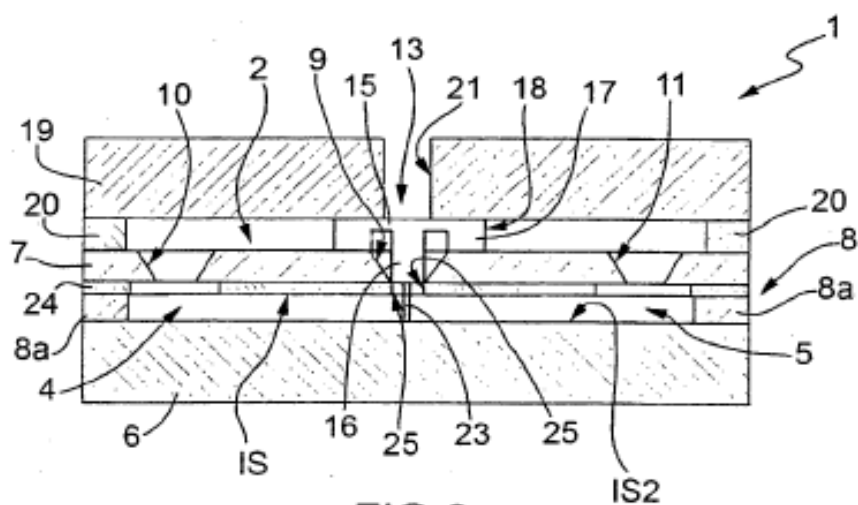


FIG.3

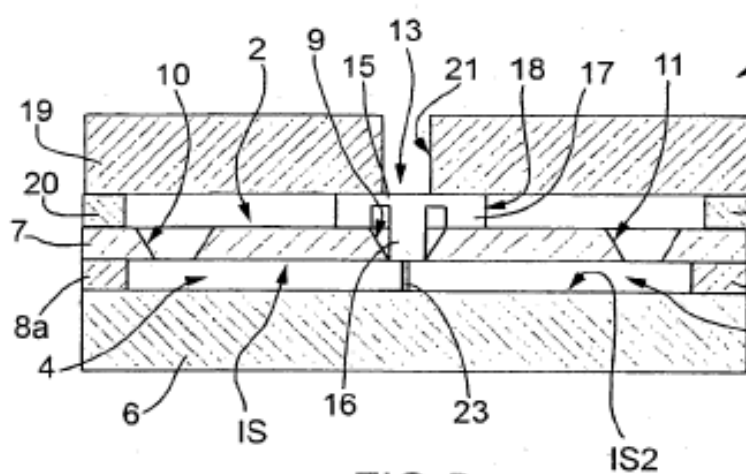


FIG.5

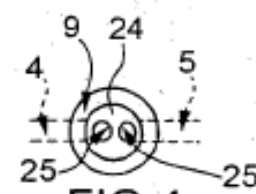


FIG.4



FIG.6a

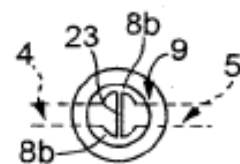


FIG.6b

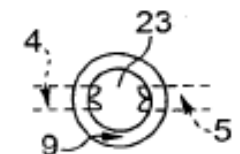


FIG.6c

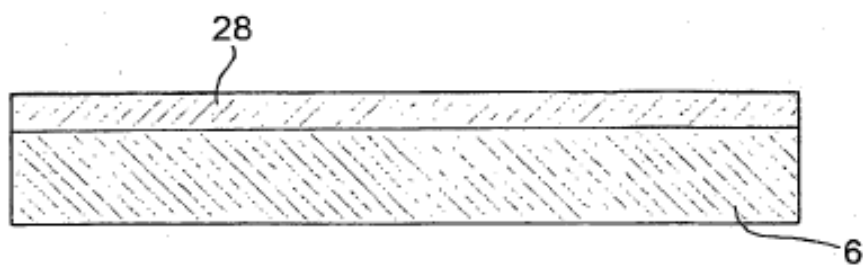


FIG. 7

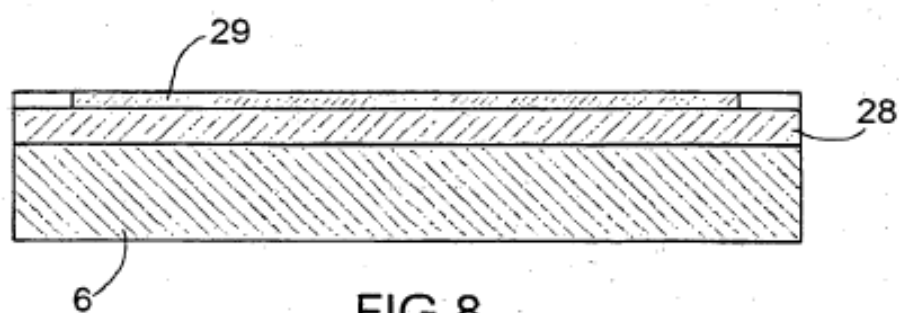


FIG. 8

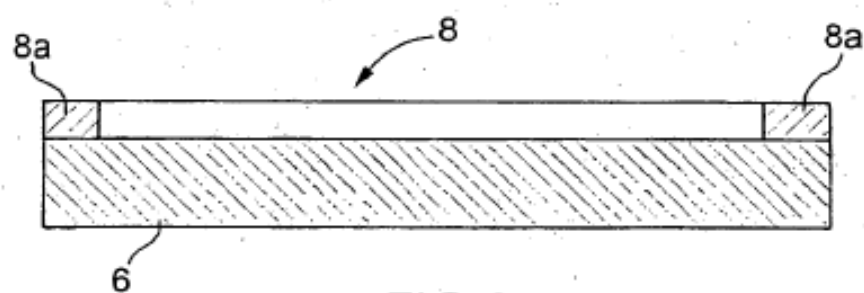


FIG. 9

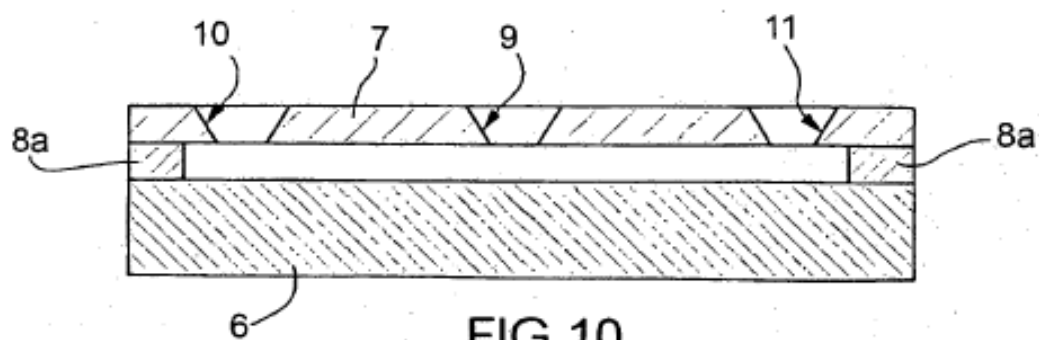


FIG. 10

