

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 716**

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 10812893 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2513534**

54 Título: **Sistema microfluídico**

30 Prioridad:

17.12.2009 IT BO20090807

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

14.04.2015

73 Titular/es:

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

Via dei Lapidari, 12

40129 Bologna, IT

72 Inventor/es:

CALANCA, ALEX;

PEROZZIELLO, GERARDO y

MEDORO, GIANNI

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 533 716 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 microfluídico

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema microfluídico y a un procedimiento para la producción del mismo.

5 Técnica anterior

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

15 Se dan a conocer válvulas y circuitos conocidos del tipo indicado anteriormente, por ejemplo, en el documento WO2008115626 (véase en particular la figura 2), en el documento US6293012 y en el documento WO2004061085 (véanse en particular las figuras 1A-1E). Debe observarse que el documento WO2004061085 sólo da a conocer un elemento fabricado de material elastomérico (indicado por los números de referencia 11 y 157 en las figuras 1B-1E).

El artículo titulado "Smallest dead volume microvalves for integrated chemical analyzing systems" (ISBN: 978-0-87942-585-2) da a conocer una válvula con una única membrana fotosensible.

20 Las válvulas del estado de la técnica tienen desventajas considerables.

Una primera serie de inconvenientes resulta del hecho de que con frecuencia la preparación de esta clase de válvulas es compleja. En particular, debe observarse que con frecuencia es necesario (aunque difícil) conectar selectivamente la membrana a la pared del canal y no a la división. También hay inconvenientes asociados con la complejidad de producir varias piezas del sistema microfluídico independientemente unas de otras.

25 Además, con frecuencia las válvulas del tipo dado a conocer anteriormente son relativamente voluminosas y no pueden incorporarse en circuitos microfluídicos complejos, sino que deben disponerse en cambio en el exterior y conectarse a los circuitos microfluídicos por medio de canales relativamente largos.

Descripción de la invención

30 Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema microfluídico y un procedimiento para su producción, que permitan superar, al menos parcialmente, los inconvenientes del estado de la técnica y al mismo tiempo sean fáciles y económicos de implementar.

Según la presente invención se proporcionan un sistema microfluídico y un procedimiento para su producción según las siguientes reivindicaciones independientes y, preferiblemente, según cualquiera de las reivindicaciones que dependen directa o indirectamente de las reivindicaciones independientes.

35 A menos que se especifique explícitamente lo contrario, los siguientes términos tienen el siguiente significado en el siguiente texto.

Por diámetro equivalente de una sección quiere decirse el diámetro de un círculo que tiene la misma área de la sección.

40 Por sección de un canal o de un conducto quiere decirse 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 orificio quiere decirse el diámetro de un círculo que tiene la misma área que la sección transversal más pequeña del orificio.

Por sistema microfluídico quiere decirse un sistema que comprende al menos un canal microfluídico y una válvula dispuesta a lo largo del canal.

Por canal microfluídico quiere decirse un canal que tiene una sección con al menos una dimensión (en particular, la altura) inferior a 1 mm (más precisamente, de desde 10 μm hasta 0,5 mm).

Breve descripción de los dibujos

5 Ahora se describirá la invención con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran realizaciones no limitativas de la misma, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática desde arriba de un sistema microfluídico realizado según la presente invención;

- la figura 2 es una sección transversal a lo largo del plano II-II del sistema microfluídico de la figura 1;

10 - las figuras 3 y 4 muestran detalles de la sección de la figura 2 en dos configuraciones de funcionamiento diferentes; y

- la figura 5 muestra lo que se ha mostrado en la figura 2 con la adición y la eliminación de algunos detalles.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

15 En las figuras 1 y 2, el número de referencia 1 indica en su totalidad un sistema microfluídico que comprende un canal 2 microfluídico y una válvula 3, que está adaptada para ajustar la transferencia de fluido (en particular de líquido) de un segmento 4 a un segmento 5 (y/o viceversa) del canal 2.

El sistema 1 comprende una pared 6 de soporte, que sirve como pared de fondo del canal 2; y una pared 7 de cubierta, que sirve como pared superior del canal 2. Las paredes 6 y 7 están enfrentadas entre sí. Más precisamente, las paredes 6 y 7 son sustancialmente paralelas entre sí.

20 En particular, el sistema 1 comprende un elemento D separador (mostrado parcialmente, véase también la figura 5), que está dispuesto en contacto con la pared 6 entre la pared 7 y la pared 6. El separador D conecta herméticamente las paredes 6 y 7.

25 El elemento D separador delimita el canal 2 lateralmente (y en los extremos). Más particularmente, el elemento D separador (figura 2) comprende dos partes laterales que se extienden, en paralelo al plano de la hoja de la figura 2, para conectar herméticamente las paredes 6 y 7 y delimitar lateralmente el canal 2. Según algunas realizaciones, el elemento D separador mencionado anteriormente comprende dos orificios de extremo, que están dispuestos en extremos opuestos (uno de los cuales se muestra a la izquierda de la figura 5) del canal 2 y están adaptados para conectar el canal 2 con conductos/canales adicionales (no mostrados) del sistema 1 o con el entorno exterior.

30 La pared 7 tiene un orificio 9, que está dispuesto entre los segmentos 4 y 5. Según algunas realizaciones, la pared 7 comprende dos orificios (uno de los cuales se muestra a la izquierda de la figura 5), que están dispuestos en extremos opuestos del canal 2 y están adaptados para conectar el canal 2 con conductos/canales adicionales (no mostrados) del sistema 1 o con el entorno exterior.

Según algunas realizaciones, la pared 6 se fabrica de silicio. La pared 7 se fabrica de vidrio. El elemento D separador se fabrica de material fotosensible.

35 Según otras realizaciones, el soporte 6 y la pared 7 pueden ser de materiales distintos de los indicados anteriormente.

El canal 2 tiene una sección con al menos una dimensión (en particular, la altura) inferior a 1 mm (más precisamente, de desde 10 μm hasta 0,5 mm).

40 En particular, el canal 2 tiene una sección con un diámetro equivalente de hasta 0,5 mm (específicamente de desde 10 μm). Según algunas realizaciones, la sección del canal 2 es sustancialmente constante. Según realizaciones alternativas, la sección del canal 2 es variable.

El orificio 9 tiene un diámetro de desde 100 μm hasta 1 mm. Ventajosamente, el orificio 9 tiene un diámetro equivalente de desde 200 μm hasta 1 mm. Según algunas realizaciones, el orificio 9 tiene un diámetro equivalente inferior a 0,5 mm.

45 Las dimensiones de los canales o conductos u orificios o grosores pueden medirse de una manera convencional con perfilómetros.

Según algunas realizaciones, el orificio 9 tiene una forma seleccionada del grupo que consiste en: sustancialmente troncocónica, sustancialmente troncopiramidal, sustancialmente paralelepípedica, sustancialmente cilíndrica. En la realización mostrada, el orificio 9 tiene una forma sustancialmente troncocónica.

5 La válvula 3 incluye un elemento 10 de cierre que comprende, a su vez, (en particular, que consiste en) un material fotosensible; y un actuador 11, que está adaptado para desplazar el elemento 10 de cierre entre una posición bloqueada (mostrada en la figura 3) y una posición abierta (mostrada en la figura 4).

Según la realización mostrada, el actuador 11 es un actuador fluidodinámico (en particular un actuador neumático). Ventajosamente, en estos casos, el actuador 11 comprende un sistema de succión, específicamente una bomba.

10 Según algunas realizaciones, el actuador 11 está conectado herméticamente al orificio 9 por medio de un conducto 8.

Según algunas realizaciones, el actuador 11 es un actuador mecánico. En este caso, el actuador 11 está adaptado, cuando se hace funcionar, para empujar el elemento 10 de cierre a una posición bloqueada por medio de un pistón (no mostrado). En estos casos, ventajosamente, en uso, cuando el actuador 11 no está en uso (por tanto no ejerce ninguna fuerza sobre el elemento 10 de cierre) el elemento 10 de cierre está en una posición abierta.

15 Ventajosamente, el elemento 10 de cierre está dispuesto dentro del canal 2 microfluídico en contacto con la pared 7 para cerrar el orificio 9 con respecto al canal 2 microfluídico. En particular, el elemento 10 de cierre se extiende en contacto con una superficie interna (es decir la superficie orientada hacia la pared 6) de la pared 7 para delimitar el canal 2 microfluídico (por la parte superior) (en la zona de la válvula 3).

20 Según algunas realizaciones, el elemento 10 de cierre está conectado a la superficie interna de la pared 7. El elemento D está conectado (herméticamente) a la superficie interna de la pared 6.

Haciendo referencia en particular a la figura 5, el canal 2 comprende al menos una zona 14 (específicamente dos zonas), en la que el elemento 10 de cierre está ausente. En esta zona 14 la pared 7 delimita el canal 2 (es decir, hay un orificio 15).

25 En particular, cuando el canal 2 comprende una cámara 16 de separación (tal como se da a conocer, por ejemplo, en una de las publicaciones de patente WO2010106434, WO2010106426, WO2010106428), el elemento 10 de cierre (y también el elemento D separador) está ausente en la zona de la cámara 16. El elemento D separador delimita parcialmente la cámara 16 (en particular lateralmente). La pared 7 delimita la cámara 16 por la parte superior.

Según algunas realizaciones, la cámara 16 de separación comprende un sistema de dielectroforesis.

30 Ventajosamente, el sistema de dielectroforesis y/o su funcionamiento se dan a conocer al menos en una de las solicitudes de patente WO0069565, WO2007010367, WO2007049120.

El elemento D separador está ausente en la zona de la zona 14.

35 Debe observarse que los segmentos 4 y 5 tienen cada uno una sección con un diámetro equivalente (constante) de hasta 0,5 mm (específicamente 10 μm). La cámara 16 tiene (al menos) una sección con (al menos) una dimensión (en particular la anchura) que es al menos dos veces el diámetro equivalente de los segmentos 4 y 5. En particular, la cámara 16 tiene (al menos) una sección con (al menos) una dimensión (en particular la anchura) de al menos 5 mm.

Según algunas realizaciones, el elemento 10 de cierre tiene un grosor de desde 5 μm hasta 50 μm , ventajosamente entre 5 μm y 30 μm .

40 Según algunas realizaciones, el elemento 10 de cierre puede consistir en un único material fotosensible o en una combinación (por ejemplo una mezcla) de varios materiales fotosensibles diferentes. En particular, el elemento 10 de cierre se fabrica de un único material fotosensible.

45 Por material fotosensible quiere decirse un material obtenido a partir de un material sensible a la radiación electromagnética (en particular, en el rango de la luz visible y el infrarrojo) y que, si se expone a esta radiación electromagnética, puede volverse soluble (en este caso, el material fotosensible es un material fotosensible positivo) o insoluble (en este caso, el material fotosensible es un material fotosensible negativo) en disolventes específicos (habitualmente denominados materiales fotosensibles de revelado).

Según algunas realizaciones, el material fotosensible es un material fotosensible negativo.

Ventajosamente, el material fotosensible (del elemento 10 de cierre) tiene un módulo de elasticidad de desde 2500 KPa hasta 4000 KPa.

- 5 Según algunas realizaciones, el material fotosensible se selecciona del grupo que consiste en: material acrílico, polímero, polimetilglutarimida, SU-8 al menos parcialmente reticulado y una mezcla de diazonaftoquinona con un fenolformaldehído. En particular, el material fotosensible se selecciona del grupo que consiste en: polímero acrílico, SU-8 al menos parcialmente reticulado.

Ventajosamente, el material fotosensible es del tipo sensible en seco. De ese modo, puede laminarse directamente sobre la pared 7, formando el elemento 10 de cierre sin verterse en el orificio 9.

- 10 En cambio, cuando se usa un material fotosensible líquido (por ejemplo, SU8), puede evitarse que el material fotosensible se vierta y espese en el orificio 9 (ya que el elemento 10 de cierre perdería su elasticidad, ya que ya no es sustancialmente una membrana), actuando de la siguiente manera:

i. se acopla un molde con salientes complementarios a los orificios 9 sobre la pared perforada;

- 15 ii. se distribuye el líquido sensible mediante recubrimiento por centrifugación sobre la cara 5 de la lámina de sustrato 7 (que en este punto tiene los orificios bloqueados por el molde);

iii. se realiza una etapa de horneado previo para aumentar la viscosidad del material que forma el elemento de cierre;

iv. finalmente se realiza la fotopolimerización tal como está previsto en el procedimiento convencional con material sensible en seco.

- 20 En el presente texto, por polímero acrílico quiere decirse un polímero obtenido mediante la polimerización de al menos un monómero acrílico. En particular, por polímero acrílico quiere decirse un polímero obtenido mediante la polimerización de un monómero acrílico.

El monómero acrílico se selecciona de ésteres alquílicos de ácido acrílico o de ácido metacrílico, en los que en particular el alquilo tiene de uno a seis átomos de carbono.

- 25 Según algunas realizaciones, el monómero acrílico se selecciona del grupo que consiste en: metacrilato de metilo (MMA), metacrilato de etilo, metacrilato de propilo, metacrilato de butilo, acrilato de metilo, acrilato de etilo, acrilato de butilo. Ventajosamente, el monómero acrílico se selecciona del grupo que consiste en: acrilato de metilo, acrilato de etilo, acrilato de butilo. En particular, el polímero acrílico es un poli(acrilato de metilo).

Ventajosamente, el polímero acrílico está reticulado.

- 30 Ventajosamente, el sistema 1 microfluídico comprende además una división 12, que está dispuesta dentro del canal 2 entre los segmentos 4 y 5. La división 12 está adaptada para separar los segmentos 4 y 5 uno de otro. La división 12 está conectada (herméticamente) con la superficie interna de la pared 6.

- 35 Cuando el elemento 10 de cierre está en una configuración bloqueada (figura 3), el elemento 10 de cierre está adaptado para actuar conjuntamente con (en particular está en contacto con) la división 12 para aislar herméticamente el segmento 4 con respecto al segmento 5. En particular, en la configuración bloqueada, el elemento 10 de cierre está adaptado para cerrar por la parte superior los extremos abiertos de los segmentos 4 y 5. Cuando el elemento 10 de cierre está en una configuración abierta (figura 4), la división 12 y el elemento 10 de cierre están separados uno de otro, y el fluido (en particular el líquido) puede pasar del segmento 4 al segmento 5 (o viceversa) "superando" la división 12.

- 40 Según algunas realizaciones ventajosas, la división 12 está conectada (en particular es solidaria) con el elemento D separador. Ventajosamente, (por tanto) el elemento D separador y la división 12 se fabrican del mismo material. En particular, la división 12 comprende (en particular, se fabrica de) un material fotosensible. Ventajosamente, la división 12 y el elemento D separador tienen el mismo grosor (es decir la extensión de la pared 6 a la pared 7).

- 45 Ventajosamente, el elemento 10 de cierre está curvado en la zona del orificio 9 y, en particular, de modo que se extiende parcialmente dentro del 9. Más particularmente, el elemento 10 de cierre está curvado en la zona del orificio 9 de modo que tiene una convexidad orientada hacia el interior del orificio 9 (es decir una concavidad en sentido opuesto al orificio 9). Dicho de otro modo, en una condición de reposo (es decir sin ejercerse ninguna presión), el

elemento 10 de cierre adopta una forma similar a la mostrada en la figura 4.

Según algunas realizaciones, el sistema 1 microfluídico comprende además una unidad de control (no mostrada) adaptada para ajustar el funcionamiento del actuador 11.

5 Ventajosamente, en uso, el actuador 11 ejerce una presión positiva sobre el elemento 10 de cierre para empujar el elemento 10 de cierre contra la división 12 (figura 3). De esta manera se mejora la hermeticidad entre el elemento 10 de cierre y la división 12.

Cuando los segmentos 4 y 5 tienen que entrar en contacto, se invierte el funcionamiento del actuador 10. (Por tanto) El actuador 10 ejerce una presión negativa (succión) sobre el elemento 10 de cierre para deformar el elemento 10 de cierre y separarlo de la división 12. De ese modo, se conectan los segmentos 4 y 5 entre sí.

10 El sistema 1 microfluídico según la presente invención puede incorporarse sin dificultades sustanciales dentro de circuitos microfluídicos complejos. A este respecto, debe observarse que el sistema 1 microfluídico tiene dimensiones relativamente pequeñas y no requiere elementos particulares que no sean adecuados para insertarse en circuitos microfluídicos complejos.

15 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para la preparación de un sistema 1 microfluídico tal como se definió anteriormente.

El procedimiento comprende una etapa de aplicación de un primer material sensible a la radiación electromagnética a la pared 7. El procedimiento también comprende una etapa de irradiación, durante la cual se irradia parcialmente el primer material sensible a la radiación electromagnética con radiación electromagnética. El primer material sensible a la radiación electromagnética es un fotopolímero (es decir un material fotopolimerizable).

20 Durante la etapa de irradiación, se irradia el fotopolímero con radiación electromagnética para que el fotopolímero se polimerice (es decir solidifique) al menos parcialmente (es decir en algunas zonas) para obtener el elemento 10 de cierre.

El procedimiento también comprende una etapa de retirada, durante la cual se retira parte del primer material sensible a la radiación electromagnética (con un disolvente) para obtener el elemento 10 de cierre.

25 Ventajosamente, las etapas de aplicación e irradiación se realizan de modo que el elemento 10 de cierre se curva en la zona del orificio 9 y, en particular, de modo que se extiende parcialmente dentro del orificio 9. Más particularmente, el elemento 10 de cierre se curva en la zona del orificio 9 de modo que tiene una concavidad en sentido opuesto al orificio 9 (es decir una convexidad orientada hacia el interior del orificio 9).

30 Esto resulta especialmente ventajoso ya que reduce el riesgo de que el elemento 10 de cierre y la división 12 se conecten durante una etapa de solapamiento (dada a conocer anteriormente).

35 El procedimiento también comprende una etapa de solapamiento, durante la cual la pared 7 dotada del elemento 10 de cierre se solapa con la pared 6 y se conecta con la pared 6. En particular, se solapan la pared 7 y la pared 6 de modo que el elemento 10 de cierre se dispone entre las mismas. Además, o como alternativa, se solapan la pared 7 y la pared 6 de modo que el elemento D separador se dispone entre las mismas. Además, o como alternativa, se solapan la pared 7 y la pared 6 de modo que la división 12 se dispone entre las mismas.

Más particularmente, la pared 7 y la pared 6 se conectan entre sí aplicando presión y proporcionando calor.

Según algunas realizaciones, el procedimiento también comprende una etapa adicional de aplicación, durante la cual se aplica un segundo material sensible a la radiación electromagnética a la pared 6 adicional. La etapa adicional de aplicación precede al menos parcialmente a la etapa de solapamiento.

40 El procedimiento también comprende una etapa de tratamiento, durante la cual se somete parcialmente el segundo material sensible a la radiación electromagnética a radiación electromagnética y por tanto se retira parcialmente (por medio de disolvente). La etapa de tratamiento sigue al menos parcialmente a la etapa adicional de aplicación y precede al menos parcialmente a la etapa de solapamiento.

45 El segundo material sensible a la radiación electromagnética se retira (parcialmente) para obtener el elemento D separador.

Además, o como alternativa, el segundo material sensible a la radiación electromagnética se retira (parcialmente) para obtener la división 12.

El elemento D separador se dispone entre la pared 7 y la pared 6 durante la etapa de solapamiento. Además, o como alternativa, la división 12 se dispone entre la pared 7 y la pared 6 durante la etapa de solapamiento.

5 El (primer o segundo) material sensible a la radiación electromagnética (en particular, en el rango de la luz visible o el infrarrojo) es un material que, si se expone a estas radiaciones electromagnéticas, puede volverse soluble (en este caso el material fotosensible es un material fotosensible positivo) o insoluble (en este caso el material fotosensible es un material fotosensible negativo) en disolventes específicos (habitualmente denominados materiales fotosensibles de revelado). Ventajosamente, el segundo material sensible a la radiación electromagnética es un fotopolímero.

10 Según algunas realizaciones, el fotopolímero se selecciona del grupo que consiste en: material acrílico al menos parcialmente polimerizable, polimetilglutarimida, SU-8 reticulable y una mezcla de diazonaftoquinona con una resina de fenolformaldehído.

Según realizaciones específicas, el fotopolímero es un material acrílico al menos parcialmente polimerizable, en particular comprende (más particularmente es) una mezcla de un monómero acrílico, un polímero acrílico y un fotoiniciador. Más particularmente, el fotopolímero comprende un agente de reticulación.

15 Según algunas realizaciones, el agente de reticulación tiene al menos dos restos acrílicos.

Según algunas realizaciones, el fotoiniciador se selecciona del grupo que consiste en: canforoquinona, fenilpropanodiona, AIBN (azobisisobutironitrilo), peróxido de benzoílo, DMPA (dimetoxi-fenilacetofenona). En particular, el fotoiniciador se selecciona del grupo que consiste en: canforoquinona, fenilpropanodiona, DMPA (dimetoxi-fenilacetofenona). Según realizaciones específicas, el fotoiniciador es canforoquinona (CQ).

20 Según una realización específica, el fotopolímero es Dryresist Ordyl SY300 de Elga Europe.

Según algunas realizaciones, el segundo material sensible a la radiación electromagnética se selecciona del grupo que consiste en: material acrílico al menos parcialmente polimerizable, polimetilglutarimida, SU-8 reticulable y una mezcla de diazonaftoquinona con una resina de fenolformaldehído.

25 Según realizaciones específicas, el segundo material sensible a la radiación electromagnética es un material acrílico al menos parcialmente polimerizable, en particular comprende (más particularmente es) una mezcla de un monómero acrílico, un polímero acrílico y un fotoiniciador. Más particularmente, el material sensible a la radiación electromagnética comprende un agente de reticulación.

Según algunas realizaciones, el agente de reticulación tiene al menos dos restos acrílicos.

30 Según algunas realizaciones, el fotoiniciador se selecciona del grupo que consiste en: canforoquinona, fenilpropanodiona, AIBN (azobisisobutironitrilo), peróxido de benzoílo, DMPA (dimetoxi-fenilacetofenona). En particular, el fotoiniciador se selecciona del grupo que consiste en: canforoquinona, fenilpropanodiona, DMPA (dimetoxi-fenilacetofenona). Según realizaciones específicas, el fotoiniciador es canforoquinona (CQ).

Según realizaciones específicas, el segundo material sensible a la radiación electromagnética es Dryresist Ordyl SY300 de Elga Europe.

35 Ventajosamente, el fotopolímero y el segundo material sensible a la radiación electromagnética comprenden (en particular, consisten en) el mismo material.

El procedimiento según la presente invención resulta especialmente sencillo, rápido y económico. A este respecto, debe observarse que este procedimiento no requiere la introducción de elementos adicionales tales como membranas elastoméricas que difícilmente pueden insertarse y conectarse correctamente con otros componentes.

40 El sistema 1 según la presente invención puede usarse ventajosamente en un aparato para separar partículas, como un ejemplo dado a conocer en una de las siguientes solicitudes de patente italiana y solicitudes de patente que reivindican la prioridad de las mismas: BO2009A000152, BO2009A000153, BO2009A000154, BO2009A000155.

Se desprenderán características adicionales de la presente invención a partir de la siguiente descripción de una realización del sistema 1 microfluídico facilitada simplemente a modo de ilustración no limitativa.

45 **Ejemplo**

Este ejemplo da a conocer la producción del sistema 1 microfluídico.

ES 2 533 716 T3

5 Se laminó una capa de Dryresist (en particular Ordyl SY300, Elga Europe) (grosor de 90 μm) con un ángulo de 90° sobre un soporte 6 de silicio (grosor de 600 μm). Entonces se protegió parcialmente la capa de Dryresist mediante una máscara fotolitográfica (una lámina transparente impresa con una resolución de 24000 DPI) y se sometió a radiación UV (150 W) durante 15 segundos de modo que las zonas de la capa de Dryresist que están al descubierto (es decir no cubiertas por las partes oscuras de la máscara) se polimerizan. Una vez realizada selectivamente la polimerización, se retiró la parte no polimerizada sumergiendo el sustrato 6 laminado en un agente de revelado (agente de revelado BMR - mezcla de xileno, acetato de 2-butoxietilo, mezcla de isómeros).

En este punto, se calentó la pared 6 con el elemento D separador correspondiente así obtenido en un horno a una temperatura de 50°C durante 1 hora para obtener el secado.

10 Se obtuvo una capa vítrea de la pared 7 (grosor de 500 μm) mediante fresado. El orificio 9 y los orificios de extremo (no mostrados) tienen una forma troncocónica, teniendo la parte inferior un diámetro de 700 μm y teniendo la parte superior un diámetro de 1200 μm .

15 Se laminó una capa de Dryresist (en particular Ordyl SY300, Elga Europe) (grosor de 30 μm) con un ángulo de 90° sobre la capa vítrea anteriormente mencionada (figura 14). En particular, se realizó la laminación aplicando el material Dryresist a una superficie orientada hacia la parte superior de la capa vítrea.

20 Entonces se sometió el material Dryresist (manteniendo el material Dryresist orientado hacia arriba) a radiación UV (150 W) durante 15 segundos para que se polimerice. Una vez realizada la polimerización, se retiró la parte no polimerizada sumergiendo la pared 7 en un agente de revelado (agente de revelado BMR - mezcla de xileno, acetato de 2-butoxietilo, mezcla de isómeros). De ese modo se obtiene el elemento 10 de cierre curvado en la zona del orificio 9 (en particular de modo que se extiende parcialmente dentro del orificio 9).

Posteriormente se presionó la pared 7 contra la pared 6 durante 80 minutos a una temperatura de 95°C para obtener una unión térmica entre las dos capas de Dryresist.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema microfluídico que comprende al menos un canal (2) microfluídico, que tiene un primer segmento (4), al menos un segundo segmento (5) y al menos una pared (7), que está dotada de al menos un orificio (9) dispuesto entre el primer y el segundo segmento (4, 5); y al menos una válvula (3), que está dispuesta a lo largo del canal (2) microfluídico en la zona del orificio (9) y comprende un actuador (11) y un elemento (10) de cierre; el actuador (11) está adaptado para desplazar el elemento (10) de cierre entre una configuración bloqueada, en la que el elemento (10) de cierre aísla sustancialmente el primer y el segundo segmento (4, 5) uno de otro, y una configuración abierta, en la que el primer y el segundo segmento (4, 5) están conectados entre sí; estando el elemento (10) de cierre dispuesto dentro del canal (2) microfluídico en contacto con dicha pared (7) y de modo que cierra el orificio (9) con respecto al canal (2) microfluídico; comprendiendo el canal (2) microfluídico una pared (6) adicional; comprendiendo el sistema (1) al menos un elemento (D) separador, que está dispuesto en contacto con la pared (6) adicional entre ambas paredes (6, 7), que delimita al menos parcialmente el canal (2) y que comprende un material fotosensible; estando el sistema (1) microfluídico caracterizado porque el elemento (10) de cierre comprende un material fotosensible.
- 15 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el elemento (10) de cierre se fabrica de un material fotosensible y el elemento (D) separador se fabrica de un material fotosensible.
3. Sistema según la reivindicación 1 ó 2, en el que el canal (2) microfluídico comprende al menos una zona, en cuya zona el elemento (10) de cierre está ausente para dejar al descubierto al menos parte de una superficie interna de la pared (7); el canal (2) tiene una sección con al menos una dimensión inferior a 0,5 mm.
- 20 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material fotosensible es un material fotosensible negativo.
5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento (10) de cierre tiene un módulo de elasticidad de desde 2500 KPa hasta 4000 KPa.
- 25 6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material fotosensible se selecciona del grupo que consiste en: polímero acrílico, polimetilglutarimida, SU-8 y una mezcla de diazonaftoquinona con un fenolformaldehído.
7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material fotosensible está reticulado.
8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una división (12) dispuesta dentro del canal (2) microfluídico, entre el primer y el segundo segmento (4, 5).
- 30 9. Sistema según la reivindicación 8, en el que la división (12) comprende, en particular consiste en, un material fotosensible.
10. Sistema según la reivindicación 9, en el que el elemento (10) de cierre está curvado en la zona del orificio (9) de modo que, cuando el actuador (11) no ejerce presión, el elemento (10) de cierre está separado de la división (12).
- 35 11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el canal (2) microfluídico tiene una sección con un diámetro equivalente superior a 10 µm.
12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento (10) de cierre tiene un grosor de desde 5 µm hasta 30 µm.
- 40 13. Procedimiento para producir un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de aplicación de un primer material sensible a la radiación electromagnética a la pared (7); una etapa de irradiación, durante la cual se irradia parcialmente el primer material sensible a la radiación electromagnética con radiación electromagnética; una etapa de retirada, durante la cual se retira parte del primer material sensible a la radiación electromagnética para obtener el elemento (10) de cierre; una etapa de solapamiento, durante la cual se solapan la pared (7) dotada del elemento (10) de cierre y una pared (6) adicional entre sí y se conectan entre sí; una etapa adicional de aplicación, que precede a la etapa de solapamiento y durante la cual se aplica un segundo material sensible a la radiación electromagnética a la pared (6) adicional; una etapa de tratamiento, que sigue a la etapa adicional de aplicación y que precede a la etapa de solapamiento y durante la cual se somete parcialmente el segundo material sensible a la radiación electromagnética a radiación electromagnética y después se retira parcialmente para obtener el elemento (D) separador.
- 45 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la división (12) se obtiene durante la etapa de tratamiento.

15. Procedimiento según la reivindicación 13 ó 14, en el que la pared (7) y la pared (6) adicional se solapan de modo que el elemento (10) de cierre y el elemento (D) separador se disponen entre las mismas.
 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en el que la pared (7) y la pared (6) adicional se conectan entre sí aplicando una presión y proporcionando calor.
- 5 17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que el primer y el segundo material sensible a la radiación electromagnética comprenden el mismo material.

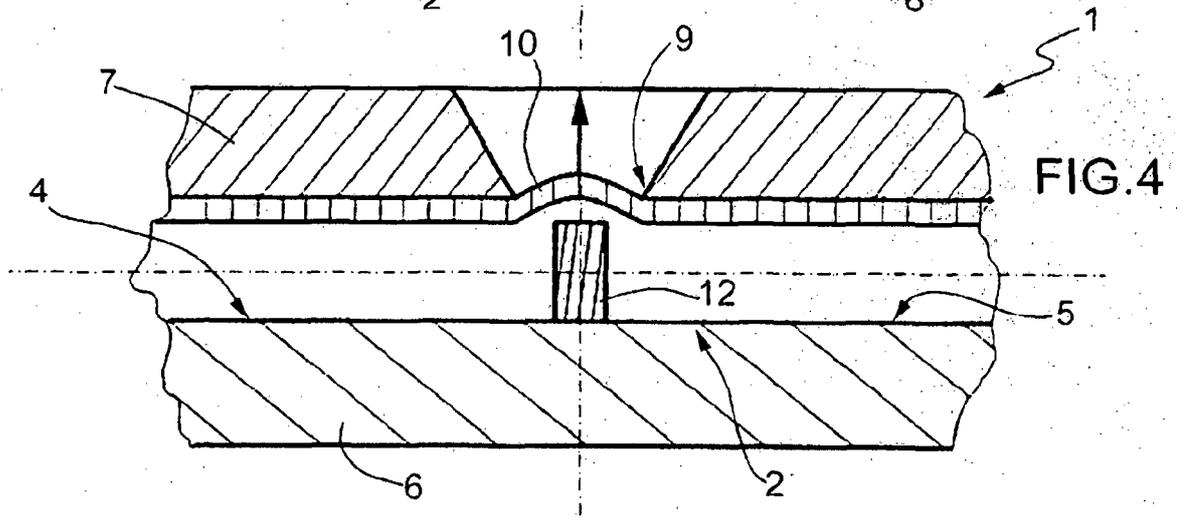
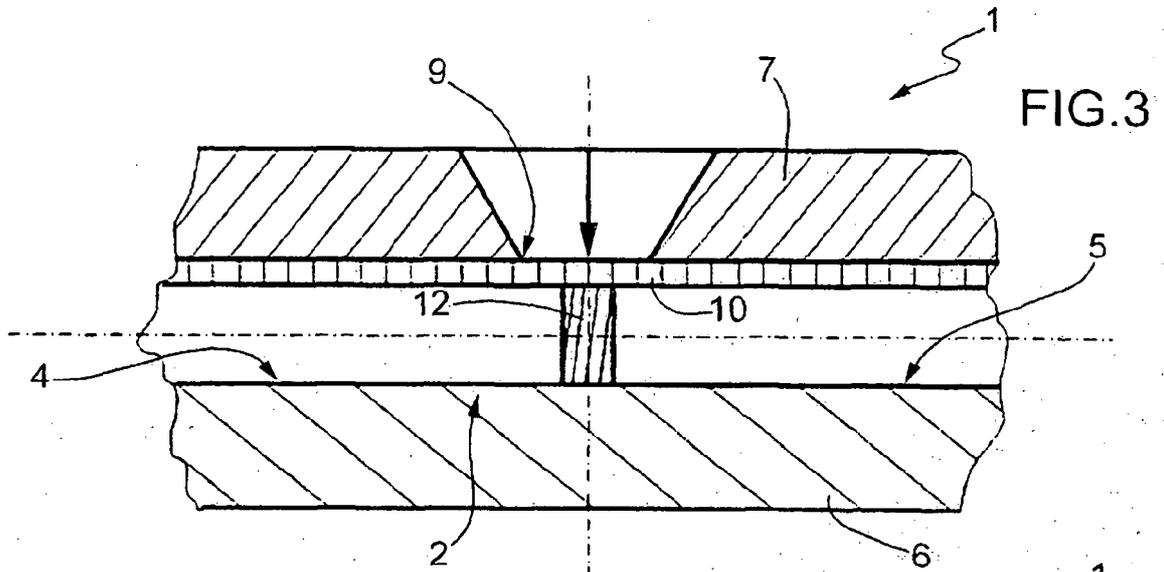


FIG. 5

