

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 462**

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 10818088 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2513535**

54 Título: **Sistema de microfluidos**

30 Prioridad:

**17.12.2009 IT BO20090808**

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

**19.02.2016**

73 Titular/es:

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

**Via dei Lapidari, 12**

**40129 Bologna, IT**

72 Inventor/es:

**MANARES, NICOLÒ;**

**MEDORO, GIANNI y**

**CALANCA, ALEX**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 560 462 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 relaciona con un sistema de microfluidos.

5    Técnica antecedente

En el campo de microfluidos se conoce un tipo de sistema que comprende un canal, que incluye dos segmentos conectados entre sí por una válvula. La válvula usualmente incluye una división dispuesta a lo largo del canal para separar los dos segmentos y una membrana de un material elastomérico conectado a una pared del canal en el área de los dos agujeros, cada uno se dispone en un extremo de un segmento respectivo en el área de división. La  
10    válvula comprende adicionalmente un accionador neumático, que se adapta: en un lado, para crear una depresión con el propósito de deformar la membrana y, por lo tanto, conectar los dos segmentos del canal en el otro lado, con el fin ejercer una presión para empujar la membrana contra la pared del canal con el propósito de cerrar los dos agujeros y aislar los dos segmentos.

Los circuitos y válvulas conocidas del tipo indicado anteriormente se describen por ejemplo en el documento  
15    WO2008115626 (véase en particular figura 2) y en el documento WO2004061085 (véase en particular las figuras 1A-1E) y tienen diversos inconvenientes.

Una primera serie de inconvenientes se deriva del hecho que el accionador neumático siempre necesita estar activo (cuando la válvula se abre, y cuando la válvula se cierra). Esto determina un alto consumo de energía y un desgaste considerable. También cabe apreciar que los accionadores neumáticos que tienen el tamaño adecuado para crear  
20    tanto una depresión como una compresión son relativamente complejos y costosos.

Adicionalmente, cabe observar que la preparación de este tipo de válvulas es frecuentemente complejo. Algunos de los problemas en esta conexión se deben al hecho que la membrana se puede conectar frecuentemente selectivamente a la pared del canal y no a la división.

Los documentos de patente EP1905514, DE19949912, WO9917749 describen especialmente sistemas de  
25    microfluidos complejos que comprenden canales de estructuras geométricas que se complican y son difíciles de implementar.

Los inconvenientes adicionales del estado de la técnica se relacionan con el hecho que no siempre es posible mantener correctamente la membrana en la posición y/u obtener un acoplamiento efectivo entre la membrana y la división.

30    Descripción de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de microfluido, que permiten superar, por lo menos parcialmente, los inconvenientes del estado de la técnica y son, al mismo tiempo, fáciles de implementar y efectivo en costes.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de microfluido de acuerdo con las siguientes reivindicaciones independientes y, preferiblemente, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones directa o indirectamente dependientes en las reivindicaciones independientes.

A menos que se especifique explícitamente de otra forma, los siguientes términos tienen el significado en el siguiente texto.

El término "inmediatamente" significa sin la interposición sustancial de elementos adicionales (y posiblemente también de espacios vacíos).

Diámetro equivalente de una sección significa el diámetro de un círculo que tiene la misma área de la sección.

Sección de un canal o de un conducto significa la sección sustancialmente perpendicular para la extensión longitudinal del canal (o conducto) es decir la dirección de carga del fluido en el canal (o conducto).

Diámetro equivalente de un agujero significa el diámetro de un círculo que tiene la misma área que la sección transversal más pequeña del agujero.

Sistema de microfluído significa un sistema que comprende por lo menos un canal de microfluído y una válvula dispuesta a lo largo del canal.

Canal de microfluído significa un canal que tiene una sección con un diámetro equivalente menor de 1 mm (en particular, más pequeño de 0,5 mm).

5 Breve descripción de los dibujos

La invención ahora se describirá con referencia a los dibujos que acompañan, que muestran realizaciones no limitativas de la misma, en las que:

- la figura 1 es una vista superior diagramática, sin algunos detalles para claridad, de un sistema de microfluído hecho de acuerdo con la presente invención;

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

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

- la figura 5 es una sección de una realización adicional de un sistema de microfluído hecho de acuerdo con la presente invención;

- las figuras 6 y 7 muestran dos etapas de la producción de componentes del sistema de microfluído de la figura 5;

15 - la figura 8 muestra algunos componentes del sistema de las figuras 9 y 10;

- las figuras 9 y 10 muestran detalles de una sección lateral de una realización de un sistema producido de acuerdo con la presente invención;

- las figuras 11 y 12 muestran una etapa para ensamblar los componentes del sistema de microfluído de la figura 13;

20 - la figura 13 muestra los detalles de una sección lateral de una realización de un sistema producido de acuerdo con la presente invención;

- la figura 14 muestra un componente del sistema de la figura 13;

- las figuras 15 y 16 muestran dos etapas de la producción de componentes del sistema de microfluído de la figura 17;

25 - la figura 17 muestra los detalles de una sección lateral de una realización de un sistema producido de acuerdo con la presente invención;

- las figuras 18 y 19 muestran dos etapas de la producción de los componentes de la figura 20;

- la figura 20 muestra componentes del sistema de la figura 1; y

- las figuras 21 y 22 muestran dos etapas de la producción del componente de la figura 14.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

30 En la figura 1, el numeral 1 indica como un todo un sistema de microfluído completo que comprende un canal 2 de microfluído y una válvula 3, que se adapta para ajustar la transferencia o fluido (en particular de líquido) de un segmento 4 a un segmento 5 (y/o viceversa) del canal 2.

35 El sistema 1 comprende una pared 6 de soporte, que sirve como la pared inferior del canal 2; una pared 2 de cubierta, que sirve como la pared superior del canal 2; y un elemento 8 separador, (mostrado parcialmente) que se conecta en forma sellada a la pared 6 y pared 7 y define el canal 2 lateralmente y en los extremos (no mostrados). En particular, el elemento 8 separador comprende dos partes de extremo (no mostradas); y dos partes laterales (parcialmente mostradas en la figura 1) que se extienden continuamente, paralelas al plano de la lámina de la figura 2, en lados opuestos de las partes de extremo (no mostradas) con el propósito de conectar en forma sellada la pared 6 y la pared 7. Las partes laterales son transversales (en particular, sustancialmente perpendiculares) y se conectan en forma sellada a las partes de extremo (no mostradas).

40

## ES 2 560 462 T3

La pared 7 tiene un agujero 9, que se dispone entre los segmentos 4 y 5; y, de acuerdo con algunas realizaciones, dos agujeros de extremo (no mostrados), que se disponen en extremos opuestos del canal 2 y se adaptan para conectar el canal 2 con conductos/canales adicionales (no mostrados) del sistema 1 o con la parte externa. La pared 7 tiene una superficie IS interna que delimita parcialmente el canal 2 (en particular, en la parte superior).

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

La superficie IS interna se extiende (inmediatamente) hacia abajo y (inmediatamente) hacia arriba de la válvula 3 con el propósito de delimitar parcialmente (en particular en la parte superior) el canal de microfluido 2 en el área de los segmentos 4 y 5. En particular, la (parte de) superficie IS2 interna presente en el área del segmento 4 es sustancialmente coplana a la (parte de) superficie IS interna presente en el área del segundo segmento.

- 10 El sistema 1 (en particular, pared 6) comprende una superficie IS2 interna, que se orienta sustancialmente hacia la superficie IS interna. Más precisamente, las superficies IS y IS2 son paralelas entre sí.

La superficie IS2 se extiende (inmediatamente) hacia abajo y (inmediatamente) hacia arriba de la válvula 3 con el propósito de delimitar parcialmente (en particular en la parte inferior) el canal de microfluido 2 en el área de los segmentos 4 y 5. La (parte de) superficie IS2 interna presente en el área del segmento 4 es sustancialmente coplana a la (parte de) superficie IS2 interna presente en el área del segundo segmento.

- 15

De acuerdo con algunas realizaciones, la pared 6 está hecha de silicona; la pared 7 está hecha de vidrio; elemento separador 8 está hecho de un material fotoprotector.

Material fotoprotector está destinado a un material obtenido de un material sensible a radiación electromagnética (en particular, en el rango de luz visible e infrarrojo) que, si se expone a estas radiaciones electromagnéticas, se puede volver soluble (en este caso el material fotoprotector es fotoprotector positivo) o insoluble (en este caso el material fotoprotector es fotoprotector negativo) en solventes específicos (usualmente designados fotoprotector desarrollador).

- 20

De acuerdo con algunas realizaciones, el material fotoprotector es un fotoprotector negativo.

De acuerdo con algunas realizaciones, el material fotoprotector se selecciona del grupo que consiste de: polímero acrílico, polimetilglutarimida, por lo menos SU-8 parcialmente entrecruzado y una mezcla de diazonaftoquinona con un fenolformaldehído. En particular, el material fotoprotector se selecciona del grupo que consiste de: polímero acrílico, por lo menos SU-8 parcialmente entrecruzado.

- 25

En el texto actual, polímero acrílico está destinado a un polímero obtenido mediante la polimerización de por lo menos un monómero acrílico. En particular, polímero acrílico está destinado a un polímero obtenido mediante la polimerización de un monómero acrílico.

- 30

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

De acuerdo con algunas realizaciones, el monómero acrílico se selecciona del grupo que consiste de: metilmetacrilato (MMA), etilmetacrilato, propilmetacrilato, butilmetacrilato, metilacrilato, etilacrilato, butilacrilato. Ventajosamente, el monómero acrílico se selecciona del grupo que consiste de: metilacrilato, etilacrilato, butilacrilato. En particular, el polímero acrílico es un polimetilacrilato.

- 35

Ventajosamente, el polímero acrílico se entrecruza.

De acuerdo con realizaciones específicas, el fotoprotector se obtiene al tratar Dryresist Ordyl SY300 de Elga Europe con radiaciones de luz.

- 40 De acuerdo con realizaciones adicionales, la pared 6, la pared 7 y el elemento 8 separador pueden estar hechos de materiales diferentes a aquellos indicados anteriormente.

El canal 2 tiene una sección que tiene un diámetro equivalente de 10  $\mu\text{m}$  a 0.5 mm. De acuerdo con algunas realizaciones, la sección del canal 2 es sustancialmente constante.

El agujero 9 tiene un diámetro equivalente de 100  $\mu\text{m}$  a 1 mm. Ventajosamente, el agujero 9 tiene un diámetro equivalente de 200  $\mu\text{m}$  a 1 mm. De acuerdo con algunas realizaciones, el agujero 9 tiene un diámetro más pequeño de 0.5 mm.

- 45

Las dimensiones indicadas en el texto actual se pueden medir en una forma estándar con perfilómetros.

De acuerdo con algunas realizaciones el agujero 9 tiene una forma seleccionada del grupo que consiste de: sustancialmente de cono truncado, sustancialmente de pirámide truncada, sustancialmente paralelepípeda, sustancialmente cilíndrica. Ventajosamente, los agujeros 9 tienen forma sustancialmente de cono truncado, sustancialmente de pirámide truncada (en particular sustancialmente de cono truncado, como en la realización mostrada en las figuras 1 y 2).

La válvula 3 incluye un elemento 10 de cierre que comprende (en particular, que consiste de) un material sustancialmente elástico (en particular, un elastómero); y un accionador 11, que se adapta para desplazar el elemento 10 de cierre desde una posición de bloqueo (mostrada en la figura 3) hasta una posición abierta (mostrada en la figura 4).

De acuerdo con algunas realizaciones, el accionador 11 comprende un sistema de succión (en particular una bomba).

De acuerdo con algunas realizaciones, el elemento 10 de cierre puede consistir de un material elastomérico único (es decir un elastómero) o mediante una combinación (por ejemplo una mezcla) de diversos materiales elastoméricos.

Ventajosamente, el elastómero comprende (en particular consiste de) una silicona, en particular un caucho de silicona. De acuerdo con algunas realizaciones, la silicona tiene la siguiente fórmula:



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

De acuerdo con algunas realizaciones el elastómero comprende (es decir consiste de) solo de una silicona o, alternativamente, diversas siliconas diferentes.

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

El sistema 1 de microfluído (en particular, la válvula 3) comprende adicionalmente una división 12 dispuesta dentro de canal 2 de microfluído entre los segmentos 4 y 5. En particular, la división 12 separa los segmentos 4 y 5. La división 12 se proyecta desde la superficie IS2 interna (en particular, hacia el agujero 9).

La división 12 se adapta para separar los segmentos 4 y 5 uno del otro. Cuando el elemento 10 de cierre está en una configuración de bloqueo (figura 3), el elemento 10 de cierre se adapta para que coopere con (en particular está en contacto con) la división 12 para aislar en forma sellada el segmento 4 con respecto al segmento 5. En particular, en la configuración de bloqueo, el elemento 10 de cierre se adapta para que se cierre en la parte superior de 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 se separan uno del otro, y el fluido (en particular el líquido) puede pasar del segmento 4 al segmento 5 (o viceversa) "que sobrepasa" la división 12.

Ventajosamente, la división 12 se extiende desde la pared 6 para una altura sustancialmente equivalente a la distancia entre las paredes 6 y 7 en el área del agujero 9. De esta forma, en condiciones de soporte (es decir cuando el accionador 11 no ejerce una presión negativa ni una presión positiva en el elemento 10 de cierre), el elemento 10 de cierre está en contacto con la división 12.

De acuerdo con algunas realizaciones ventajosas, la división 12 se conecta (en particular es integral) con el elemento separador 8. Ventajosamente, (por lo tanto) el elemento separador 8 y la división 12 son del mismo material. En particular, la división 12 está hecha de un material fotoprotector.

El elemento 10 de cierre se conecta a la pared 7 en el área del agujero 9 y tiene una superficie 13 de contraste, que está en contacto con la división 12 y se extiende coplana a dicha superficie IS interna.

De acuerdo con algunas realizaciones, el elemento 10 de cierre comprende una parte 14 de cierre, que tiene superficie 13 opuesta y es deformable con el propósito que se mueva lejos de la división 12 cuando el accionador 11 cambia el elemento 10 de cierre en la configuración abierta; y por lo menos una parte 15 lateral que se extiende desde el borde de la parte 14 de cierre hacia afuera y a lo largo de una superficie 16 delimitante de dicho agujero 9. Ventajosamente, la parte 14 de cierre es sustancialmente una membrana.

De acuerdo con algunas realizaciones, la parte 15 lateral se extiende a lo largo del borde periférico de la parte 14 de cierre.

5 De acuerdo con realizaciones específicas, el elemento 10 de cierre tiene un ancho de 700  $\mu\text{m}$  a 2 mm; la parte de cierre 14 tiene un grosor de 100 a 200  $\mu\text{m}$ ; la parte 15 lateral tiene una altura de la parte 14 de cierre de aproximadamente 110  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 700  $\mu\text{m}$

Ventajosamente, la parte 15 lateral se extiende hasta por lo menos un borde 17 delimitante externo del agujero 9. En particular, la parte 15 lateral se extiende a lo largo de (por lo menos) la superficie 16 delimitante completa del agujero 9.

10 De acuerdo con la realización mostrada en la figura 2, el accionador 11 es un sistema de succión (en particular una bomba) y se conecta en forma sellada al agujero 9 por medio de un conducto 18. Ventajosamente, en uso, el accionador 11 ejerce una presión positiva en el elemento 10 de cierre con el propósito de empujar el elemento 10 de cierre contra la división 12 (figura 3 - configuración de bloqueo). De esta forma se mejora el sellado entre el elemento 10 de cierre y la división 12.

15 De acuerdo con otras realizaciones, el accionador es un sistema que actúa mecánicamente en el elemento 10 de cierre. La acción mecánica se puede ejercer por una barra 21 (para apertura o cierre) o mediante un pistón (solo para cierre). La acción mecánica se puede determinar a su vez mediante un sistema electromecánico (tal como por ejemplo un electroimán que determina un desplazamiento de la barra o pistón, o mediante un sistema de atornillado conectado a un motor), o mediante un sistema puramente mecánico (tal como un resorte).

20 El accionador permite conmutar entre la válvula abierta y válvula cerrada, de acuerdo con uno de los siguientes métodos o combinación de métodos:

1. cierre:

- a. neumático, por medio de un conducto para crear una presión en el lado externo del elemento de cierre;
- b. mecánico, por medio de una barra o pistón, para ejercer una presión en el elemento de cierre;
- c. al pretensionar el elemento 10 de cierre, que determina un acoplamiento hermético a los fluidos con la división 12;

25 2. apertura:

- a. neumática (por medio de un conducto para crear una depresión en el lado externo del elemento de cierre)
- b. mecánica (por medio de una barra o pistón, para ejercer una depresión en el elemento de cierre)
- c. al pretensionar el elemento 10 de cierre, que determina, cuando se apoya, una deflexión hacia arriba del canal de microfluído, creando una ruta para el fluido por encima de la división 12.

30 Cuando los segmentos 4 y 5 se conectan, se invierte la operación del accionador 11. El accionador 11 (por lo tanto) ejerce una presión negativa (succión) en el elemento 10 de cierre con el propósito de deformar el elemento 10 de cierre y lo separa de la división 12 (figura 4 - configuración abierta). Por lo tanto, los segmentos 4 y 5 se conectan entre sí.

35 De acuerdo con algunas realizaciones, el elemento 10 de cierre y la pared 7 se conectan entre sí por una de las conexiones seleccionadas del grupo que consiste de: unión segura, unión adhesiva, unión de oposición y una combinación de los mismos. Ventajosamente, esta conexión es sustancialmente hermética a los fluidos.

40 Como se muestra para las realizaciones de las figuras 1-4 y 17, la parte 15 lateral y la superficie 16 delimitante del agujero 9 se conectan entre sí por medio de una conexión adhesiva. Ventajosamente, la conexión adhesiva se obtiene mediante tratamiento con plasma. De acuerdo con algunas realizaciones, la conexión adhesiva se obtiene mediante la polimerización o endurecimiento (entrecruzamiento) *in situ* (es decir dentro del agujero 9) de material por lo menos parcialmente polimerizable o endurecido (entrecruzable) para obtener el elemento 10 de cierre.

La realización mostrada en la figura 17 difiere de la realización de las figuras 1-4 sustancialmente en la forma del elemento 10 de cierre, que en este caso tiene una parte 20 de relieve que se extiende a lo largo del borde de la parte de cierre 14. La parte 20 sirve como una junta y permite mejorar la conexión de sellado con el conducto 18.

De acuerdo con algunas realizaciones (véase por ejemplo la figura 13), la parte 15 lateral tiene un asiento 19 en un extremo del mismo opuesto a la parte 14 de cierre. El asiento 19 se engancha por el borde 17 delimitante externo del agujero 9 con el propósito de definir una unión segura.

5 De acuerdo con algunas realizaciones, tal como por ejemplo aquellas mostradas en la figura 13, 9 y 10, el agujero 9 es cónico por el canal 2 de microfluído hacia afuera (en otras palabras, se amplía hacia la parte interna) con el propósito de definir una unión de oposición junto con la parte 15 lateral. En particular, cabe observar que el elemento 10 de cierre permanece correctamente dentro del agujero 9 en virtud de la cooperación de la superficie 16 delimitante y la división 12.

10 En la variante mostrada en la figura 9 y 10, el accionador 11 comprende una barra 21 de operación que tiene un cabezal enganchado en un asiento 22 del elemento 10 de cierre.

Cabe observar que, ventajosamente, la parte 15 lateral tiene una forma complementaria a aquella del agujero 9 y en particular de superficie 16 delimitante.

El sistema 1 de acuerdo con la presente invención tiene diversas ventajas con respecto al estado de la técnica.

15 En particular, el accionador 11 no siempre necesita estar activo. En esta conexión, cabe observar que la geometría inusual del sistema 1 (y en particular, del elemento 10 de cierre y de la división 12) permite, en condiciones de soporte (es decir cuando el accionador 11 no ejerce ni una presión negativa ni una presión positiva), el elemento 10 de cierre coopera con la división 12 suficientemente con el fin de aislar los segmentos 4 y 5. Adicionalmente, cuando es ejercida una presión positiva en el elemento 10 de cierre, el acoplamiento entre el elemento 10 de cierre y la división 12 es particularmente efectivo.

20 Otra ventaja del sistema 1 de acuerdo con la presente invención se relaciona con el acoplamiento entre el elemento 10 de cierre y la pared 7 es particularmente simple y estable.

25 El sistema 1 de acuerdo con la presente invención se puede utilizar ventajosamente en un aparato para separar partículas como se describe por ejemplo en una de las siguientes solicitudes de patente italianas y solicitudes de patente que reivindican la prioridad de las mismas: documentos BO2009A000152, BO2009A000153, BO2009A000154, BO2009A000155.

A menos que se indique explícitamente otra cosa, el contenido de las referencias (documentos, textos, solicitudes de patente etc.) citadas en este texto se incorpora aquí por medio de la terminación de la descripción. En particular, las referencias mencionadas anteriormente aquí se incorporan mediante referencia.

30 Las características adicionales de la presente invención resultarán de la siguiente descripción de algunas realizaciones del sistema 1 de microfluído dado solo vía de ilustración no limitativa.

### **Ejemplo 1**

Este ejemplo describe la producción del elemento 10 de cierre de la realización de las figuras 1-4.

El elemento 10 de cierre está hecho de PDMS (polidimetilsiloxano) (Sylgard 184® de Dow Corning, sin embargo cabe observar que se pueden utilizar otros materiales).

35 El agente de endurecimiento de PDMS (polidimetilsiloxano) y la base se mezclan en una relación de 1:10 y la mezcla obtenida por lo tanto se vierte en el agujero 9 (figura 18) de una pared 7 de cubierta, cuyo agujero 9 se cierra en la parte inferior de un molde 23 base. El PDMS se desgasifica en una cámara de vacío durante una hora. Una tapa 24 se dispone en el agujero 9 para retirar PDMS en exceso y configura el elemento 10 de cierre (figura 19). La pared 7 se inserta en un horno durante 2 horas a 80° C. El elemento 10 de cierre por lo tanto se obtiene ya  
40 conectado a la pared 7.

### **Ejemplo 2**

Este ejemplo describe una realización alternativa del elemento 10 de cierre de la realización de las figuras 1-4.

El elemento 10 de cierre se hace de PDMS (polidimetilsiloxano) (Sylgard 184® de Dow Corning, sin embargo cabe observar que se pueden utilizar otros materiales).

45 El agente de endurecimiento de PDMS (tetra metil tetravinil ciclotetrasiloxano) y la base se mezclan en una relación de 1:10 y la mezcla obtenida por lo tanto se vierte en un molde que reproduce la forma del elemento 10 de cierre en

negativo. El PDMS se desgasifica en una cámara de vacío durante una hora. Una tapa se dispone en el molde 26 para retirar el exceso de PDMS. El molde cubierto se inserta en un horno durante 2 horas a 80° C. El elemento 10 de cierre luego se extrae del molde al utilizar un cortador.

5 El elemento 10 de cierre y la pared 7 se tratan un reactor de plasma (Gambetti Plasma, Modelo Tucano) al utilizar los parámetros de la tabla 1 en mezcla O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>.

Tabla 1

| Activación de plasma |         |
|----------------------|---------|
| Potencia, W          | 40      |
| Voltaje, V           | 360     |
| Presión, mbar        | 0.3-0.4 |
| Tiempo, s            | 35      |

El elemento 10 de cierre luego se introduce en el agujero 9 y se conecta a la superficie 16 delimitante mediante el tratamiento con plasma mencionado.

**Ejemplo 3**

10 Este ejemplo describe la producción del elemento 10 de cierre de la realización de la figura 5.

El elemento 10 de cierre de la figura 5 se obtiene siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1 y utilizando un molde 23 base, una tapa 24 y una pared 7 por lo tanto como se muestra en las figuras 6 y 7.

**Ejemplo 4**

Este ejemplo describe la producción del elemento 10 de cierre de la realización de la figura 17.

15 El elemento 10 de cierre de la figura 17 se obtiene siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1 y utilizando un molde 23 base, una tapa 24 y una pared 7 por lo tanto como se muestra en las figuras 15 y 16.

**Ejemplo 5**

Este ejemplo describe la producción del elemento 10 de cierre de la realización de la figura 13 (o 14).

20 El elemento de cierre de la figura 13 se obtiene siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 2 y utilizando un molde 23 base, una tapa 24 y un molde 25 intermedio por lo tanto como se muestra en las figuras 6 y 7.

La combinación del elemento 10 de cierre con la pared 7 correspondiente forma una unión segura como se muestra en las figuras 11 y 12.

**Ejemplo 6**

Este ejemplo describe la implementación del sistema 1 de microfluído mostrado en las figuras 1-4.

25 Una capa de fotorpolímero (Dryresist en particular Ordyl SY300, Elga Europe) (grosor 90 μm) se lamina en un ángulo de 90° en el soporte 6 de silicona (figura 11) (grosor 600 μm). La capa por lo tanto se protege parcialmente por una máscara fotolitográfico (un portaobjetos transparente impreso con una resolución de 24000 DPI) (figura 12) y sometido a radiación UV (150W) durante 15 segundos de tal manera que se polimerizan las áreas de la capa que se exponen (es decir no cubierto por las partes oscuras de la máscara). Una vez se realiza selectivamente la polimerización de, la parte no polimerizada se retira al sumergir el sustrato 6 laminado en un desarrollador (desarrollador BMR, mezcla de xileno, 2-butoxiacetato, mezcla de isómeros).

30

En este punto, la pared 6 con el elemento 8 separador correspondiente y la división 12 obtenida por lo tanto se calientan en un horno a una temperatura de 50° C durante 1 hora para obtener secado.



## ES 2 560 462 T3

Una capa de vidrio de pared 7 (grosor 500  $\mu\text{m}$ ) se obtiene mediante molido. Los agujeros 9, y los agujeros de extremo tienen una forma de cono truncado con la parte inferior que tiene un diámetro de 700  $\mu\text{m}$  y la parte superior que tiene un diámetro de 1200  $\mu\text{m}$ .

5 La capa de vidrio mencionada se combina con el elemento 10 de cierre de acuerdo con aquel que se ha descrito en el ejemplo 1.

La pared 7 se presiona contra el elemento 8 separador durante 80 minutos a una temperatura de 95° C para obtener un pegado térmico.

### **Ejemplo 7**

10 El procedimiento del ejemplo 6 se repite para cada combinación del elemento 10 de cierre, la pared 7 descrita en los ejemplos 2 a 5 con el propósito de obtener los sistemas de microfluidos respectivos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de microfluído comprende

5 por lo menos un canal (2) de microfluído, que a su vez comprende un primer segmento (4), por lo menos un segundo segmento (5) y por lo menos una pared (7), que se proporciona con por lo menos un agujero (9) dispuesto entre el primer y el segundo segmento (4, 5) y tiene una superficie (IS) interna que delimita por lo menos parcialmente el canal (2) de microfluído; y por lo menos una válvula (3), que se dispone a lo largo del canal (2) de microfluído en el área del agujero (9) y comprende un accionador (11), un elemento (10) de cierre que comprende por lo menos un material sustancialmente elástico y una división (12) dispuesta dentro del canal (2) de microfluído, entre el primer y el segundo segmento (4, 5); el accionador se adapta para manipular el elemento (10) de cierre entre una configuración de bloqueo, en la que el elemento (10) de cierre coopera con la división (12) con el propósito de aislar sustancialmente el primer y el segundo segmento (4, 5) uno del otro, y una configuración abierta, en la que el primer y el segundo segmento (4, 5) se conectan entre sí; la superficie interna (IS) se extiende hacia abajo y hacia arriba de la válvula (3) con el propósito de definir por lo menos parcialmente el canal (2) de microfluído en el área del primer y segundo segmento (4, 5);

15 el sistema (1) se caracteriza porque el elemento (10) de cierre se conecta a la pared (7) en el área del agujero (9) y tiene una superficie (13) opuesta, que, en la posición de bloqueo, está en contacto con la división (12) y se extiende coplana a dicha superficie (IS) interna.

20 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una superficie (IS2) interna adicional, que se orienta sustancialmente hacia la superficie (IS) interna y delimita parcialmente el canal (2) de microfluído en el área del primer y segundo segmento (4, 5); la división (23) se proyecta desde la superficie (IS2) interna adicional hacia el agujero (9); la superficie (IS) interna en el área del primer segmento (4) es sustancialmente coplana en la superficie (IS) interna en el área del segundo segmento.

25 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el elemento (10) de cierre y la pared (7) tienen una conexión fluida sustancialmente hermética seleccionada del grupo que consiste de: unión segura, unión adhesiva, unión de oposición y una combinación de los mismos.

30 4. El sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde el elemento (10) de cierre comprende una parte (14) de cierre, que tiene dicha superficie (13) opuesta y es deformable con el propósito que se mueva lejos de la división (12) cuando el accionador (11) cambia el elemento (10) de cierre en la configuración abierta; y por lo menos una parte (15) lateral que se extiende desde el borde de la parte (10) de cierre hacia afuera a lo largo de una superficie (16) delimitante de dicho agujero (9).

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la parte (14) de cierre tiene sustancialmente forma de membrana; la parte (15) lateral se extiende hasta por lo menos un borde (17) delimitante externo del agujero (9); en particular, la parte (15) lateral que se extiende a lo largo de por lo menos la superficie (16) delimitante completa.

35 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en donde la parte (15) lateral y la superficie (16) delimitante del agujero (9) se conectan entre sí por medio de una unión adhesiva.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unión adhesiva se obtiene mediante tratamiento con plasma.

40 8. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde la parte (15) lateral tiene un asiento (19) en un extremo de la parte (15) lateral opuesto a la parte (14) de cierre, el asiento (19) se engancha por un borde (17) delimitante externo del agujero (9) con el propósito de definir a unión segura.

9. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agujero (9) es cónico desde el canal (2) de microfluído hacia afuera con el propósito de definir una unión de oposición junto con la parte (15) lateral.

45 10. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, en donde la parte (15) lateral se extiende a lo largo del borde periférico completo de la parte (14) de cierre.

11. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agujero (9) tiene una forma seleccionada del grupo que consiste de: sustancialmente de cono truncado, sustancialmente de pirámide truncada.

50 12. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el canal (2) de microfluído tiene una sección con un diámetro equivalente mayor de 10 µm.

13.El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el agujero (9) tiene un diámetro equivalente más pequeño de 1 mm, en particular mayor de 100 µm.

14. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el elemento (10) de cierre comprende, en particular consiste de, por lo menos un elastómero.

5 15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el elastómero comprende una silicona, en particular un caucho de silicona.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en donde la silicona tiene la siguiente fórmula:



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

17.El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en donde el elastómero tiene un módulo elástico de 750 KPa a 2500 KPa.

15 18.El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el primer y el segundo segmento (4, 5) son sustancialmente coplanos entre sí; la división (12) separa el primer y el segundo segmento (4, 5).

19. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la superficie (IS) interna en el área del primer segmento (4) es sustancialmente coplana a la superficie (IS) interna en el área del segundo segmento.

20 20.El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho accionador (11) permite conmutar entre válvula abierta y válvula cerrada, de acuerdo con uno de los siguientes métodos o combinaciones de los mismos:

I. cierre:

a. neumático, por medio de un conducto para crear una presión en el lado externo del elemento de cierre;

b. mecánico, por medio de una barra o pistón, para ejercer una presión en el elemento de cierre;

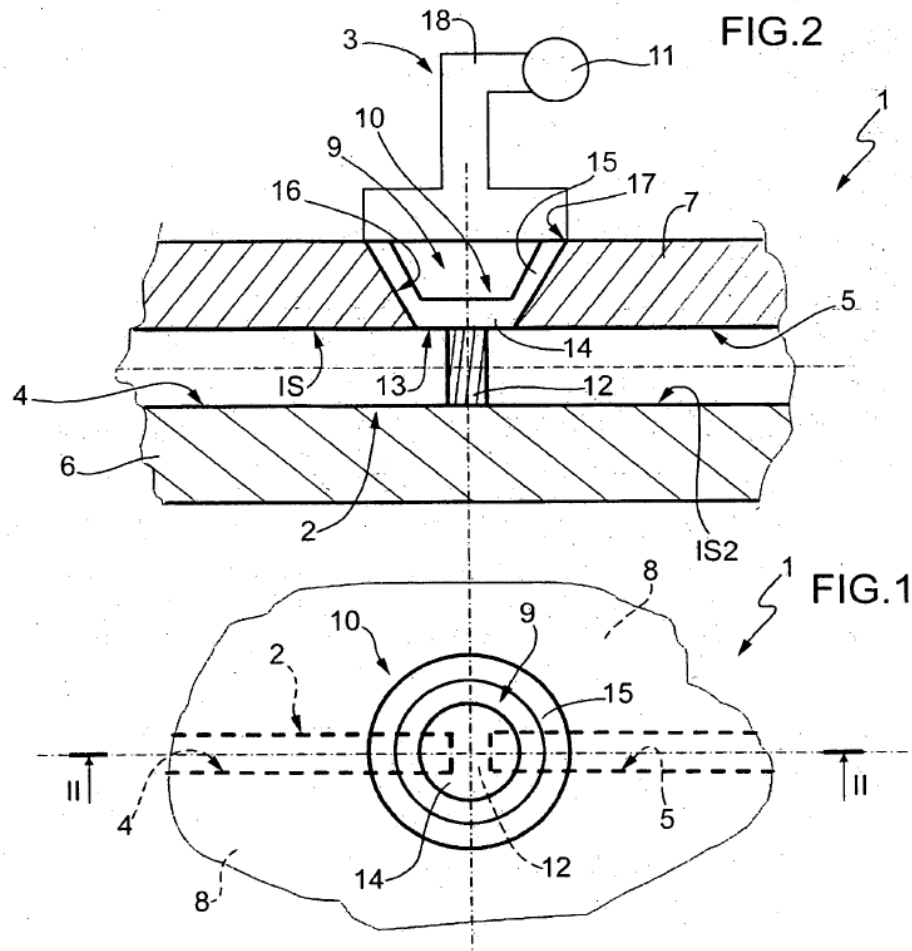
25 c. al pretensionar el elemento (10) de cierre, que determina un acoplamiento hermético de fluido del mismo con la división (12);

II. apertura:

d. neumático (por medio de un conducto para crear una depresión en el lado externo del elemento de cierre);

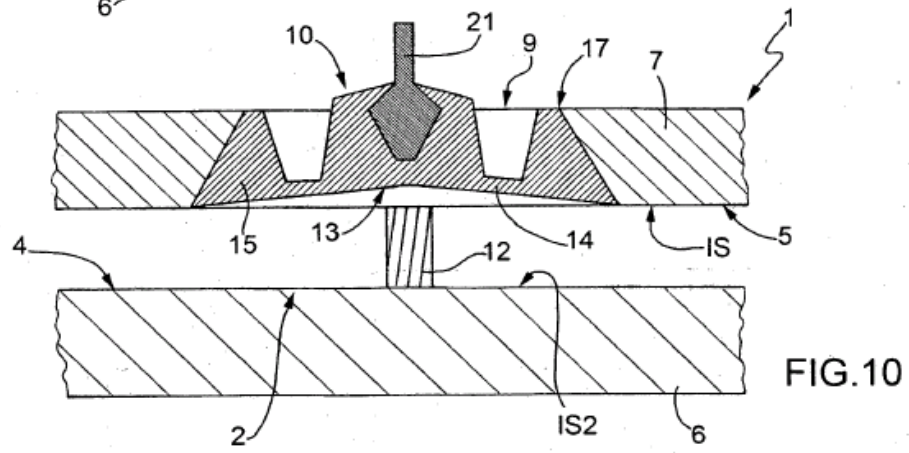
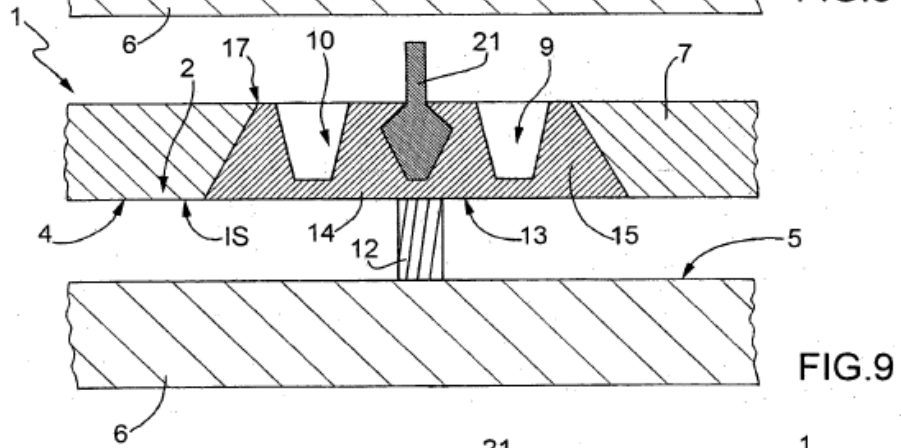
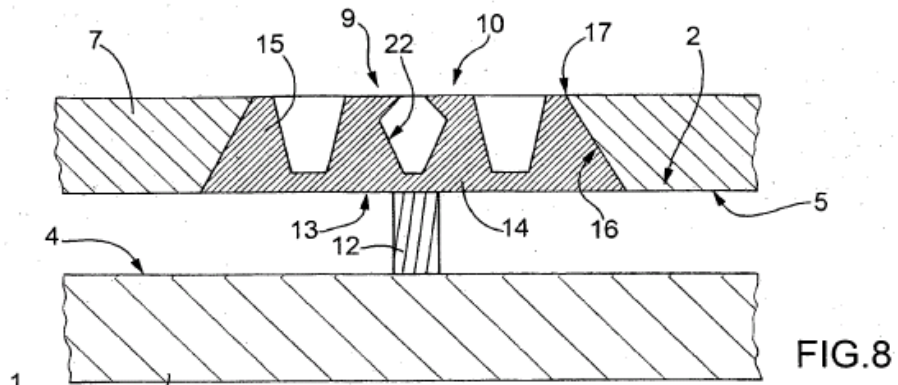
e. mecánico (por medio de una barra o pistón, para ejercer una depresión en el elemento de cierre);

30 f. al pretensionar el elemento (10) de cierre, que determina, cuando se apoya, una deflexión hacia afuera con respecto al canal de microfluido, creando una ruta para el fluido por encima de la división (12).









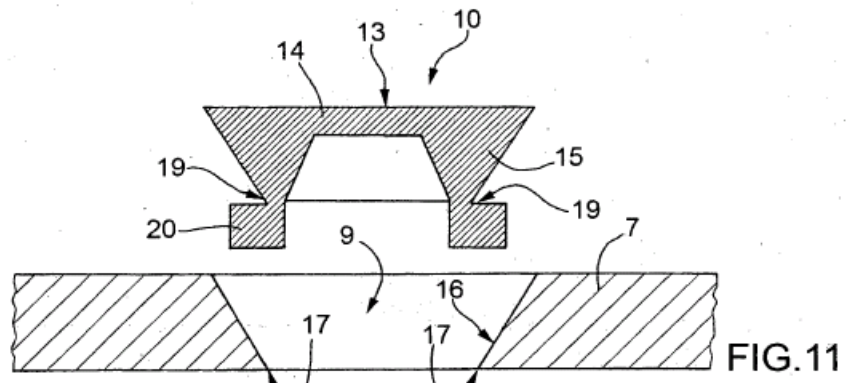


FIG. 11

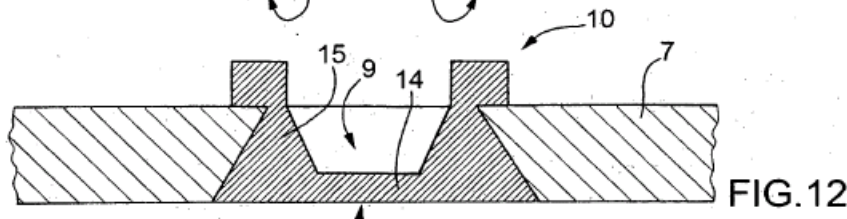


FIG. 12

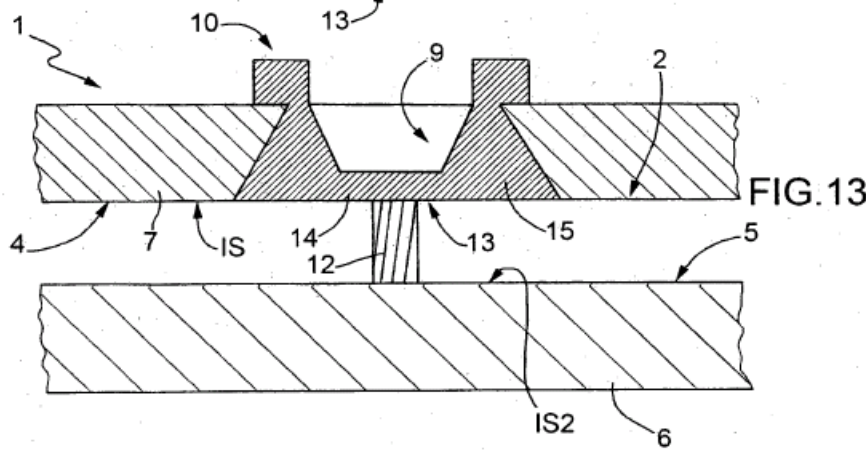
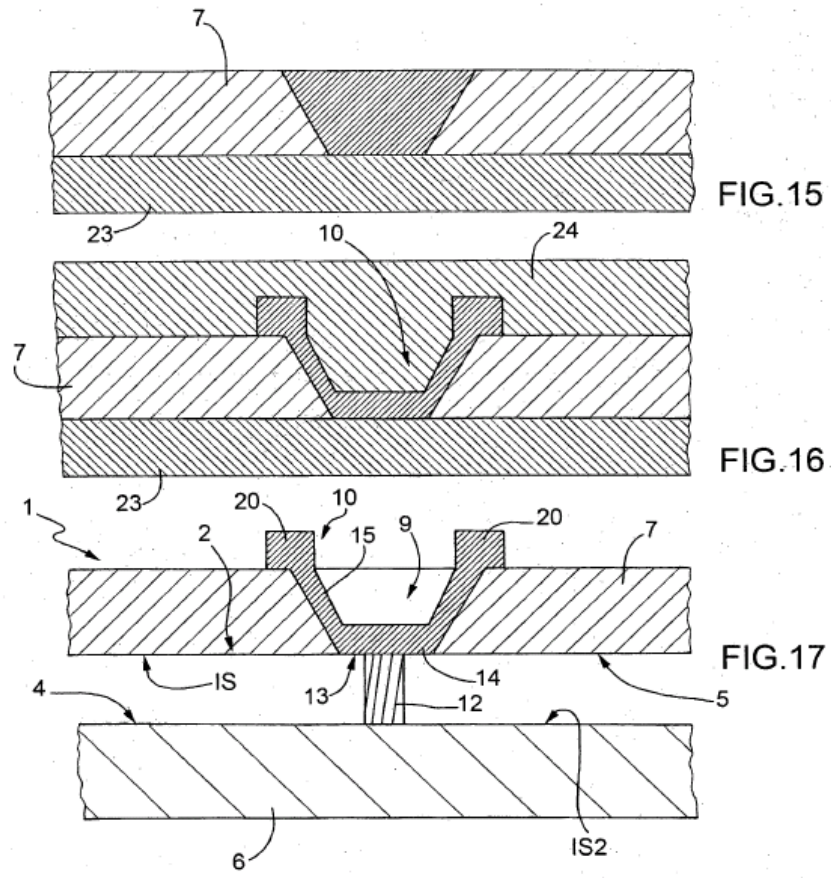


FIG. 13





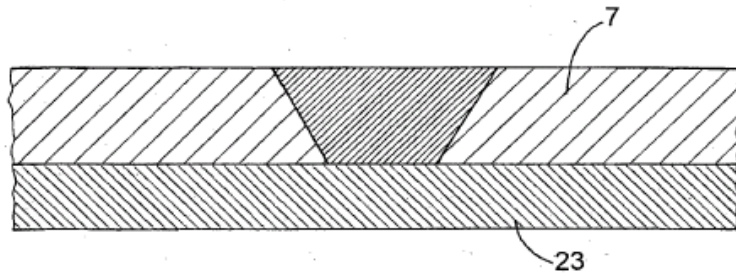


FIG.18

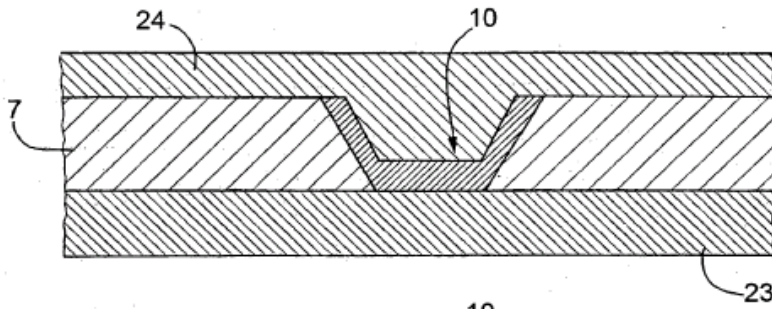


FIG.19

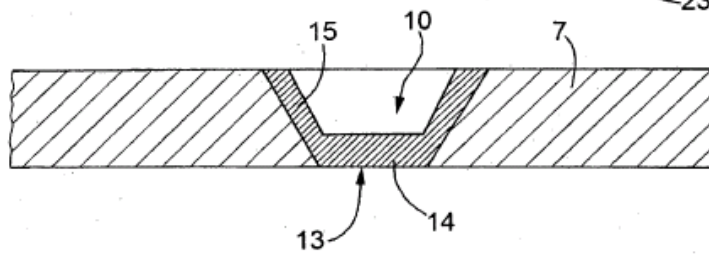


FIG.20

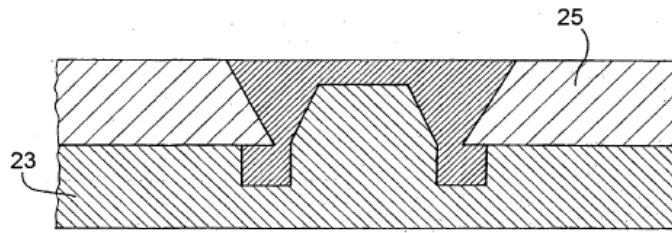


FIG. 21

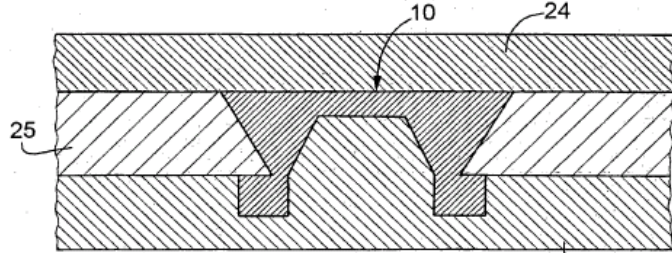


FIG. 22

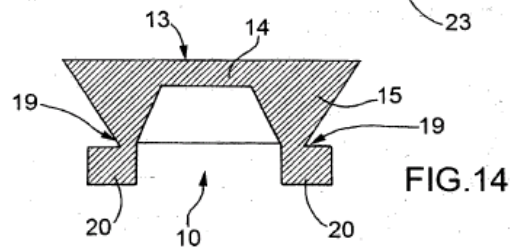


FIG. 14