

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 493 929**

51 Int. Cl.:

B81C 3/00 (2006.01)

F15C 5/00 (2006.01)

F16K 99/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2011 E 11729126 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.05.2014 EP 2592044**

54 Título: **Método de fabricación de dispositivos microfluídicos**

30 Prioridad:

07.07.2010 WO PCT/ES2010/070468

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

12.09.2014

73 Titular/es:

**IKERLAN, S. COOP. (100.0%)
Pº José María Arizmendiarieta, 2
20500 Arrasate-Mondragón, Gipuzkoa, ES**

72 Inventor/es:

**FERNANDEZ, LUIS J.;
ARANBURU, IÑIGO;
AGIRREGABIRIA, MARÍA;
ELIZALDE, JORGE;
BERGANZO, JAVIER;
RUANO, JESÚS;
LAOUENAN, FLORIAN y
EZKERRA, AITOR**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 493 929 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

Método de fabricación de dispositivos microfluídicos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación conjunta en un solo paso y sin necesidad de alineamiento de dispositivos microfluídicos a través de un proceso de pegado permanente entre una lámina de espesor igual o inferior a 200 micrometros y una pieza rígida de materiales termoplásticos de forma que la lamina quede completamente plana.

Antecedentes de la invención

10 El pegado de dos piezas rígidas de materiales termoplásticos por termocompresión esta publicado en Soo Hyun Lee et al "A polymer lab-on-a-chip for reverse transcription (RT)-PCR based point-of-care clinical diagnostics", The Royal Society of Chemistry 2008, Lab Chip, 2008, 8, 2121-2127. Al utilizar dos piezas rígidas y gruesas (del orden del milímetro), en el caso de requerir el calentamiento de líquidos o gases presentes dentro del dispositivo, desde un elemento situado fuera de la estructura fluidica, éste se ve dificultado al tener que atravesar un material plástico, de baja conductividad térmica y de espesor considerable (varias centenas de micrómetros). Además, no se disponen de partes susceptibles de ser móviles para su uso como elementos de control fluidoico (válvulas, bombas...) por la misma razón.

15 Cuando una de las dos piezas termoplásticas a pegar tiene un espesor menor de 200 micras (lamina) el proceso de pegado por termocompresión provoca la deformación permanente de la lamina, imposibilitando la fabricación del dispositivo con una superficie de acabado plano. Las temperaturas requeridas para el pegado permanente entre la lámina y la pieza termoplásticas provocan dicha deformación. La deformación de dicha membrana es contraproducente para muchas aplicaciones (falta de reproducibilidad dimensional, pobre transmisión de calor por un mal contacto con el elemento calentador, creación de burbujas en caso de ser utilizada para la fabricación de chips microfluídicos, inadecuada transmisión de una señal óptica debido a la curvatura de la membrana que sella una posible cámara de reacción, etc.).

25 El pegado de dos piezas rígidas de materiales termoplásticos por disolvente está publicado en Brown L et al. "Fabrication and characterization of poly(methylmethacrylate) microfluidic devices bonded using surface modifications and solvents", The Royal Society of Chemistry, 2006, Lab Chip 6, 66-73. Las piezas utilizadas son rígidas y gruesas y la disolución utilizada se aplica sobre la estructura microfabricada. Posteriormente, es necesario alinear las piezas y someterlas a presión y temperatura durante 30min, seguido de una rampa de enfriamiento. El método de fabricación y las características de los substratos no permiten partes susceptibles de ser móviles.

30 El documento XP019851573 divulga un método para la fabricación de dispositivos microfluídicos que consisten de una lámina elastomérica utilizada para sellar un canal formado en una parte rígida hecha de un material polimérico termoplástico, comprendiendo el método la etapa de unión, a través de un procedimiento de unión permanente, la lámina elastomérica y la parte polimérica termoplástica con el fin de producir una parte final que es completamente polimérica.

Descripción de la invención

El método de fabricación de la presente invención resuelve los problemas antes mencionados y se basa en:

- Inicialmente desgasificar :

- una lámina polimérica de material termoplástico

40 - una pieza auxiliar rígida

- una pieza rígida polimérica de material termoplástico

- Pegar sin adhesivo por un procedimiento de pegado temporal, la lámina polimérica termoplástica desgasificada, a una pieza auxiliar rígida desgasificada dando lugar a un conjunto lámina-pieza auxiliar,

45 - Pegar sin adhesivo por un procedimiento de pegado permanente, la lámina polimérica termoplástica del conjunto lámina-pieza auxiliar obtenido en la etapa de pegado temporal anterior, a la pieza rígida polimérica termoplástica desgasificada inicialmente,

- Despegar la pieza auxiliar rígida de la lámina polimérica termoplástica pegada permanentemente a la pieza rígida termoplástica, para dar lugar a una pieza final totalmente polimérica.

5 El procedimiento de la invención con pegado permanente de una lámina flexible polimérica termoplástica del conjunto lámina-pieza rígida auxiliar con una pieza rígida polimérica termoplástica, permite que la lámina no quede curvada, formándose cámaras, microválvulas y microbombas sin adhesivo y sin necesidad de alineamiento. Se trata de la fabricación de dispositivos microfluídicos sin uso de adhesivos donde la capa que sella los canales y cámaras existentes (tapa) es de un espesor igual o inferior a 200 micrometros con una deformación que puede llegar a ser inferior a 1 micrometro con respecto al plano horizontal.

De esta forma, es posible:

10 - Calentar los líquidos presentes en el dispositivo a través de la tapa, ya que su bajo espesor permite una transmisión de calor eficiente.

- Dado que la lamina mantiene una superficie totalmente plana (deformaciones por debajo del micrómetro) es posible el contacto con un elemento calentador sin la presencia de aire atrapado, lo cual dificultaría la transmisión de calor al dispositivo.

15 - Utilizar la tapa como elemento móvil para su uso en dispositivos de control fluido tales como válvulas y bombas.

- Obtener una tapa ópticamente plana para ensayos ópticos realizados dentro de la cámaras del chip.

- Obtener una reproducibilidad dimensional de chip a chip facilitando cualquier tipo de transducción: mecánica, óptica, térmica, etc. Esta característica es muy importante dado que los chips son generalmente desechables y una vez usados necesitan ser reemplazados por nuevos.

20 Al no utilizar adhesivo no se introduce ningún compuesto extraño en el circuito fluido que pueda interactuar con la muestra, sino que el fluido solamente esta en contacto con el material estructural del dispositivo.

25 Por otro lado, la fabricación de la pieza final usando una lamina sin ningún tipo de estructuración hace que la lamina pueda colocarse sobre la pieza sin ninguna necesidad de alinear la lamina con la pieza para obtener el sistema final, algo muy común en la construcción de este tipo de estructuras, donde ambas piezas están estructuradas y necesitan de alineación micrométrica para que funcionen correctamente.

30 El procedimiento de la invención comprende el pegado permanente por disolvente o por termocompresión de una lámina delgada de menos de 200 micrómetros, a una pieza del mismo o similar material polimérico termoplástico donde se han moldeado previamente los microcanales, microcámaras y agujeros pasantes necesarios. De esta manera, la lámina es utilizada para sellar los canales, como membrana móvil para ser utilizada como válvula de cierre, como membrana móvil para ser utilizada para desplazar fluidos, y como elemento fino de cierre de una microcámara que permite la posibilidad de aplicar ciclos de temperatura de una forma rápida. Este sellado plano y reproducible permite que una señal óptica que atraviese la lámina no sea afectada por la curvatura o ésta señal cambie al introducir diferentes chips.

35 El método de fabricación presentado en esta patente permite además que la lámina delgada esté totalmente plana. Esto es especialmente complicado cuando el pegado se realiza por termocompresión, ya que al someter la lámina a alta temperatura, ésta tiende de manera natural a deformarse.

40 La pieza rígida moldeada es una pieza de un material polimérico termoplástico (COC (copolímero de ciclorefina), COP (polímero de ciclorefina), PMMA (metacrilato), PC (policarbonato) etc.) la cual se ha microestructurado para formar microcanales, microcámaras, microválvulas o microbombas. Esta estructuración se puede hacer por medio de procesos como "hot-embossing", "injection moulding", "fine machining" u otros.

La lámina delgada se refiere a una lámina del mismo material que la pieza moldeada (por ejemplo, COC, COP, PMMA, PC etc.), con un espesor inferior a 200 micrometros, entendiéndose por espesor el grosor de la lámina.

El proceso de pegado pieza moldeada-lámina comprende:

- Una etapa inicial de desgasificado de:

45 - una lámina polimérica de material termoplástico

- una pieza auxiliar rígida

- una pieza rígida polimérica de material termoplástico

5 a través de su introducción en una cámara de vacío a una presión por debajo de 500 mbar y/o calentamiento a una temperatura seleccionada entre la temperatura ambiente y la temperatura de transición vítrea de cada pieza dependiendo de la presión de vacío utilizada, durante un tiempo dependiente del grosor de las piezas (de 1 a 24 horas), para evitar la aparición de burbujas en la superficie de las piezas

10 - Una posterior etapa de pegado temporal entre la lámina polimérica termoplástica y una pieza auxiliar rígida, por ejemplo vidrio, desgasificados en la etapa inicial, seleccionado entre pegado temporal por termocompresión, pegado temporal asistido por ozono y/o pegado temporal asistido por cargas electrostáticas, dando lugar a un conjunto lámina-pieza auxiliar rígida. Entendiéndose por pieza rígida a aquella que no se deforme durante el stress mecánico y térmico al que se le debe someter durante el resto del proceso.

a) Termocompresión no permanente:

15 La lámina polimérica termoplástica se pone en contacto con la pieza auxiliar rígida y se somete a un proceso de termocompresión. Dicho proceso consiste en someter ambos materiales a una temperatura cercana a la temperatura de transición vítrea (T_g) de la lámina termoplástica, entendiéndose por "cercana a la temperatura vítrea" la temperatura vítrea $T_g \pm 5^\circ\text{C}$, y a una presión entre 0.1 y 10 bar. Como resultado, la lámina queda aplastada de forma temporal a la pieza auxiliar, pudiéndose retirar manualmente sin problema, pero con una fuerza de adherencia suficiente como para no permitir que la lámina se deforme durante el proceso siguiente de pegado a la pieza termoplástica rígida.

b) Pegado temporal asistido por ozono y/o luz ultravioleta:

20 Cuando la lámina polimérica termoplástica es susceptible de activarse por contacto con el ozono (COP, COC, etc) y/o luz ultravioleta, se puede realizar el pegado temporal a un sustrato rígido activable por ozono y/o luz ultravioleta. En este caso, la potencia de la luz ultravioleta debe adecuarse al tamaño de las piezas a activar y el material específico que se está usando. Una potencia excesiva (mas de $3\text{J}/\text{cm}^2$) produce un pegado irreversible entre lamina polimérica y pieza rígida, mientras que una potencia de luz ultravioleta deficiente desemboca en la deformación de la lamina durante el siguiente proceso de pegado con la pieza rígida. En el caso de un pegado temporal entre material COP y Pyrex (pyrex es el nombre comercial de un vidrio que se usaría como sustrato rígido) la dosis debe ser entre $0.7\text{ J}/\text{cm}^2$ y $0.9\text{ J}/\text{cm}^2$. Una dosis menor no permite hacer el proceso de pegado de la lamina sin la deformación de ésta; mientras que una dosis mayor hace que el pegado entre la lamina y el pyrex sea tan fuerte que resulta imposible el despegado sin romper lámina, pyrex o ambos.

30 c) Pegado temporal asistido por cargas electrostáticas:

Otra opción es la utilización de gas ionizado para cargar electrostáticamente la lámina y un sustrato rígido de forma que queden adheridos temporalmente. De nuevo, lámina y sustrato son temporalmente pegados de forma que evitan la deformación de la lámina durante el proceso de pegado con la pieza rígida termoplástica.

35 - Una etapa posterior de pegado permanente entre la lámina del conjunto lámina-pieza auxiliar obtenido en la etapa anterior y una pieza rígida polimérica, que permita la fusión entre la lámina del conjunto lámina-pieza auxiliar y la pieza rígida polimérica desgasificada, sin la deformación de las estructuras ya definidas en la pieza. Este pegado se puede realizar:

40 - por termocompresión: la pieza rígida polimérica que ha sido desgasificado en la etapa inicial, se pega a la lámina polimérica termoplástica del conjunto lámina-pieza auxiliar, aplicando una temperatura cercana o igual a la temperatura de transición vítrea del termoplástico (entendiendo cercana como $T_g \pm 5^\circ\text{C}$) tanto para la lámina como para la pieza rígida, y aplicando una presión, entre 0,1 y 10 bar, que permita la fusión entre lámina polimérica termoplástica y pieza rígida termoplástica sin la deformación de las estructuras ya definidas en la pieza (por ejemplo, en el caso de piezas y lamina de COC 5013 la temperatura es de 130°C y la presión es de 1 bar).

45 - por aplicación de un disolvente de material termoplástico como por ejemplo tolueno o clorobenceno: depositando una cantidad suficiente de disolvente sobre la lámina polimérica termoplástica del conjunto lámina-pieza auxiliar que permita cubrir la superficie y se retira cualquier sobrante, bien centrifugando la lámina a velocidades moderadas ($<2000\text{rpm}$) o extendiendo el disolvente, hasta que quede una superficie seca y ligeramente adherente. Posteriormente, se pone en contacto con la pieza rígida polimérica termoplástica y se pegan aplicando una presión (de 0,1 a 10bar) que permita la fusión entre lámina y pieza rígida sin la deformación de las estructuras ya definidas en la pieza (por ejemplo, en el caso de lámina de COC 5013, la presión es de 6bar).

- Una cuarta etapa de despegado de la pieza auxiliar rígida de la lámina polimérica termoplástica resultante del pegado temporal entre ambas, para dar lugar a una lámina de espesor igual o mayor a 200 micras fijada a una pieza rígida polimérica termoplástica, sin pérdida de planitud. De esta forma queda una pieza final totalmente polimérica.

5 La utilización correcta de la etapa inicial permite la fabricación del dispositivo termoplástico sin la creación de burbujeo en las piezas.

10 Con la pieza auxiliar rígida, se consigue que la lámina de material polimérico termoplástico no se deforme durante el proceso de pegado con la pieza rígida polimérica. Este es un proceso clave, ya que impide la deformación de la lámina durante el proceso de pegado entre esta y la pieza rígida. Hay que aclarar que, en el caso del pegado por termocompresión, una lámina delgada de 200 micrometros o inferior tiende a deformarse y curvarse cuando se le somete a las temperaturas y presiones necesarias para su pegado a la pieza polimérica rígida termoplástica. En el caso del pegado por adhesivo, una lámina delgada de 200 micrómetros o inferior tiende a deformarse cuando se le somete a las presiones necesarias para su pegado a la pieza rígida. Por tanto, para conseguir que la lámina se quede completamente plana, se realiza un proceso de sellado temporal a un sustrato o pieza rígida auxiliar, de forma que no se permita la deformación de la lámina. Para dicho sellado temporal no se puede utilizar ningún tipo de material adhesivo susceptible de contener aire, expandirse o extenderse a través de temperatura o presión, ya que esto provocaría la deformación de la membrana durante la aplicación de la temperatura o presión necesarias durante el proceso de pegado permanente a la pieza rígida por termocompresión o por disolvente.

20 A través de la etapa de pegado permanente posterior al pegado temporal de la lámina polimérica termoplástica con la pieza rígida auxiliar, se consigue que ambos, lámina polimérica termoplástica y pieza rígida polimérica termoplástica, se fundan en un único dispositivo sin dañar o modificar la estructuración realizada con anterioridad en la pieza rígida polimérica termoplástica o el espesor de la lámina.

La temperatura de transición vítrea (T_g) se define como la temperatura a la que el polímero deja de ser rígido y comienza a ser blando, en el caso de materiales poliméricos termoplásticos la temperatura de transición vítrea tendrán un intervalo de $\pm 5^\circ\text{C}$.

25 Breve descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

Figura 1.- Esquema de las etapas del método de la invención hasta la obtención del conjunto lámina-pieza.

30 Figura 2a.- Dispositivo microfluídico con una microválvula exterior abierta.

Figura 2b.- Dispositivo microfluídico con la microválvula exterior de la figura 1a cerrada.

Figura 3a.- Dispositivo microfluídico con una Microválvula interior abierta.

Figura 3b.- Dispositivo microfluídico con la microválvula interior de la figura 2a cerrada.

35 Figura 4a.- Dispositivo microfluídico con una microbomba abierta y dos microválvulas, una primera cerrada y otra segunda abierta.

Figura 4b.-Dispositivo microfluídico de la figura 3a con la Microbomba cerrada.

Figura 4c.- Dispositivo microfluídico de la figura 3a con la microbomba abierta y la primera microválvula abierta y la segunda cerrada.

40 Las referencias numéricas representadas en las figuras corresponden a los siguientes elementos sin que ello suponga carácter limitativo alguno:

- 1.- Lámina polimérica termoplástica
- 2.- Pieza auxiliar rígida
- 3.- Pieza rígida polimérica termoplástica
- 4.- conjunto lámina-pieza pieza auxiliar

5.- pieza final totalmente polimérica

Descripción de una realización preferida de la invención

A continuación se procede a describir un ejemplo de fabricación de un dispositivo microfluídico mediante el método descrito en la presente invención tal y como se muestra en la figura 1:

- 5 Se parte de una lámina polimérica de material termoplástico (1) de 100 micras de espesor y una pieza auxiliar rígida (2) de vidrio de 1 mm de espesor, ambas desgasificadas en una etapa inicial, junto con una pieza rígida polimérica de material termoplástico (3), por introducción en una cámara de vacío a 10 mbar y calentamiento a 60 °C durante 8 horas.
- 10 Posteriormente, en una etapa posterior (A), se realiza un pegado temporal entre la lámina polimérica termoplástica (1) a la pieza auxiliar rígida (2) de 1 mm de espesor. Este pegado temporal se consigue sometiendo a la lámina polimérica termoplástica (1) durante 2 minutos a la presencia de ozono y luz ultravioleta y poniéndola en contacto con la pieza auxiliar rígida (2), de forma que ambos quedan temporalmente adheridos.
- 15 Como resultado ambos materiales quedan adheridos de forma temporal dando lugar a un conjunto lámina-pieza pieza auxiliar (4), adheridos lo suficientemente fuerte como para evitar la deformación de la lámina polimérica termoplástica (1) durante el proceso de pegado a la pieza rígida polimérica termoplástica (3) en la etapa posterior, pero a la vez es fácilmente separable de la pieza auxiliar rígida (2) de forma manual.
- 20 En una etapa posterior a la de pegado temporal (B) se realiza el pegado entre la lámina del conjunto lámina-pieza auxiliar (4) obtenido en la etapa anterior y la pieza rígida polimérica termoplástica (3) desgasificada en la etapa inicial, En el caso de la termocompresión, sometiéndolos a una presión y temperatura tales que permitan el sellado permanente entre la lamina y la pieza sin dañar la estructuración de la pieza rígida polimérica termoplástica ni variar el espesor de la lamina, es decir, sometidos a una temperatura cercana o igual a la temperatura de transición vítrea de la lamina (entendiendo el término cercana como $T_g \pm 5^\circ\text{C}$). En el caso de pegado por disolvente, aplicando el disolvente a la lámina, poniéndolos en contacto y sometiendo a una presión tal que permita el sellado permanente entre la lámina y la pieza rígida polimérica termoplástica sin dañar la estructuración de la pieza rígida ni variar el espesor de la lámina.
- 25 Y finalmente, en una cuarta etapa, se realiza el despegado (D) de la pieza auxiliar rígida (2) de la lámina polimérica termoplástica (1) resultante del pegado temporal entre ambas en la etapa de obtención del conjunto lámina-pieza rígida auxiliar (4), para dar lugar a una pieza final totalmente polimérica (5).
- Dos tipos de microválvula se pueden obtener por medio de este método de fabricación de dispositivos:
- 30 a) Microválvula exterior (out-line microvalve):
- Es una microválvula basada en la actuación de una membrana que se encuentra en el lado contrario y directamente opuesta al punto de inserción o extracción del fluido (ver figuras 2a y 2b). Cuando la membrana no esta presionada contra el conducto el flujo puede pasar a través del dispositivo, o viceversa, sin problemas. En cambio, cuando la membrana esta presionada bloquea el paso del fluido a través del conducto de entrada y el flujo se detiene.
- 35 b) Microválvula interior (In-line Microválvula)
- Se refiere a aquella microválvula que bloquea el paso del fluido en un punto diferente a un conducto de entrada o salida, esto es, bloquea el paso en un canal interno del dispositivo. La solución propuesta se basa en un pegado de dos láminas a ambos lados de la pieza. Dicho pegado se realiza de una sola vez a través de un proceso de pegado por termocompresión o disolvente (ver figuras 3a y 3b).
- 40 El método de fabricación también permite la integración de microbombas basadas en la creación de una cámara de fluido fijo a desplazar, y dos válvulas, una a cada lado, que definen la dirección hacia la que el fluido se desplaza por medio de su sincronización tal y como se observa en las figuras 4a, 4b y 4c.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Método de fabricación sin adhesivos de dispositivos microfluídicos compuestos por una lámina flexible de material polimérico termoplástico (1) pegada permanentemente a una pieza rígida de material polimérico termoplástico (3), siendo dicha lamina flexible de material polimérico termoplástico (1) de espesor igual o inferior a 200 micrometros y usada para sellar los canales de la pieza rígida de material polimérico termoplástico (3), para la fabricación de microválvulas y microbombas, caracterizado por comprender las etapas de:
- inicialmente desgasificar :
 - una lámina polimérica de material termoplástico (1)
 - una pieza auxiliar rígida (2)
- 10 - una pieza rígida polimérica de material termoplástico (3),
- pegar sin adhesivo por un procedimiento de pegado temporal la lámina polimérica termoplástica (1) desgasificada, a una pieza auxiliar rígida (2) desgasificada dando lugar a un conjunto lámina-pieza pieza auxiliar (4),
 - pegar sin adhesivo por un procedimiento de pegado permanente la lámina polimérica termoplástica (1) del conjunto lámina-pieza auxiliar (4) obtenido en la etapa de pegado temporal anterior, a la pieza rígida polimérica termoplástica (3) desgasificada inicialmente,
- 15 - despegar la pieza auxiliar rígida (2) de la lámina polimérica termoplástica (1) pegada permanentemente a la pieza rígida termoplástica (3), para obtener una pieza final totalmente polimérica (5).
- 2.- Método de fabricación según la reivindicación 1 caracterizado por que el procedimiento de pegado permanente comprende:
- 20 - aplicar un disolvente de material termoplástico sobre el conjunto lámina-pieza auxiliar (4),
- retirar cualquier sobrante hasta que quede una superficie seca y ligeramente adherente.
 - poner en contacto el conjunto lámina-pieza auxiliar (4) con la pieza rígida polimérica termoplástica (3)
 - aplicar presión sobre ambas piezas en contacto.
- 25 3.- Método de fabricación según la reivindicación 2, caracterizado por que la presión que se aplica es una presión entre 0,1 y 10 bar.
- 4.- Método de fabricación según la reivindicación 1, caracterizado por que el procedimiento de pegado permanente es por termocompresión y comprende:
- poner en contacto el conjunto lámina-pieza auxiliar (4) con la pieza rígida polimérica termoplástica (3)
 - aplicar una temperatura cercana o igual a la temperatura de transición vítrea de la lámina polimérica termoplástica (2) y de la pieza rígida termoplástica (3),
 - aplicar una presión entre 0,1 a 10 bar que permita la fusión entre la lámina polimérica termoplástica (2) y la pieza rígida termoplástica (3).
- 30
- 5.- Método de fabricación según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la desgasificación se realiza por introducción de las piezas en una cámara de vacío y/o calentamiento a una temperatura seleccionada entre la temperatura ambiente y la temperatura de transición vítrea de cada pieza.
- 35
- 6.- Método de fabricación según las reivindicaciones 1-5, caracterizado por que el pegado temporal se lleva a cabo por termocompresión no permanente entre la lámina polimérica termoplástica (1) y la pieza auxiliar rígida (2), a una temperatura cercana o igual a la temperatura de transición vítrea de la lamina termoplástica (1) y a una presión entre 0,1 y 10 bar.
- 40 7.- Método de fabricación según las reivindicaciones 1-5, caracterizado por que el pegado temporal se lleva a cabo por pegado temporal asistido por ozono.

8.- Método de fabricación según la reivindicación 7, caracterizado por que la lámina polimérica termoplástica es copolímero de ciclorefina o polímero de ciclorefina.

9.- Método de fabricación según las reivindicaciones 1-5 caracterizado por que el pegado temporal se lleva a cabo por pegado temporal asistido por cargas electrostáticas.

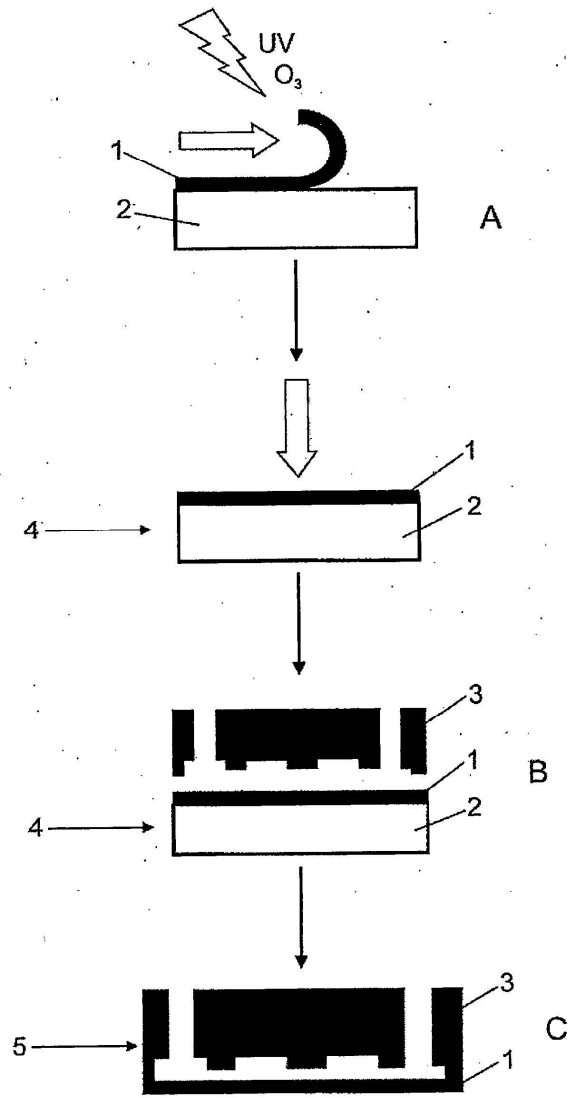


FIG. 1

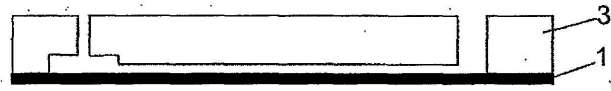


FIG. 2a



FIG. 2b



FIG. 3a



FIG. 3b



FIG. 4a



FIG. 4b



FIG. 4c