



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 427**

51 Int. Cl.:
B81C 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06301197 .7**

96 Fecha de presentación : **30.11.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1927576**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.06.2008**

54

Título: **Método para preparar dispositivos micro-fluídicos y dispositivos resultantes.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.05.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.05.2011

73

Titular/es: **CORNING INCORPORATED**
1 Riverfront Plaza
Corning, New York 14831, US

72

Inventor/es: **Ronan, Tanguy**

74

Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

ES 2 359 427 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 para preparar dispositivos micro-fluídicos y dispositivos resultantes

Antecedentes

5 De manera general, la presente invención se refiere a dispositivos microfluídicos útiles en procesos químicos, y en particular a dispositivos microfluídicos formados por una frita consolidada y estructurada que define rebajes o conductos en un volumen existente entre dos o más sustratos.

10 Según se interpreta en el presente documento, los dispositivos microfluídicos son generalmente dispositivos que contienen conductos fluidicos o cámaras que típicamente presentan al menos una y generalmente más dimensiones en el intervalo de sub-milímetros a un milímetro. Los dispositivos microfluídicos pueden resultar útiles para que reacciones químicas y procesos difíciles, peligrosos o de otro modo imposible se puedan llevar a cabo de forma segura, eficaz y respetuosa con el medio ambiente.

15 Los dispositivos microfluídicos formados por una frita consolidada y estructurada que definen rebajes o conductos en un volumen existente entre dos o más sustratos han sido desarrollados en trabajos previos por parte de compañeros del presente inventor(es), como se desvela en la patente de Estados Unidos N° 6.769.444, "Microfluidic Device and Manufacture Thereof" y en las patentes o publicaciones de patente relacionadas. Los métodos desvelados en ella comprenden varias etapas incluyendo proporcionar un primer sustrato, proporcionar un segundo sustrato, formar una primera estructura de frita sobre una de las superficies de apoyo de dicho primer sustrato, formar una segunda estructura de frita sobre una de las superficies de apoyo de dicho segundo sustrato, y consolidar dicho primer sustrato, dicho segundo sustrato y dichas primera y segunda estructuras de frita todas juntas, con superficies de apoyo enfrentadas entre sí, para conformar un rebaje definido por una frita consolidada entre dichos primer y segundo sustratos. Mientras que los métodos de fabricación desvelados de este modo han resultado útiles para producir dispositivos del tipo descrito en el presente documento, resulta deseable incrementar la eficacia, en particular el rendimiento, de los procesos mediante los cuales se producen dichos dispositivos.

Sumario de la invención

25 Un aspecto de la invención es un método para preparar un dispositivo microfluídico proporcionando un primer y segundo sustratos y formando una primera estructura de frita sobre el primer sustrato y una segunda estructura de frita sobre el segundo sustrato y consolidar el primer y el segundo sustratos juntos, con las estructuras de frita orientadas, de manera que formen un rebaje definido por frita consolidada y rodeado por frita consolidada entre el primer y segundo sustratos, en el que el segundo sustrato presenta al menos un orificio pre-conformado perforado, y en el que la formación de la segunda estructura de frita incluye formar una capa de frita en el interior de dicho orificio pasante que cubre la superficie interior del orificio pasante con un espesor suficientemente fino para producir, una vez que se produce la consolidación de los sustratos y de las estructuras de frita primera y segunda de manera conjunta, un orificio pasante que presenta una superficie interior de frita consolidada que se encuentra en contacto con la frita consolidada que rodea el rebaje.

35 Otro aspecto de la invención se refiere a un dispositivo microfluídico que incluye una frita consolidada, un primer sustrato y un segundo sustrato; la frita consolidada, el primer sustrato y el segundo sustrato se encuentran unidos juntos por medio de la frita consolidada, la frita consolidada rodea al menos un primer rebaje entre el primer y segundo sustratos, el primer rebaje se encuentra en comunicación fluida con un orificio pasante que se extiende a través de dicho segundo sustrato, y en el que el orificio pasante se encuentra recubierto interiormente con la frita consolidada que está en contacto con la frita consolidada que rodea el rebaje, proporcionando una única interfase de material en el interior del dispositivo.

45 La descripción detallada siguiente explica características adicionales y ventajas de la invención, y en parte éstas resultarán evidentes para los expertos en la materia a partir de esa descripción o podrán ser reconocidas mediante la práctica de la invención según se describe en el presente documento, incluyendo la descripción detallada siguiente, las reivindicaciones, así como también los dibujos adjuntos.

50 Debe comprenderse que tanto la descripción general precedente como la descripción detallada siguiente presentan realizaciones de la invención, y pretenden proporcionar una visión de conjunto o marco para la comprensión de la naturaleza y carácter de la invención tal como se reivindica. Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una mejor comprensión de la invención, y quedan incorporados y constituyen parte de esta memoria descriptiva. Los dibujos ilustran varias realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios y operaciones de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1A-1E son vistas en corte transversal de sustratos procesados de acuerdo con una realización del método de la presente invención para formar una realización de un dispositivo de la presente invención.

55 La Figura 2 es una vista en corte transversal de otra realización de un dispositivo de la presente invención que puede producirse por medio de una realización del método de la presente invención.

Las Figuras 3A-3C son vistas en corte transversal de sustratos procesados de acuerdo con un aspecto de una realización del método de la presente invención.

60 Las Figuras 4A-4B son vistas en corte transversal de sustratos procesados de acuerdo con otro aspecto de una realización del método de la presente invención.

La Figura 5 es una vista en corte transversal de una parte de otra realización de un dispositivo de la presente invención que puede producirse por medio del aspecto del método representado en las Figuras 3A-3C y/o 4A-4B.

Las Figuras 6A-6E son vistas en corte transversal de sustratos procesados de acuerdo con otros dos aspectos de una realización del método de la presente invención.

Las Figuras 7A-7C son vistas en corte transversal de sustratos procesados de acuerdo con otro aspecto de una realización del método de la presente invención.

5 La Figura 8 es una vista en corte transversal que muestra los perfiles de consolidación antes y después de una capa de fritada suficientemente fina en un orificio pasante de un sustrato exterior.

La Figura 9 es una vista en corte transversal que muestra los perfiles de consolidación antes y después de una capa de fritada ligeramente más gruesa en un orificio pasante de un sustrato exterior.

10 La Figura 10 es una vista en corte transversal que ilustra los perfiles de consolidación antes y después de una capa de fritada considerablemente más gruesa en un orificio pasante de un sustrato exterior.

La Figura 11 es una vista en corte transversal que muestra los perfiles de consolidación antes y después de una capa de fritada suficientemente fina en un orificio pasante de un sustrato interior.

La Figura 12 es una vista en corte transversal que muestra los perfiles de consolidación antes y después de una capa de fritada ligeramente más gruesa en un orificio pasante de un sustrato interior.

15 La Figura 13 es una vista en corte transversal que ilustra los perfiles de consolidación antes y después de una capa de fritada considerablemente más gruesa en un orificio pasante de un sustrato interior.

La Figura 14 es una fotografía digital en escala de grises de un orificio pasante de un sustrato de un dispositivo microfluídico producido de acuerdo con una realización de un método de la presente invención antes de la consolidación final o total.

20 La Figura 15 es una fotografía digital en escala de grises del orificio pasante de un dispositivo microfluídico de la Figura 14 después de la consolidación final o total.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

25 A continuación se hará referencia con detalle a las realizaciones preferidas de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se emplean los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a la misma parte o partes.

Las Figuras 1A-1E son vistas en corte transversal de los sustratos 102 y 104 procesados de acuerdo con una realización de un método de la presente invención para formar una realización de un dispositivo de la presente invención.

30 La presente invención implica la conformación y el procesado de la fritada ligada, que significa una fritada que se encuentra adherida de algún modo antes y después del proceso de conformación, tal como mediante un aglutinante orgánico u otro o a través de cualquier otro medio apropiado. La presente invención también implica la fritada consolidada o la consolidación de la fritada, lo que significa la densificación y solidificación final del material de fritada, tal como mediante sinterización o a través de cualquier otro medio apropiado. La consolidación parcial de la fritada significa procesar la fritada para llevarla solo de forma parcial hacia el estado consolidado final.

35 La Figura 1A muestra un primer y segundo sustratos desnudos 102 y 104. De manera deseable, el primer y segundo sustratos 102 y 104 son planos. Pueden ser de varios materiales apropiados, tal como materiales de vidrio, vidrio-cerámico y cerámico. De manera general, se desean valores bajos de CTE y valores elevados de conductividad térmica, como obedece de forma razonable a una buena compatibilidad con el material de fritada y con los procesos de consolidación de la fritada. También resultan deseables la transparencia para llevar a cabo la inspección, la apreciación y la flexibilidad de control. En el corte transversal particular de la figura, existe un orificio pasante 108 que se extiende a través del sustrato 104.

40 La Figura 1B muestra un primer y segundo sustratos 102 y 104 después de se haya producido la conformación de las estructuras 202 y 204 de fritada ligada sobre ellos, tal como mediante un proceso de moldeo. Las estructuras de fritada ligada han sido conformadas sobre las superficies superiores 302 y 304 de los sustratos 102 y 104 con la orientación que se observa en la figura, pero la orientación puede variar durante la conformación o el procesado relacionado según se desee. Las superficies 302 y 304 pueden denominarse superficies de apoyo de los sustratos 102 y 104, ya que las superficies 302 y 304 están orientadas una mirando la otra en la conformación final del dispositivo resultante. La primera estructura de fritada 204 de la realización de la Figura 1 incluye una capa 308 de fritada colocada sobre la superficie interior del orificio pasante 108.

45 La Figura 1C muestra las estructuras de fritada 202 y 204 sobre los sustratos 102 y 104 después de desligar o desligar parcialmente o de la consolidación parcial de la fritada.

50 La Figura 1D muestra las estructuras de fritada 202 y 204 desligadas o desligadas parcialmente o consolidadas parcialmente apiladas en contacto una con la otra para llevar a cabo la consolidación final, tal como por medio de sinterización. El desligado o desligado parcial u otra consolidación parcial, en condiciones apropiadas, puede mejorar la resistencia y la cohesividad de las estructuras de fritada. De forma alternativa, no obstante, las estructuras de fritada conformadas de este modo (no desligadas o consolidadas no parcialmente) se pueden apilar juntas y desligar y/o consolidar en un proceso o en procesos sucesivos.

55 La Figura 1E muestra los sustratos 102 y 104 y las estructuras de fritada 202 y 204 después de la consolidación final tal como mediante sinterización. Las estructuras de fritada 202 y 204 se someten a consolidación con los sustratos 102 y 104 y entre ellas para dar lugar a conformación en uno o más rebajes 110 definidos por fritada consolidada existentes entre el primer y el segundo sustratos 102 y 104. El dispositivo microfluídico 10 resultante incluye una fritada

60

consolidada 202, 204 y un primer sustrato 102 y un segundo sustrato 104, todos ellos unidos de forma conjunta por medio de la frita consolidada 202, 204. Al menos un rebaje 110 existente entre el primer y segundo sustratos 102 y 104, definido por la frita consolidada 202, 204, se encuentra en comunicación fluida con el orificio pasante 108 que se extiende a través del segundo sustrato 104, y la parte de la frita consolidada 202, 204 resultante de la capa 308 se encuentra colocada de manera tal que las superficies interiores del primer rebaje 110 relevante y del orificio pasante 108 estén formadas por frita consolidada, y de manera tal que la frita consolidada que recubre interiormente el orificio pasante 108 está en contacto con la frita consolidada que recubre interiormente el rebaje 110.

La Figura 2 es una vista en corte transversal de otra realización de un dispositivo de la presente invención que puede producirse por medio de una realización del método de la presente invención. En particular, la Figura 2 ilustra que se puede emplear más de dos sustratos. En el dispositivo microfluídico 10 de la figura están presentes tres sustratos 102, 104 y 106, y la frita consolidada resultante define un rebaje 110 existente entre el primer y segundo sustratos 102, 104 y un segundo rebaje 111 existente entre el segundo y tercer sustratos 104, 106. El primer rebaje 110 y el segundo rebaje 111 están en comunicación fluida a través del orificio pasante 108, y la parte de la frita consolidada resultante de una capa correspondiente a la capa 308 se encuentra colocada de tal manera que las superficies interiores del primer rebaje 110, el segundo rebaje 111 y del orificio pasante 108 están todas formadas por frita consolidada continua. Las estructuras resultantes de los métodos de la presente invención pueden extenderse a varios sustratos en paralelo.

De acuerdo con los métodos de la presente invención, el hecho de proporcionar sustratos que incluyan orificios perforados mejora considerablemente el rendimiento de fabricación y el coste asociado a la producción de dispositivos microfluídicos del tipo de los de la invención. Proporcionando sustratos con orificios ya presentes, uno de los riesgos más importantes de rotura, el producido mediante perforación por retención, se traslada justo antes o al momento mismo de la primera etapa del proceso. Por tanto, la inversión en procesos de conformación de fritas sobre un sustrato dado no se encuentra sujeta a riesgo de pérdida por rotura del sustrato durante la perforación del orificio. Además, se elimina una fuente potencial de contaminación, no uniformidades e inclusiones, con respecto al proceso anterior, en el que no se producen virutas o fragmentos de perforación en presencia de estructuras de frita verde o desligada pero no consolidada.

Aun más, el proceso o el método de la invención también permite la producción de orificios perforados recubiertos interiormente con frita consolidada, tanto en el exterior como en la Figura 1E como en el interior del dispositivo como en la Figura 2. Esto permite la producción de un dispositivo microfluídico que comprende dos o más sustratos o pavimentos de materiales que se escogen entre vidrio, cerámico o vidrio-cerámico, o incluso otros materiales, permaneciendo los sustratos o pavimento por separado y uniéndose de forma conjunta por medio de una frita consolidada de vidrio o vidrio-cerámico existente entre los sustratos o pavimentos sucesivos, y formando la frita paredes que definen conductos en el interior de dicho dispositivo así como también formando un revestimiento tal que las superficies interiores del dispositivo se encuentran recubiertas completamente con la frita consolidada. Así, en cierto modo, se pueden elegir los materiales y las propiedades del sustrato y de la frita de forma independiente, para producir dispositivos con mayor rendimiento que los dispositivos con materiales similares. Por ejemplo, se puede escoger uno o más sustratos para obtener la mayor conductividad térmica, al tiempo que es posible optimizar la frita en cuanto a durabilidad química, en general, o en condiciones de reacción particulares.

La capa 308 que recubre interiormente uno o más orificios perforados 108 se puede producir de varias formas. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3A y 3B, el orificio pasante 108 puede estar relleno con una frita desligada para formar una estructura de frita 204. Se puede usar una película de adhesivo u otro material de refuerzo 120 para contener la frita sobre el lado inverso del sustrato 104 durante el llenado del orificio pasante 108. Tras el conformado, si la frita conformada de este modo presenta suficiente resistencia, se puede perforar el orificio relleno resultante, dando lugar a un sustrato 104 con una estructura de frita 204 sobre el mismo, en el que la estructura de frita incluye una capa 308 que recubre interiormente el orificio pasante 108 del sustrato 104, como se muestra en la Figura 3C. De manera alternativa, si la frita conformada de este modo no es lo suficientemente resistente, se puede desligar o desligar parcialmente la frita, o en caso contrario se puede consolidar parcialmente, dando lugar a una estructura de frita 204 parcial o completamente desligada o parcialmente consolidada como se muestra en la Figura 4A, que a continuación se puede perforar, dando lugar a la estructura de la Figura 4B. La re-apertura de los orificios rellenos de frita, ya estén rellenos con frita conformada de este modo o con frita desligada o parcialmente desligada o parcialmente consolidada, es relativamente sencillo y se puede llevar a cabo de forma típica con una broca de acero de alta velocidad, generalmente sin refrigeración líquida, en contraste con la perforación directa sobre sustratos de vidrio o cerámicos.

Pueden resultar deseables múltiples orificios perforados en un sustrato dado, y no se requiere que la estructura de frita con la que inicialmente se llenan los orificios perforados sea una estructura de frita simple o plana. Por ejemplo, pueden resultar deseables estructuras tales como las que se muestran en la Figura 5.

Las Figuras 6A-6E muestran otras formas de producir la capa 308 que recubre internamente uno o más orificios perforados 108. La Figura 6A muestra un sustrato 104 colocado en contacto con una placa de posicionamiento de clavija o capa 404. La placa de posicionamiento de clavija o capa 404 alberga una estructura que contiene un conducto en forma de clavija 408, y está colocada con respecto al sustrato 104 de tal forma que la clavija 408 se encuentra ubicada en el centro o cerca del centro del orificio 108 en el sustrato 104, como se muestra en la Figura 6A. De manera ventajosa, la clavija también puede sobresalir por encima de la superficie de apoyo 304 aproximadamente el espesor mínimo pretendido de la estructura de frita que debe llegar. Posteriormente, se forma la estructura de frita 204 sobre el sustrato 104 y en el interior de las partes abiertas restantes del orificio 108, tal como por medio de moldeo de una frita y una mezcla aglutinante sobre el sustrato 104, como se muestra en la Figura 6B. Posteriormente, la retirada de la placa de posicionamiento de clavija o capa 404 con su clavija 408 que la acompaña da lugar a la estructura que se muestra en la Figura 6C, que a continuación puede ser desligada o parcialmente desligada o parcialmente consolidada dando lugar al material 204 de frita estructurado de la Figura 6D.

Cuando se desea que la estructura de frita esté presente en ambos lados del sustrato 104, se puede re-insertar una placa adicional de posicionamiento de clavija o capa 405 con una clavija adicional 409, de forma que la placa de

5 posicionamiento de clavija esté sobre el lado de la estructura 204 de frita formada previamente. Esta etapa puede llevarse a cabo con la estructura de frita 204 previa, en estado desligado o parcialmente desligado o parcialmente consolidado como se muestra, o incluso en estado conformado de esta manera, dependiendo de la robustez mecánica que la estructura 204 exhiba en el estado conformado de esta manera. Si la estructura 204 presenta una forma más compleja que la forma plana simple que se muestra, la placa adicional de posicionamiento de clavija o capa 405 puede ser más pequeña en cuanto a alcance lateral que la que se muestra en la Figura 6E, o incluso no plana, con el fin de favorecer el ajuste o la conformación sobre la forma compleja posible de la estructura 204.

10 La realización de los métodos de la presente invención relativos a las Figuras 3A-3C o a las Figuras 4A-4B emplea un sustrato 104 con un orificio pasante 108 que primero se rellena y luego es perforado, dando lugar a una capa de estructura de frita o material sobre las paredes del orificio original. Esta alternativa particular también puede adaptarse a sustratos que tienen una estructura de frita sobre ambos lados. Esto se muestra de forma breve en las Figuras 7A-7C. Si se requiere por cuestión de resistencia, es posible desligar o desligar parcialmente o consolidar parcialmente la estructura de frita 204 conformada en primer lugar sobre el sustrato 104, como se muestra en la Figura 7A (representando el relleno más denso y oscuro de 204 de la figura un material desligado o parcialmente desligado o parcialmente consolidado). Posteriormente, se puede conformar una segunda frita estructurada 205 sobre la superficie principal abierta restante del sustrato 104 como se muestra en la Figura 7B. Posteriormente, el orificio relleno resultante se puede perforar al tiempo que la estructura 105 se mantiene en estado conformado de esta manera, como se muestra en la Figura 7C.

20 Las Figuras 8-10 ilustran la sensibilidad del proceso de la invención al espesor de la capa 308 de la frita colocada sobre la superficie interior del orificio pasante 108, en el que la estructura de la frita se encuentra colocada únicamente sobre un lado del sustrato 104. Si la capa 308 es suficientemente fina, como en el caso de la Figura 8, los cambios en la forma global de la capa resultante del proceso de consolidación (representado por las flechas descendentes en la figura) son mínimos, y se mantiene el recubrimiento de la frita consolidada sobre las superficies interiores del orificio pasante 108 del sustrato 104. Si la capa 308 es demasiado gruesa, el perfil consolidado resultante, como se muestra en la Figura 9, puede dar lugar a la exposición de la superficie interna 904 del interior del orificio pasante 108 del sustrato 104, o en otras palabras, se puede producir el repliegue del revestimiento de frita desde la superficie principal desnuda del sustrato 104. Cuando la capa 309 es demasiado gruesa, el perfil consolidado resultante, como se muestra en la Figura 10, expone la superficie interna 904 del interior del orificio pasante 108 del sustrato 104 por encima y por debajo de la capa 308. Así, resulta deseable utilizar un revestimiento fino apropiado de frita estructurada para la capa 308.

30 Las Figuras 11-13 ilustran la sensibilidad del proceso de la invención al espesor de la capa 308 de la frita colocada sobre la superficie interior del orificio pasante 108, en el que la estructura de frita se encuentra colocada en ambos lados del sustrato 104. Como se puede observar a partir de los perfiles de las Figuras 11 y 12, la superficie interna del orificio pasante 108 no se encuentra desprovista de recubrimiento durante el proceso de consolidación mediante el uso de una capa gruesa 308. Sin embargo, se prefieren capas finas para un mejor control de proceso y control dimensional global.

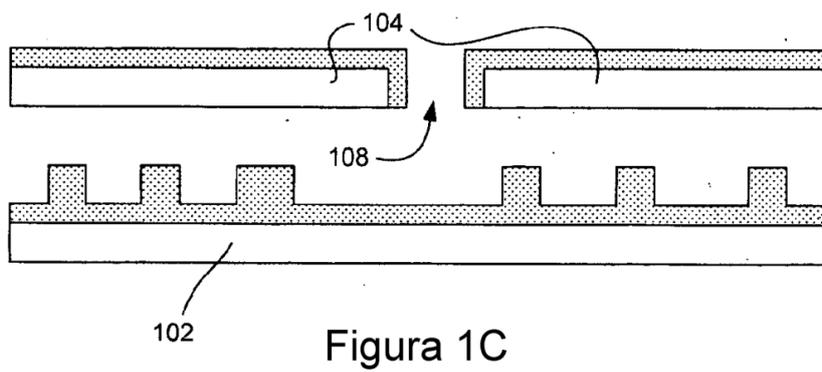
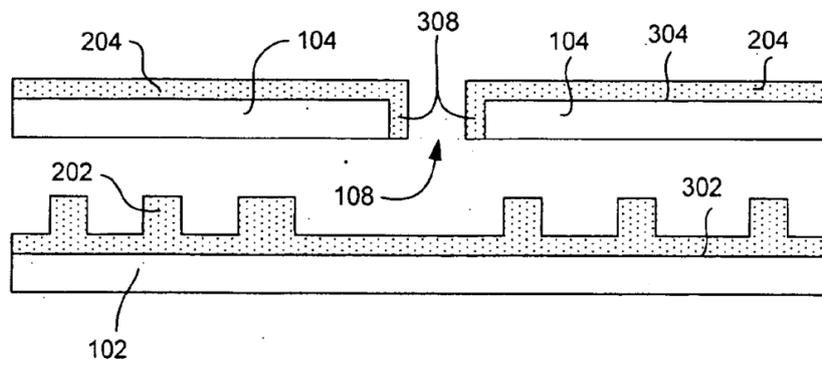
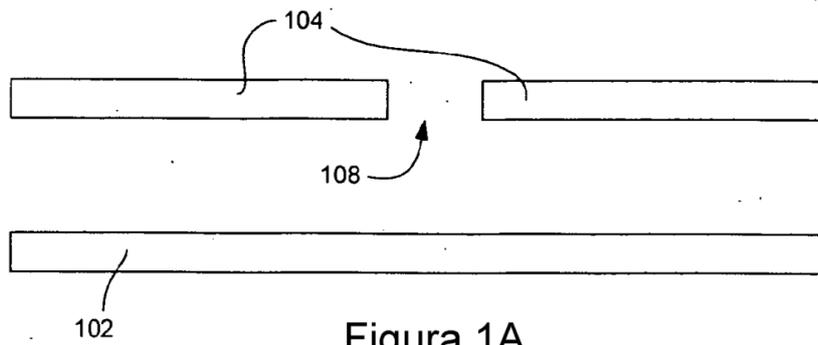
40 De manera deseable, la presente invención se puede utilizar con sustratos de vidrio, cerámicos y/o de vidrio-cerámicos. Los sustratos de metal también pueden resultar útiles. Mientras que el desajuste CTE entre la frita consolidada y el sustrato no debe ser muy grande para poder conservar la resistencia a los gradientes térmicos y al choque térmico, la presente invención encuentra utilidad particular en permitir una optimización del sustrato y de los materiales de frita por separado, ya que la presente invención permite la presencia de una superficie continua de frita consolidada sobre las superficies interiores de dispositivos microfluídicos. Por ejemplo, para muchas aplicaciones resulta deseable escoger el material de sustrato con el fin de mejorar la conductividad térmica por encima de la de la frita, y escoger y/o formular la frita con el fin de proporcionar los niveles deseados de resistencia química o carácter inerte.

50 Se pueden apreciar algunos efectos beneficiosos adicionales de la invención a partir de las Figuras 14 y 15. La Figura 14 es una fotografía digital en escala de grises de un orificio pasante de un sustrato de dispositivo microfluídico producido de acuerdo con una realización de un método de la presente invención antes de la consolidación final o global. La Figura 15 es una fotografía digital en escala de grises del orificio pasante de sustrato de dispositivo microfluídico de la Figura 14 después de la consolidación final o global. Los defectos superficiales y la rugosidad se pueden apreciar en la Figura 14 en forma de pequeños fragmentos de vidrio 602 y en forma de protuberancias de superficie 604 y de manera general de esquinas agudas 606. En la Figura 15, se observa que el fragmento de vidrio 602 está cubierto e igualado por la frita consolidada, y la rugosidad superficial y los bordes agudos también han desaparecido. Así, los puntos potenciales de concentración de esfuerzo mecánico (puntos que también resultan más susceptibles de experimentar ataque químico) quedan eliminados o reducidos.

60 En general, la invención proporciona un dispositivo microfluídico que comprende dos o más sustratos o pavimentos separados y unidos de forma conjunta por medio de una frita de vidrio o vidrio-cerámico entre los sustratos o pavimentos sucesivos, formando la frita paredes que definen conductos o cámaras en el interior de dicho dispositivo y formando un revestimiento tal que las superficies interiores del dispositivo se encuentran completamente recubiertas con la frita consolidada. Esto permite tanto (1) la fabricación flexible de varias geometrías de dispositivo ya que los conductos o cámaras (excepto los orificios perforados) vienen determinados por un proceso aditivo de conformación de frita, y no mediante un proceso más respetuoso con el medio ambiente y/o un proceso sustractivo más difícil, como (2) la flexibilidad en la optimización de los materiales, ya que es posible optimizar las propiedades del material de frita en cuanto a contacto con los fluidos al tiempo que se optimizan las propiedades del sustrato en cuanto a resistencia, conductividad térmica o aislamiento térmico y similares. Además, la utilización del método para preparar dichos dispositivos desvelado en el presente documento reduce el coste de producción y aumenta el rendimiento comenzando el proceso de producción con sustratos que presentan orificios perforados, trasladando cualquier pérdida de producción durante la perforación o de otro modo durante la conformación de los orificios hacia delante en el ciclo de producción.

REIVINDICACIONES

1. Un método para preparar un dispositivo microfluídico (10), que comprende:
 - proporcionar un primer sustrato (102);
 - proporcionar un segundo sustrato (104) que tiene al menos un orificio pasante (108) en su interior;
 - formar una primera estructura de frita (202) sobre la superficie de apoyo (302) de dicho primer sustrato (102);
 - 5 (104); formar una segunda estructura de frita (204) sobre la superficie de apoyo (304) de dicho segundo sustrato (104);
 - y
 - consolidar dicho primer sustrato (102) y dicho segundo sustrato (104) y dichas primera y segunda estructuras de frita (202, 204) de forma conjunta, con las superficies de apoyo (302, 304) enfrentadas entre sí, de manera que
 - 10 formen un rebaje (110) rodeado de frita consolidada entre dichos primer y segundo sustratos (102, 104), estando **caracterizado el método por que:**
 - la formación de una segunda estructura de frita (204) incluye formar una capa de frita (308) en el interior del orificio pasante (108) de dicho segundo sustrato, cubriendo dicha capa de frita (308) en el interior de dicho orificio pasante (108) la superficie interior de dicho orificio pasante (108) hasta un espesor suficientemente fino como para
 - 15 producir, una vez consolidado dicho primer sustrato (102) y dicho segundo sustrato (104) y dichas primera y segundas estructuras de frita (202, 204) de forma conjunta, un orificio pasante (108) que tiene una superficie interior de frita consolidada (308) que está en contacto con la frita consolidada (202, 204) que rodea a dicho rebaje (110).
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la formación de la capa de frita (308) en el interior del orificio pasante (108) de dicho segundo sustrato comprende rellenar dicho orificio pasante (108) con una frita ligada y perforar a través del orificio relleno resultante.
- 20 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la formación de la capa de frita (308) en el interior del orificio pasante (108) de dicho segundo sustrato comprende rellenar dicho orificio pasante (108) con una frita ligada, des-ligar dicha frita y posteriormente perforar a través del orificio relleno resultante.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la formación de la capa de frita (308) en el interior del orificio pasante (108) de dicho segundo sustrato comprende colocar una estructura de mantenimiento de conductos (408; 409) en el interior del orificio pasante (108), y rellenar el volumen resultante del orificio no ocupado mediante la estructura de mantenimiento de conductos (408; 409) con una frita ligada, y retirar la estructura de mantenimiento de conductos (408; 409).
- 25 5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que proporcionar un primer sustrato (102) comprende proporcionar un sustrato de vidrio, cerámico o de vidrio-cerámico.
6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicho material a partir del cual está formado el primer sustrato (102) o dicho segundo sustrato (204) se escoge entre un material que tiene un coeficiente de conductividad térmica más elevado que el de dicha frita (202, 204).
- 30 7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dicha frita consolidada (202, 204) se escoge de forma que tenga un grado de resistencia al ataque químico mayor que el del material a partir del cual se forma dicho primer sustrato (102) o dicho segundo sustrato (104).
8. Un dispositivo microfluídico (10) que comprende; una frita consolidada (202 + 204); un primer sustrato (102); y un segundo sustrato (104); la frita consolidada (202 + 204), el primer sustrato (102) y el segundo sustrato (104) se unen de forma conjunta por medio de la frita consolidada (202 + 204), rodeando la frita consolidada (202 + 204) al menos un primer rebaje (110) existente entre el primer y el segundo sustratos (102, 104), estando dicho primer rebaje (110) en comunicación fluida con un orificio pasante (108) que se extiende a través de dicho segundo sustrato (104),
- 40 estando **caracterizado** el dispositivo microfluídico (10) **por que** dicho orificio pasante (108) está recubierto internamente con frita consolidada (308) que está en contacto con la frita consolidada (202 + 204) que rodea al rebaje (110).
9. El dispositivo microfluídico (10) de la reivindicación 8, en el que además comprende un tercer sustrato (106) unido por medio de frita consolidada (202 + 204) al primer y segundo sustratos (102, 104), rodeando la frita consolidada (202 + 204) al menos a un segundo rebaje (111) existente entre el segundo y tercer sustratos (104, 106), estando el primer rebaje (110) en comunicación con el segundo rebaje (111) por medio de un orificio pasante (108), estando el orificio pasante (108) recubierto internamente con frita consolidada (308) que está en contacto con la frita consolidada (202 + 204) que rodea a dichos primer y segundo rebajes (110, 111).
- 50 10. El dispositivo microfluídico (10) de cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9 en el que el material a partir del cual está formando uno o más de los sustratos (102, 104, 106) presenta una conductividad térmica mayor que la de la frita consolidada (202 + 204).



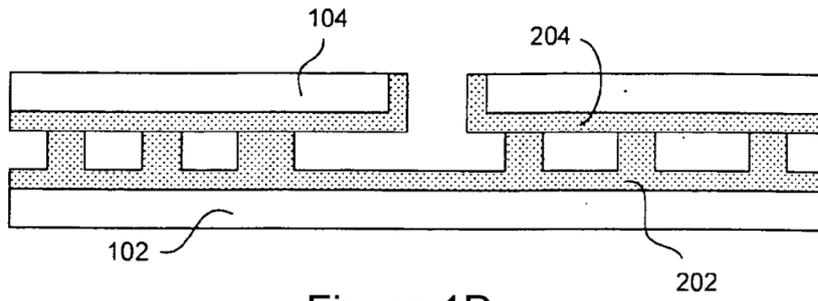


Figura 1D

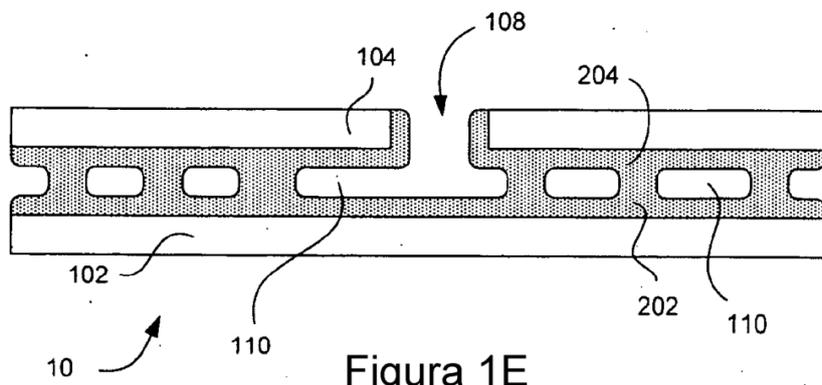


Figura 1E

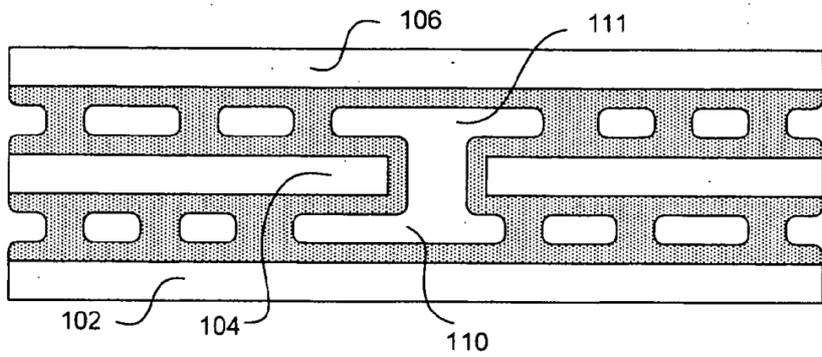


Figura 2

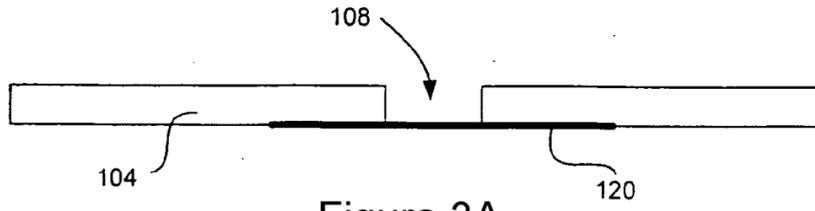


Figura 3A

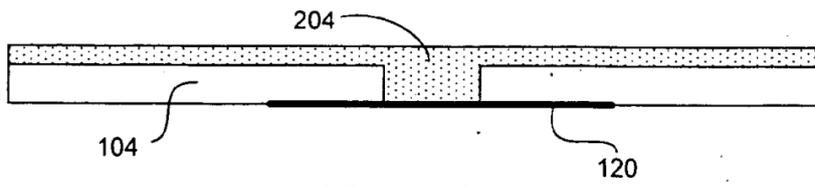


Figura 3B

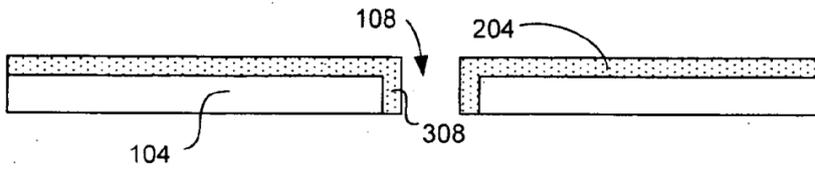


Figura 3C

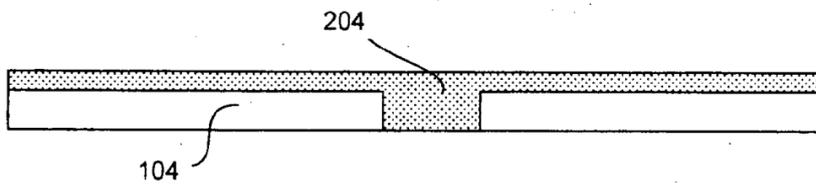


Figura 4A

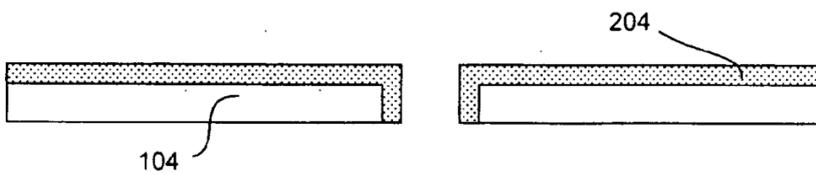


Figura 4B

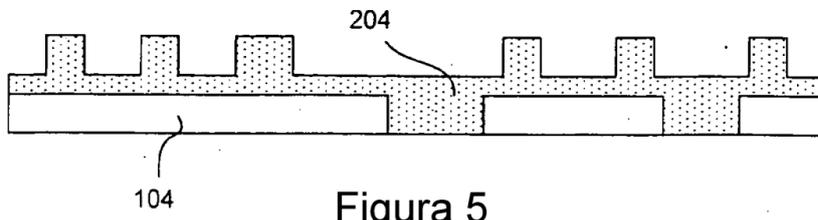


Figura 5

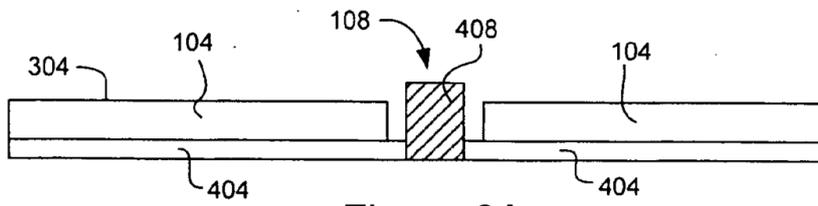


Figura 6A

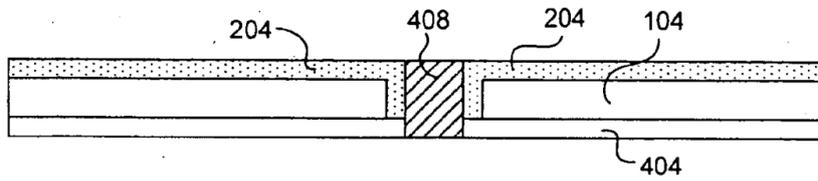


Figura 6B

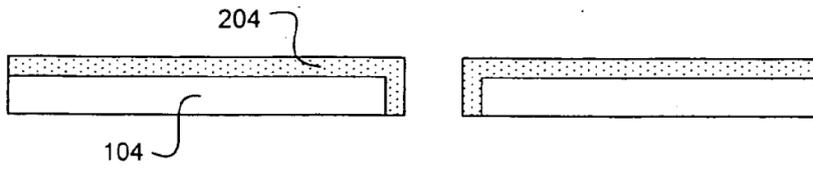


Figura 6C

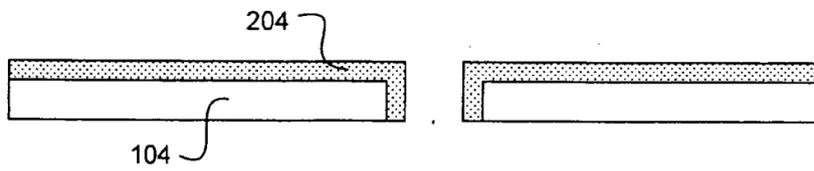


Figura 6D

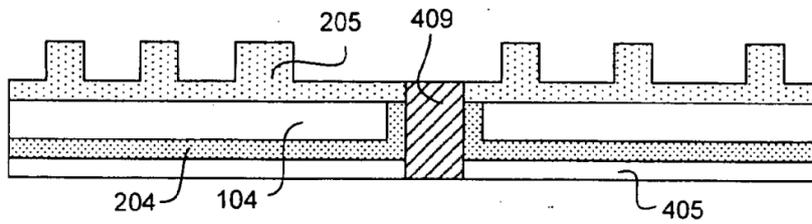


Figura 6E

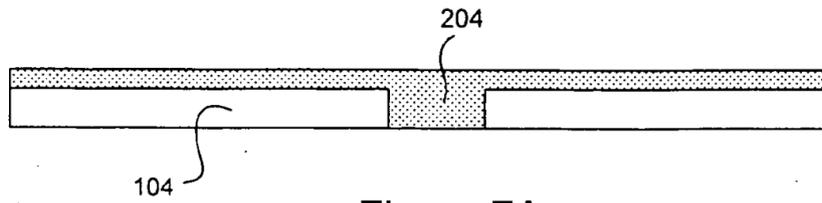


Figura 7A

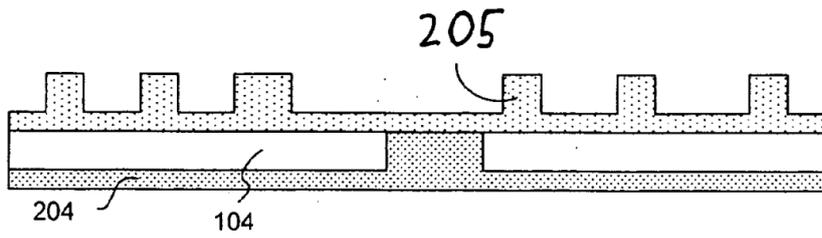


Figura 7B

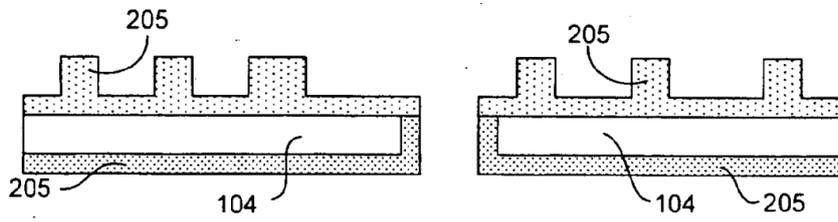


Figura 7C

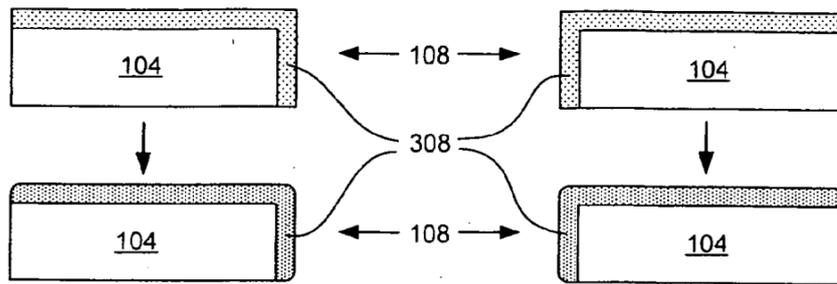


Figura 8

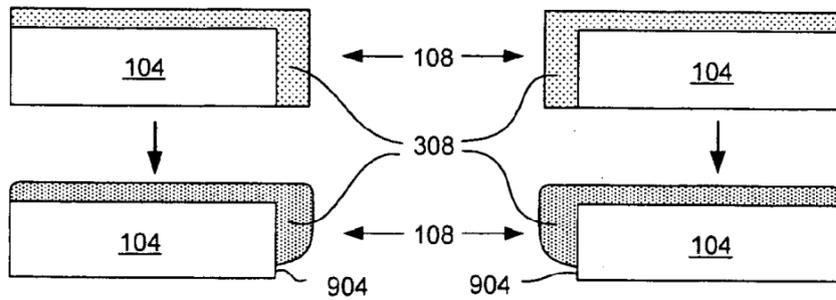


Figura 9

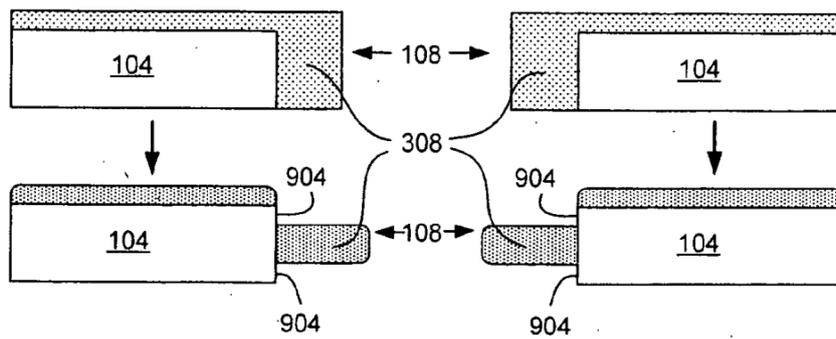


Figura 10

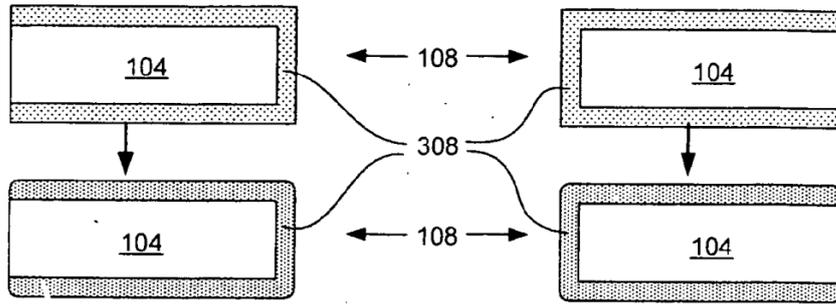


Figura 11

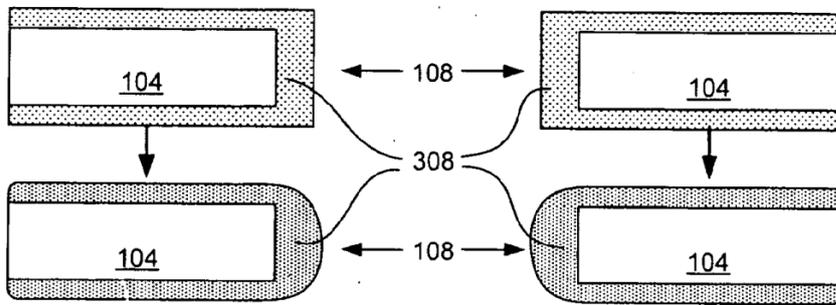


Figura 12

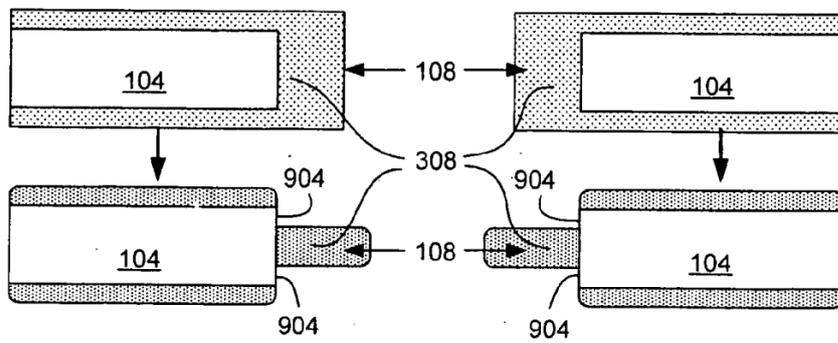


Figura 13

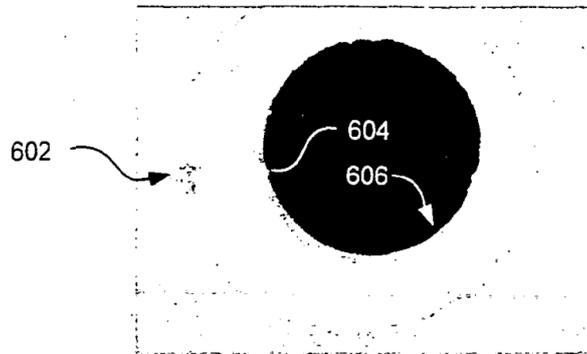


Figura 14

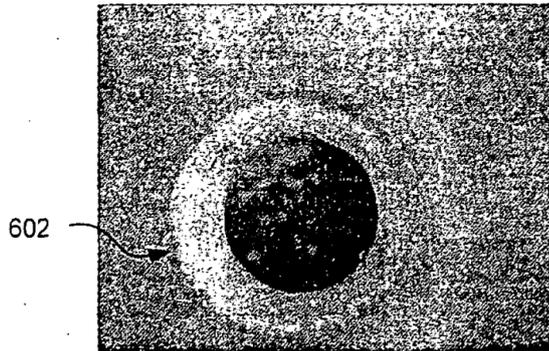


Figura 15