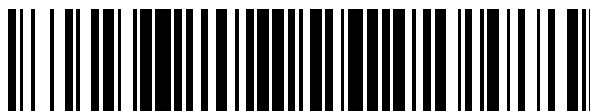


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 165**

51 Int. Cl.:

G01F 1/684 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2005** **E 07075520 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017** **EP 1837308**

54 Título: **Sensor de flujo térmico con un diseño asimétrico**

30 Prioridad:

30.06.2004 US 881538

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

28.12.2017

73 Titular/es:

CODMAN & SHURTLEFF, INC. (100.0%)
325 Paramount Drive Raynham
Massachusetts 02767, US

72 Inventor/es:

NEUENSCHWANDER, BEAT;
SCHWARZENBACK, HANSUELI;
BURGER, JUERGEN;
ZUMKEHR, FRANK y
CRIVELLI, ROCCO

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 648 165 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**Sensor de flujo térmico con un diseño asimétrico****Antecedentes de la invención****5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sensor de flujo térmico. Más particularmente, la presente invención se refiere a un sensor de flujo térmico que puede usarse para controlar el flujo de fluido cerebroespinal (FCE) dentro de una derivación.

10

Exposición de técnica relacionada

La hidrocefalia es una condición causada por una acumulación anormal de FCE en cavidades dentro del cerebro. Si no se trata adecuadamente, la hidrocefalia puede provocar discapacidades severas en niños y adultos, e incluso puede causar la muerte. Si se acumula fluido cerebroespinal, los ventrículos se agrandan y la presión dentro del cerebro aumenta. La hidrocefalia es una condición degenerativa severa que ocurre en niños desde el nacimiento. La hidrocefalia está provocada presumiblemente por una interacción compleja entre factores genéticos y ambientales. Una persona puede adquirir hidrocefalia más tarde en su vida, lo que puede ser debido a, por ejemplo, espina bífida, hemorragia cerebral, meningitis, traumatismo craneal, tumores o quistes.

15

20

La hidrocefalia ocurre en recién nacidos con una frecuencia de aproximadamente 1 de 5.000-10.000. Actualmente no existe prevención o cura conocida para hidrocefalia. El tratamiento más efectivo hasta ahora es la implantación de una derivación detrás de la oreja. Una derivación es un tubo flexible que se inserta en el sistema ventricular del cerebro para desviar el fluido cerebral a otras regiones del cuerpo. Sin embargo, las derivaciones con frecuencia presentan fallos, lo que lleva a infecciones que pueden causar severas complicaciones al paciente (por ejemplo, desarrollo tardío, discapacidades en el aprendizaje).

25

De acuerdo con algunas estimaciones, hasta el 50% de los pacientes que reciben una derivación tendrán fallos en la derivación durante algún tiempo durante su vida. La mayoría de los fallos de las derivaciones se deben a un catéter bloqueado y a una válvula de derivación incorrectamente ajustada.

30

Los presentes inventores creen que el caso de complicaciones debido a un fallo en la derivación puede detectarse de manera más sencilla usando un sensor de flujo implantable miniaturizado, de acuerdo con la presente invención, que se ha desarrollado para controlar el flujo de FCE. El sensor emplea sensores de temperatura y un calentador que no contacta con el FCE, sino que mide el flujo de FCE y por lo tanto puede implantarse para durar un periodo extenso de tiempo (por ejemplo, más de 10 años). En particular, cuando se implanta una válvula de derivación en niños, un fallo del implante puede detectarse de manera efectiva mediante el uso de un sensor implantado adicional.

35

EP 1 365 216 A1 desvela un sensor de flujo que incluye un sustrato, una película eléctrica aislante y un mecanismo de detección de velocidad de flujo. En el sustrato, una parte de diafragma que tiene una primera superficie en contacto con un fluido diana de medición y una parte fijadora gruesa que rodea la parte del diafragma están íntegramente formadas. La película eléctrica aislante está formada en una segunda superficie de la parte del diafragma que está sobre un lado opuesto a la primera superficie. El mecanismo de detección de velocidad de flujo está dispuesto en la película eléctrica aislante.

40

45

EP 1 333 255 A1 desvela un sensor de flujo que comprende un sustrato con un lado de superficie delantera orientada a un canal para un fluido diana de medición, un miembro que forma un canal, y una placa dispuesta en dirección opuesta en el sustrato. El sustrato está formado por una placa de acero inoxidable con un grosor de aproximadamente 50 a 150 μm . Una película eléctrica aislante está formada sobre la superficie del sustrato opuesta al lado del canal. Un sensor de detección de temperatura para medir la velocidad de flujo del fluido, un sensor de temperatura ambiente, una almohadilla con electrodos y una película metálica fina para cableado están formados en la película aislante.

50

El sensor de flujo térmico de acuerdo con la presente invención representa un avance significativo en el tratamiento de hidrocefalia en pacientes y también representa un paso adicional hacia el desarrollo de un sistema de control de ciclo cerrado, que puede optimizar de manera continua la velocidad de flujo en la válvula de derivación del paciente.

55

Además, el sensor de flujo térmico de la presente invención proporciona a los médicos una información nueva y previamente inaccesible sobre la formación y drenaje de fluido cerebroespinal (FCE).

60

Resumen de la invención

La presente invención proporciona sensores de flujo térmico como los enumerados en las reivindicaciones.

65

Breve descripción de los dibujos

Los objetos, características y ventajas anteriores y adicionales de la presente invención resultarán aparentes tras la consideración de la siguiente descripción detallada de una realización específica de la misma, especialmente cuando se toma junto con los dibujos acompañantes donde los números de referencia similares en las varias figuras se utilizan para designar componentes similares, y donde:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un sensor de flujo térmico no de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es una vista esquemática en sección transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la Fig. 1 y que mira en una dirección de las flechas;

La Figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 3-3 de la Fig. 2 y que mira en la dirección de las flechas;

La Figura 4A es una vista en sección transversal similar a la Fig. 2 que muestra el sensor de flujo térmico que tiene solamente dos sustratos con la ranura formada en el segundo sustrato;

La Figura 4B es una vista en sección transversal similar a la Fig. 2 que muestra el sensor de flujo térmico que tiene solamente dos sustratos con la ranura formada en el primer sustrato;

La Figura 4C es una vista en sección transversal similar a la Fig. 2 que muestra el sensor de flujo térmico que tiene solamente dos sustratos con la ranura formada en el primer y segundo sustrato;

La Figura 5 es una vista en sección transversal similar a la Fig. 2 que muestra el sensor de flujo térmico que tiene solamente un sustrato con la ranura formada en el mismo;

La Figura 6 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 6-6 de la Fig. 5 y que mira en la dirección de las flechas;

La Figura 7 es una vista ampliada parcial en perspectiva del primer sustrato y el calentador y dos sensores de temperatura montados en la superficie superior del primer sustrato;

La Figura 8A es una vista parcial en sección transversal del sensor de flujo térmico que muestra los huecos en el primer lado del primer sustrato;

La Figura 8B es una vista parcial en sección transversal del sensor de flujo térmico que muestra el hueco en el segundo lado del primer sustrato;

La Figura 8C es una vista parcial en sección transversal del sensor de flujo que muestra uno de los huecos en el primer lado del primer sustrato y el otro hueco en el segundo lado del primer sustrato;

La Figura 8D es una vista parcial en sección transversal del sensor de flujo que muestra los huecos en el primer lado del primer sustrato y en el segundo lado del primer sustrato;

La Figura 9A es una vista en sección transversal de un sensor de flujo térmico de acuerdo con la invención que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura más arriba del calentador;

La Figura 9B es una vista en sección transversal de un sensor de flujo térmico de acuerdo con la invención que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura más abajo del calentador;

La Figura 10A es una vista en sección transversal de un sensor de flujo térmico de acuerdo con la invención que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura más arriba del calentador y dentro del conducto;

La Figura 10B es una vista en sección transversal de un sensor de flujo térmico de acuerdo con la invención que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura más abajo del calentador y dentro del conducto;

La Figura 11 es una vista en perspectiva que muestra un sensor de flujo térmico que se está incorporando a una derivación; y

La Figura 12 es una vista en planta esquemática del primer o segundo lado de un primer sustrato que muestra el calentador y sensores de temperatura, no de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la realización ejemplar actualmente preferente

Ahora en referencia a las Figuras 1 a 6, se ilustra un sensor de flujo térmico 10 que no está de acuerdo con la presente invención. El sensor de flujo térmico en una realización ejemplar actualmente preferente incluye un primer sustrato 12, un segundo sustrato 14 y un tercer sustrato 16. El primer sustrato 12 tiene un primer lado 18 y un segundo lado opuesto 20. El segundo sustrato 14 tiene un primer lado 22 y un segundo lado opuesto 24. El tercer sustrato 16 tiene un primer lado 26 y un segundo lado opuesto 28. El primer sustrato 12 está conectado al segundo sustrato 14 de tal manera que el segundo lado 20 del primer sustrato 12 colinde con el primer lado 22 del segundo sustrato 14. El tercer sustrato 16 está conectado al segundo sustrato 14 de tal manera que el segundo lado 24 del segundo sustrato 14 colinde con el primer lado 26 del tercer sustrato. El primer sustrato está preferentemente unido al segundo sustrato, y el segundo sustrato está preferentemente unido al tercer sustrato. El primer y tercer sustrato están preferentemente hechos de vidrio de borosilicato, por ejemplo PYREX® o BOROFLOAT®. El segundo sustrato está hecho preferentemente de silicio.

El segundo sustrato 14 tiene una ranura 30 formada en el mismo para formar un conducto 32 unido por el segundo sustrato 14 y el segundo lado 20 del primer sustrato y el primer lado 26 del tercer sustrato, como se ilustra en la Fig. 2. La ranura está formada preferentemente mediante grabado en el segundo sustrato de silicio 14. En una realización ejemplar, la ranura puede tener una dimensión en sección transversal de 380 µm x 3000 µm. Un calentador 34 está dispuesto en el primer lado 18 del primer sustrato 12 opuesto al conducto 32. Un primer sensor de temperatura 36 está dispuesto en el primer lado 18 de dicho primer sustrato 12 opuesto al conducto 32. Un segundo sensor de temperatura 38 está también dispuesto en el primer lado 18 del primer sustrato 12 opuesto al conducto 32. Este sensor puede detectar una diferencia de temperatura de aproximadamente 0,005°C a una velocidad de flujo de 300 ml/hr.

Los sensores de temperatura y el calentador están preferentemente creados mediante deposición de metal (por ejemplo, evaporación o pulverización catódica), directamente en el primer lado o segundo lado del primer sustrato, que está preferentemente hecho de vidrio de borosilicato. Estos procesos de deposición de metal permiten depositar películas finas de metal en la superficie de vidrio dentro de una cámara de vacío. Una persona experta en la técnica entenderá fácilmente cómo estampar las películas finas mediante procesos litográficos. En una realización ejemplar, la película fina metálica está hecha de varias capas (por ejemplo, Cromo (Cr), Platino (Pt), Titanio (Ti) y Oro (Au)). Preferentemente se usa cromo o titanio como una capa de adhesión ya que se pega bien al vidrio de borosilicato. Después, una capa de Pt se deposita en Cr o Ti para que pueda usarse como calentador y estructuras de temperatura. Al mismo tiempo que se crean el calentador y los sensores de temperatura, se pueden crear las pistas eléctricas para el resto de componentes electrónicos en el mismo sustrato. Preferentemente se deposita una capa de oro en la parte superior del platino solamente en la región donde no hay estructuras de calentador o sensores de temperatura y sirve como pista eléctrica para el resto del circuito electrónico. Sin embargo, en la región donde no hay calentador o sensor de temperatura, la capa de oro podría depositarse directamente sobre la capa de adhesión de Cr o Ti. El calentador funciona mediante calefacción resistiva al tener su cambio de resistencia debido a su temperatura ambiente, como también se muestra en la Fig. 12. En los sensores de la presente invención, la temperatura ambiente en cada sensor de temperatura depende, entre otras cosas, de la cantidad de calor creado por el calentador, el grosor del primer sustrato y la velocidad de flujo del fluido que fluye a través del conducto.

Se monta una tapa 40 sobre el primer lado 18 del primer sustrato 12, formando de este modo una cámara interior 42. La tapa 40 está hecha preferentemente de Pyrex® y está soldada al primer sustrato, formando de este modo una cámara interior herméticamente sellada 42. Cuando el sensor se usa como un dispositivo médico implantable, se aplica una capa final de parylene sobre la superficie exterior del sensor para prevenir el rechazo del implante por el cuerpo. El calentador 34, el primer sensor de temperatura 36 y el segundo sensor de temperatura 38 están dispuestos dentro de la cámara interior 42. Otros componentes electrónicos 44 también están dispuestos dentro de la cámara 42 y están eléctricamente conectados al calentador 34, al primer sensor de temperatura 36 y al segundo sensor de temperatura 38. Un experto en la técnica sabrá fácilmente cómo montar los componentes electrónicos para que los datos del calentador y/o sensores pueden comunicarse mediante telemetría a y de una unidad externa de control. Al colocar los sensores de temperatura y el calentador en el lado opuesto del primer sustrato del conducto, los sensores y el calentador no están en contacto directo con el fluido (por ejemplo, FCE) dentro del conducto. Esta estructura es referida como un sustrato invertido. Así, el sensor de acuerdo con la presente invención tiene un diseño biocompatible, que es favorable para implantes de larga duración tales como una derivación para hidrocefalia, una bomba de infusión (por ejemplo, > 10 años). El embalaje biocompatible del sensor y los componentes electrónicos tiene al menos las siguientes ventajas:

- El fluido corporal se pone en contacto solamente con vidrio biocompatible.
- El sensor Pt/Pt, el calentador y los componentes electrónicos del sensor están situados en el mismo sustrato, lo que reduce su coste de fabricación.
- Los componentes electrónicos del sensor pueden miniaturizarse drásticamente empleando un CIAE (circuito integrado de aplicación específica), que puede fabricarse mediante tecnología flip-chip.

De acuerdo con una realización alternativa, el sensor de flujo térmico puede comprender dos sustratos 12' y 14', con una ranura 30', formada dentro de cualquier sustrato o de ambos para formar un conducto 32' unido por ambos sustratos, como se ilustra en la Figura 4a, b y c. En otra realización alternativa, el sensor de flujo térmico puede comprender solamente un sustrato 12'', como se muestra en las Figs. 5 y 6. El sustrato 12'' tiene un lado

superior 18" y un segundo lado inferior opuesto 20", y al menos un borde lateral 46" que se extiende entre el primer lado superior 18" y el segundo lado inferior 20". Un conducto 32" está formado dentro del sustrato 12". El conducto 12" tiene una abertura de entrada 48" y una abertura de salida 50". Cada una de las aberturas 48", 50" está formada en al menos un borde 46", como se muestra en la Figura 3.

5 Para determinar la velocidad de flujo de un fluido que fluye dentro del conducto, 32, 32', 32", se permite que el fluido fluya a través del conducto entrando a la abertura de entrada del conducto y saliendo desde la abertura de salida. El fluido se calienta con el calentador 34 opuesto a y remoto del conducto. En otras palabras, el calentador y los sensores de temperatura no están en contacto con el fluido que fluye dentro de conducto. La temperatura del fluido se detecta con el primer sensor de temperatura dispuesto en el primer lado del cuerpo opuesto a y remoto del conducto. La temperatura del fluido también puede detectarse con el segundo sensor de temperatura dispuesto en el primer lado del cuerpo opuesto y remoto del conducto. En una realización ejemplar actualmente preferente, los dos sensores de temperatura están separados por aproximadamente 2000 μm . La separación entre los sensores de temperatura en parte depende de la velocidad de flujo que se vaya a medir. En base a las temperaturas detectadas, un experto en la técnica puede determinar fácilmente la velocidad de flujo del fluido. El fluido es preferentemente FCE, y el sensor de flujo térmico 10 está preferentemente dispuesto dentro de la derivación 100, como se muestra en la Fig. 11.

20 En el diseño del sensor de acuerdo con la presente invención, el sensor se optimizó a través de simulaciones FEM estática y dinámicas para rangos de flujo que llegaron hasta 300 ml/hr, con sensibilidad optimizada en un rango de flujo de 25 ml/hr y para respuestas rápidas de etapa de 2 segundos. El rango normal de flujo de FCE es aproximadamente 25 ml/hr. En un rango de flujo de 25 ml/hr, la sensibilidad de la señal del sensor es aproximadamente 140 mV/ml/hr; y para rangos altos de flujo de >270 ml/hr, la sensibilidad de la señal del sensor es aun aproximadamente 5 mV/ml/hr. El tiempo de respuesta del sensor de a aproximadamente 2 segundos se reduce considerablemente en comparación con aproximadamente 10 segundos para sensores convencionales en un sustrato de vidrio. Además, estos sensores convencionales pueden solamente detectar velocidades de flujo de hasta 2-3 ml/hr. La respuesta rápida de etapa hace posible medir flujo de FCE incluso cuando la posición de la cabeza del paciente cambia rápidamente (por ejemplo, cuando se levanta de una silla, de la cama, etc.).

30 Ahora en referencia a la Fig. 3, el primer, segundo y tercer sustrato juntos forman una estructura con cuerpo multi-capas que tiene al menos un borde 46 que se extiende entre el primer lado 18 del primer sustrato y dicho segundo lado 28 del tercer sustrato. El conducto 32 tiene una abertura de entrada 48 y una abertura de salida 50, cada una de ellas formada en al menos un borde 46. En una realización ejemplar actualmente preferente, la abertura de entrada 48 y la abertura de salida 50 están dispuestas únicamente en el segundo sustrato 14. Puede usarse una sierra de diamante para cortar a través de las tres capas para exponer las aberturas en el segundo sustrato. Esta realización es referida como embalaje simplificado porque las aberturas de entrada y salida están en los bordes laterales de la estructura del cuerpo en oposición a la superficie superior y/o inferior.

40 Ahora en referencia a la Fig. 7, un primer hueco 52 está formado en el primer lado 18 del primer sustrato 12 entre el calentador 34 y el primer sensor de temperatura 36. Como se muestra, el primer hueco 52 está dispuesto inmediatamente adyacente al calentador 34. Un segundo hueco 54 está formado en el primer lado 18 del primer sustrato 12 entre el calentador 34 y el segundo sensor de temperatura (véase Fig. 8A). Como se muestra, el segundo hueco 54 está dispuesto inmediatamente adyacente al calentador 34 en el lado opuesto del calentador desde el primer hueco. Alternativamente, como se muestra en las Figs. 8B y 8C, los huecos 52, 54 pueden estar formados en el segundo lado del primer sustrato 12 o uno en un lado del primer sustrato y el otro en el segundo lado del primer sustrato, respectivamente. Los huecos 52, 54 se extienden preferentemente en el primer sustrato aproximadamente la mitad de la anchura del primer sustrato. Los huecos 52, 54 pueden estar dispuestos en el primer lado del primer sustrato y en el segundo lado del primer sustrato.

50 Los huecos 52, 54 se usan para ayudar a guiar al calor generado por el calentador 34 a través del primer sustrato, como lo indican las flechas A, y al conducto 32. La energía del calentador absorbida por el fluido se transfiere después de vuelta a través del primer sustrato, como lo indican las flechas B, al primer y segundo sensor de temperatura. Debido a que el aire no es un buen conductor de calor, la mayor parte, si no es efectivamente todo, del calor generado por el calentador se desplaza a lo largo de la trayectoria indicada por las flechas A y B. Por supuesto, algo de calor se desplazará a través del primer sustrato, pero un experto en la técnica será capaz de calibrar fácilmente el sensor de flujo térmico de acuerdo con la presente invención para tomar este factor en cuenta. Dependiendo del grosor del primer sustrato, de cuánto calor genera el calentador, de la dimensión de los huecos y otros factores conocidos por aquellos expertos en la técnica, se puede determinar fácilmente la velocidad de flujo del fluido que fluye a través del conducto. Esta información puede después transmitirse mediante telemetría a una unidad externa de control (no mostrada).

60 Como en las realizaciones previas alternativas mostradas en las Figs. 4A-5, el sensor de flujo térmico que tiene huecos 52, 54 pueden también comprender dos sustratos 12' y 14', como se ilustra en la Figura 4^a, b y c, o con solamente un sustrato 12", como se muestra en la Fig. 5.

65

Ahora en referencia a la Fig. 9A, se ilustra un sensor de flujo térmico de acuerdo con una realización de la presente invención. En esta realización, el primer sensor de temperatura 36 está dispuesto en el primer lado del primer sustrato opuesto al conducto y a una primera distancia predeterminada del calentador 34 en una dirección opuesta a la dirección de flujo de fluido dentro del conducto. El segundo sensor de temperatura 38 está dispuesto en el primer lado del primer sustrato opuesto al conducto y a una segunda distancia predeterminada desde el calentador 34 en una dirección opuesta a la dirección de flujo del fluido. Como se ilustra en la Fig. 9^a, la segunda distancia predeterminada es mayor que la primera distancia predeterminada. Esta realización es referida como un diseño de sensor asimétrico porque ambos sensores de temperatura están dispuestos en un lado del calentador, en oposición a tener el calentador dispuesto entre los dos sensores de temperatura con respecto a la dirección de flujo.

Ahora en referencia a la Fig. 9B, se ilustra una variación de la realización de la Fig. 9, que no está de acuerdo con la invención. En esta variación, el primer y segundo sensor de temperatura están dispuestos a una respectiva primera y segunda distancia predeterminada desde el calentador en la dirección de flujo de fluido, en oposición a la dirección de flujo de fluido.

Ahora en referencia a las Figs. 10A y 10B, se ilustra una variación de las realizaciones de la Fig. 9. De acuerdo con esta variación, el calentador y los sensores de temperatura están dispuestos dentro del conducto y, por lo tanto, en contacto con el fluido que fluye dentro del conducto. De acuerdo con esta variación, el primer y segundo sensor de temperatura están dispuestos a una respectiva primera y segunda distancia desde el calentador justo como en la realización de la Fig. 9A opuestos a la dirección de flujo de fluido como se muestra en la Fig. 10A o como en la realización de la Fig. 9B en la dirección de flujo de fluido, como se muestra en la Fig. 10B.

Como en las realizaciones alternativas previas mostradas en las Figs. 4A-5, el sensor de flujo térmico, que tiene el primer y segundo sensor de temperatura dispuestos en el mismo lado del calentador, bien opuestos a la dirección del flujo o en la dirección del flujo, puede también comprender dos sustratos 12' y 14', como se ilustra en la Figura 4a, b y c, o con solamente un sustrato 12'', como se muestra en la Fig. 5.

Los presentes inventores han descubierto que el diseño de sensor asimétrico no puede detectar flujo por debajo de una cierta velocidad de flujo que se referirá como velocidad límite de flujo. La velocidad límite de flujo es típicamente aproximadamente 1 a 2 ml/hr. Para detectar el flujo de 0 ml/hor hasta la velocidad límite, se puede usar un segundo calentador 56, como se ilustra en la Fig. 9A. El calentador 56 está dispuesto entre el segundo sensor 38 y el primer sensor 36 con respecto a la dirección de flujo.

Habiendo descrito la realización ejemplar actualmente preferente de un sensor de flujo térmico de acuerdo con la presente invención, se cree que otras modificaciones, variaciones y cambios se les sugerirán a aquellos expertos en la técnica a la vista de los contenidos aquí expuestos. Las sustituciones de elementos de una realización descrita a otra también se pretenden y contemplan por completo. También se entiende que los dibujos no están dibujados necesariamente a escala, sino que son meramente conceptuales por naturaleza. Por lo tanto, se entiende que todas estas modificaciones, variaciones y cambios corresponden al alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de flujo térmico que comprende:

5 un primer sustrato (12) que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto;
 un segundo sustrato (14) que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto, estando conectado dicho
 primer sustrato (12) a dicho segundo sustrato (14) de tal manera que dicho segundo lado de dicho primer
 sustrato (12) colinda con dicho primer lado de dicho segundo sustrato (14).
 10 un tercer sustrato (16) que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto, estando conectado dicho tercer
 sustrato (16) a dicho segundo sustrato (14) de tal manera que dicho segundo lado de dicho segundo
 sustrato (14) colinda con dicho primer lado de dicho tercer sustrato (16);
 donde dicho segundo sustrato (14) que tiene una ranura (30) formada en el mismo para formar un conducto
 (32) está unido por dicho segundo sustrato (14) y dicho segundo lado de dicho primer sustrato (12) y dicho
 15 primer lado de dicho tercer sustrato (16), teniendo dicho conducto (32) una dirección de flujo de fluido;
 donde dicho primer y tercer sustrato (12, 16) están hechos de vidrio de borosilicato;
 un calentador (34) dispuesto sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12) opuesto a dicho
 conducto (32);
 un primer sensor de temperatura (36) dispuesto sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12)
 20 opuesto a dicho conducto (32) y a una primera distancia predeterminada desde dicho calentador (34) en
 una dirección opuesta a dicha dirección de flujo de fluido; y
 un segundo sensor de temperatura (38) dispuesto sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12)
 opuesto a dicho conducto (32) y a una segunda distancia predeterminada desde dicho calentador (34) en
 una dirección opuesta a dicha dirección de flujo de fluido, donde dicha segunda distancia predeterminada
 es mayor que dicha primera distancia predeterminada.

2. Un sensor de flujo térmico que comprende:

un primer sustrato (12') que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto;
 un segundo sustrato (14') que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto, estando conectado dicho
 30 primer sustrato (12') a dicho segundo sustrato (14') de tal manera que dicho segundo lado de dicho primer
 sustrato (12') colinda con dicho primer lado de dicho segundo sustrato (14').
 donde al menos uno de dicho primer sustrato (12') y dicho segundo sustrato (14') que tiene una ranura
 (30') formada en el mismo para formar un conducto (32') está unido por dicho primer y segundo sustrato
 (12', 14'), teniendo dicho conducto (32') una dirección de flujo de fluido; donde dicho primer sustrato (12')
 35 está hecho de vidrio de borosilicato;
 un calentador (34) dispuesto sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12') opuesto a dicho
 conducto (32');
 un primer sensor de temperatura (36) dispuesto sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12')
 opuesto a dicho conducto (32') y a una primera distancia predeterminada desde dicho calentador (34) en
 40 una dirección opuesta a dicha dirección de flujo de fluido; y
 un segundo sensor de temperatura (38) dispuesto sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12')
 opuesto a dicho conducto (32') y a una segunda distancia predeterminada desde dicho calentador (34) en
 una dirección opuesta a dicha dirección de flujo de fluido, donde dicha segunda distancia predeterminada
 es mayor que dicha primera distancia predeterminada.

3. El sensor de flujo térmico de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho primer sustrato (12) está unido a dicho
 segundo sustrato (14) y dicho segundo sustrato (14) está unido a dicho tercer sustrato (16).

4. El sensor de flujo térmico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde dicho segundo sustrato (14, 14') está
 hecho de silicio.

5. El sensor de flujo térmico de acuerdo con la reivindicación 2, donde dicho primer sustrato (12') está unido a dicho
 segundo sustrato (14').

6. El sensor de flujo térmico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que además comprende una tapa (40) montada
 sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12, 12', 12'') formando de este modo una cámara interior, estando
 dispuestos dicho calentador (34), dicho primer sensor de temperatura (36) y dicho segundo sensor de temperatura
 (38) dentro de dicha cámara interior.

7. El sensor de flujo térmico de acuerdo con la reivindicación 6, donde dicha tapa (40) está soldada a dicho primer
 sustrato (12, 12', 12'') formando de este modo una cámara interior sellada.

8. El sensor de flujo térmico de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además componentes electrónicos
 (44) dentro de dicha cámara y eléctricamente conectados a dicho calentador (34), a dicho primer sensor de
 temperatura (36) y a dicho segundo sensor de temperatura (38) para permitir que dichos componente electrónicos
 (44) se comuniquen mediante telemetría con una unidad de control.

9. El sensor de flujo térmico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que además comprende:

5 un segundo calentador (56) dispuesto sobre dicho primer lado de dicho primer sustrato (12, 12', 12'') opuesto a dicho conducto (32, 32', 32''), estando dispuesto dicho segundo calentador (56) entre dicho primer sensor de temperatura (36) y dicho segundo sensor de temperatura (38).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

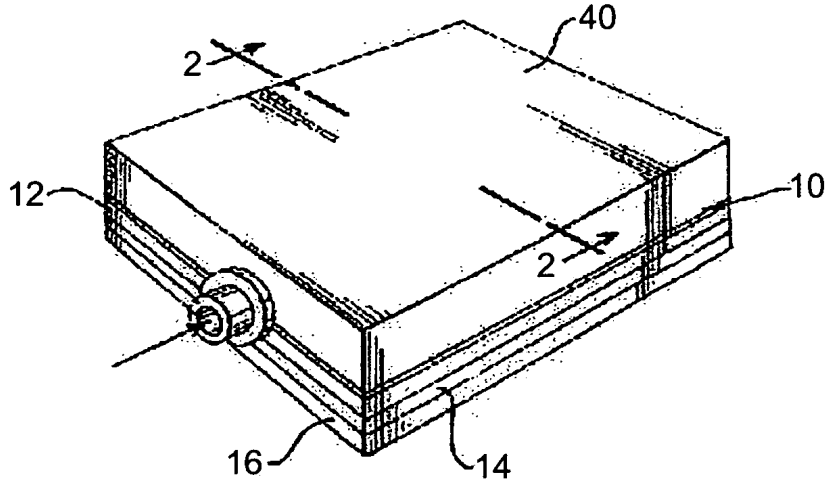


FIG. 2

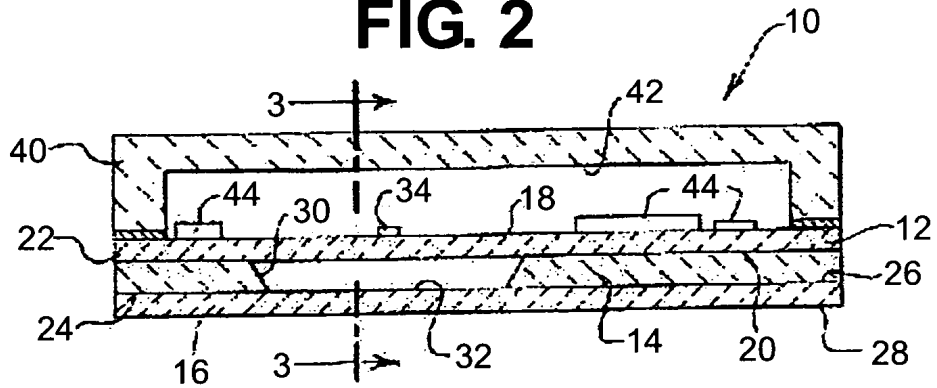


FIG. 3

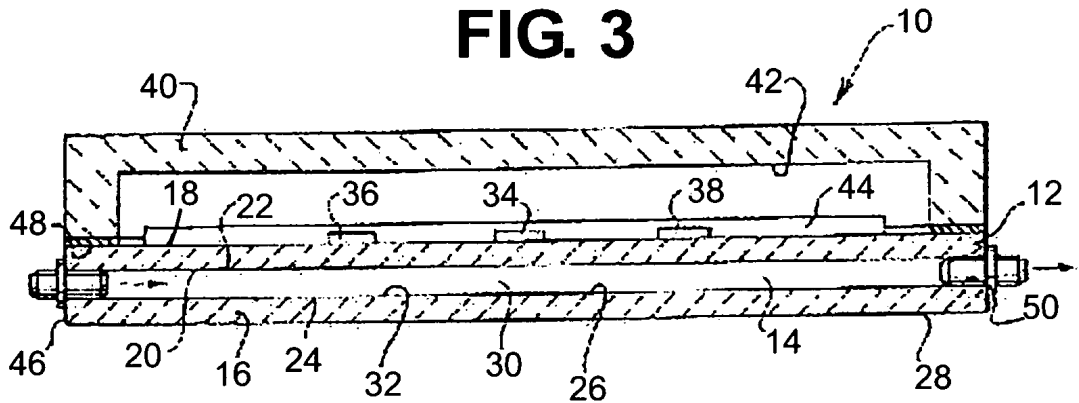


FIG. 4A

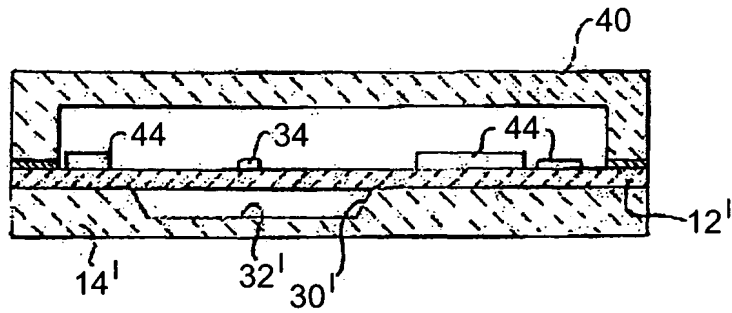


FIG. 4B

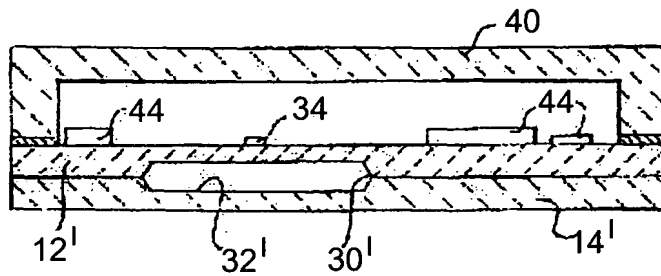
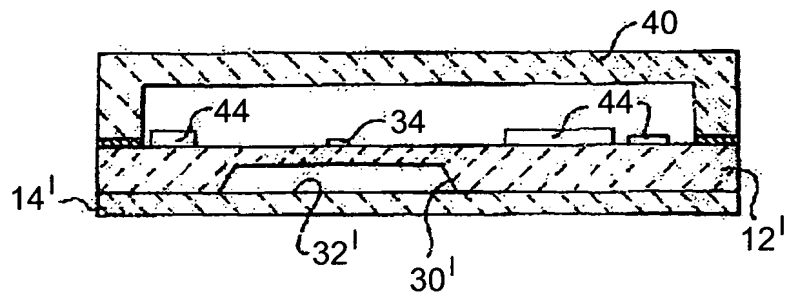


FIG. 4C

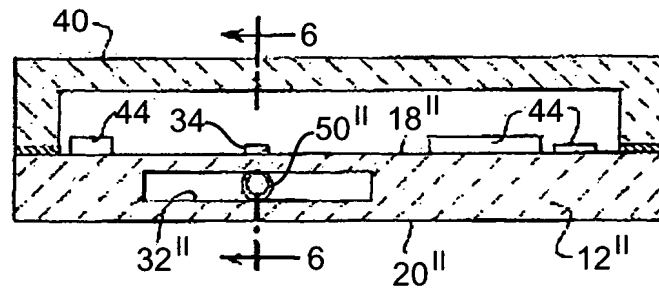


FIG. 5

FIG. 6

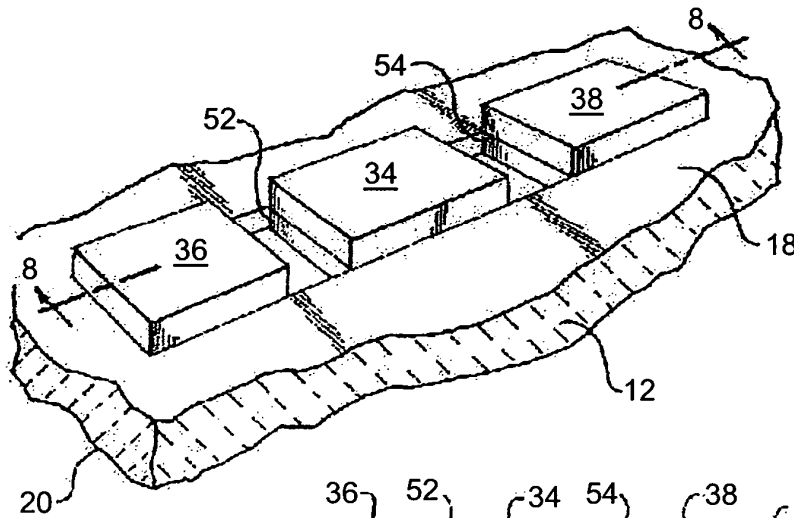
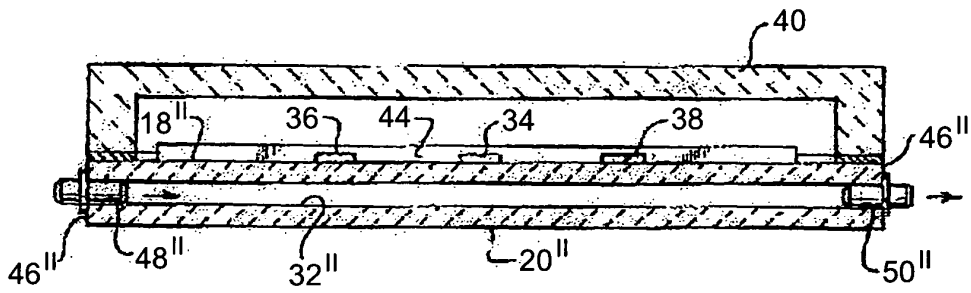


FIG. 7

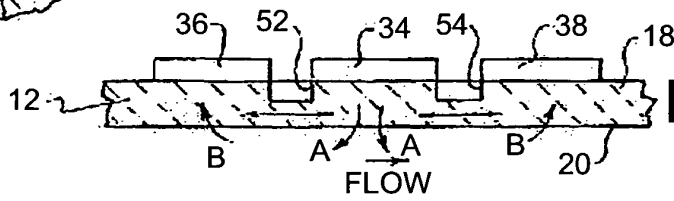


FIG. 8A

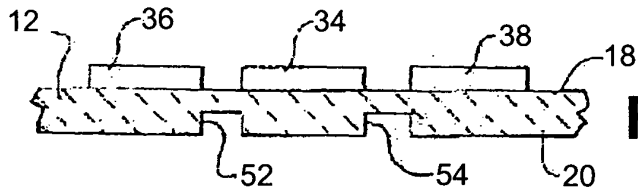


FIG. 8B

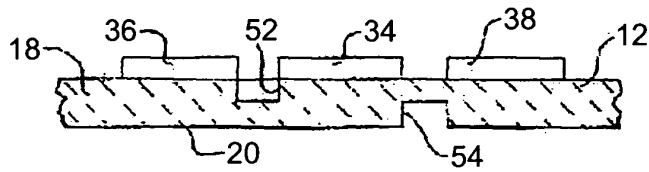


FIG. 8C

FIG. 8D

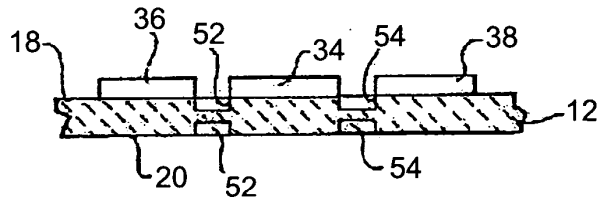


FIG. 9A

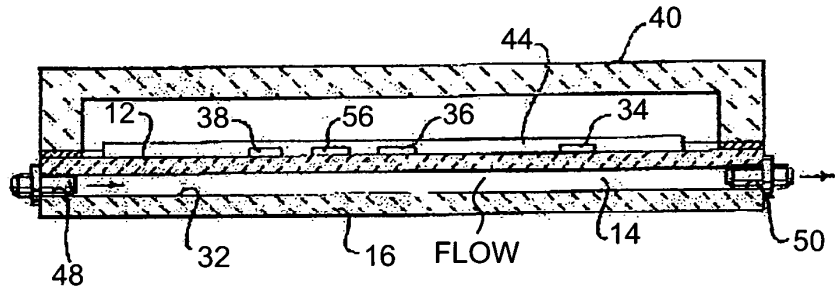


FIG. 9B

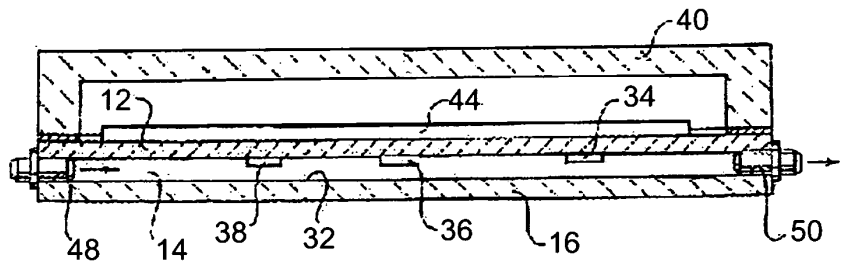
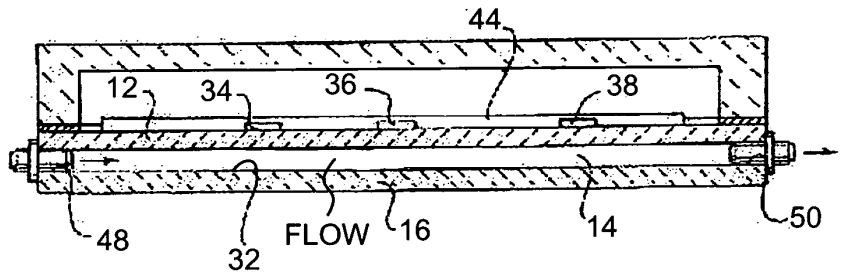


FIG. 10A

FIG. 10B

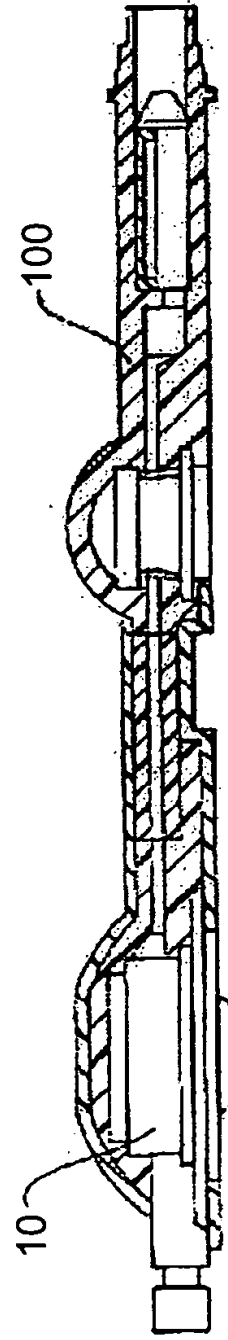
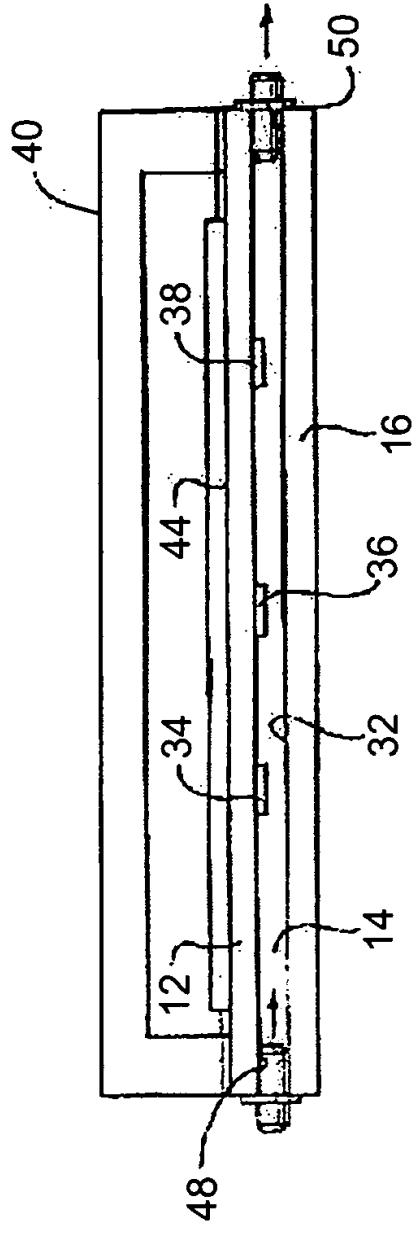


FIG. 11

FIG. 12

