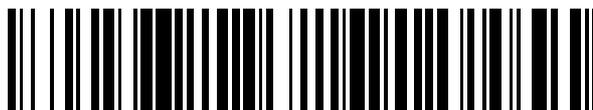


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 021**

51 Int. Cl.:  
**G01F 1/684** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05254054 .9**  
96 Fecha de presentación: **29.06.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1612523**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.01.2006**

54 Título: **SENSOR DE FLUJO TÉRMICO QUE TIENE UN REBAJE EN UN SUSTRATO.**

30 Prioridad:  
**30.06.2004 US 881771**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.12.2011**

73 Titular/es:  
**CODMAN & SHURTLEFF INC.  
325 PARAMOUNT DRIVE  
RYNHAM, MA 02767, US**

72 Inventor/es:  
**Keppner, Herbert;  
Buser, Rudolf;  
Zumkehr, Frank y  
Burger, Juergen**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 370 021 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 que tiene un rebaje en un sustrato

### Antecedentes de la invención

#### 1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sensor de flujo térmico. Más en particular, la presente invención se refiere a un sensor de flujo térmico que puede ser usado para monitorizar el flujo de líquido cefalorraquídeo (LCR) dentro de un shunt o derivación.

#### 2. Discusión de la técnica relacionada

10 La hidrocefalia es una afección causada por una acumulación anormal de LCR en las cavidades en el interior del cerebro. Si no se trata adecuadamente, la hidrocefalia puede causar incapacidades graves en niños y adultos, e incluso puede causar la muerte. Si se acumula el fluido cefalorraquídeo, los ventrículos aumentan de tamaño y la presión en el interior del cerebro aumenta. La hidrocefalia es una condición degenerativa grave que se produce en los niños desde el nacimiento. La hidrocefalia es causada presumiblemente por una compleja interacción entre factores genéticos y ambientales. Una persona también puede adquirir hidrocefalia más tarde en la vida, lo cual puede ser debido, por ejemplo, a espina bífida, hemorragia cerebral, meningitis, traumatismo de cráneo, tumores y quistes.

15 La hidrocefalia se presenta en los recién nacidos con una frecuencia de aproximadamente 1 cada 5.000 - 10.000. Actualmente no existe una prevención o cura conocidas para la hidrocefalia. El tratamiento más eficaz hasta ahora es la implantación quirúrgica 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 cefalorraquídeo a otras regiones del cuerpo. Sin embargo, las derivaciones con frecuencia tienen un mal funcionamiento, dando lugar a infecciones que pueden causar complicaciones graves para el paciente (por ejemplo, desarrollo retrasado, problemas de aprendizaje).

20 De acuerdo con algunas estimaciones, hasta un 50% de los pacientes que reciben una derivación, tendrá un mal funcionamiento de la derivación en algún momento durante el transcurso de su vida. La mayor parte de los funcionamientos defectuosos de la derivación se deben a un catéter bloqueado y a una válvula de derivación ajustada incorrectamente.

25 Los presentes inventores creen que la aparición de complicaciones debido a un mal funcionamiento de la derivación se puede detectar más fácilmente por medio del uso de un sensor de flujo miniaturizado implantable, de acuerdo con la presente invención, que se ha desarrollado para controlar el flujo del LCR. El sensor utiliza sensores de temperatura y un calentador que no entran en contacto con el LCR, pero que sin embargo, miden el flujo del LCR y por lo tanto, se pueden implantar de manera que duren un período prolongado de tiempo (por ejemplo, más de 10 años).

30 En particular, cuando una válvula de derivación se implanta en los niños, un mal funcionamiento del implante puede ser detectado efectivamente por medio del uso de un sensor adicional implantado.

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

Además, el sensor de flujo térmico de la presente invención proporciona a los médicos información novedosa, que previamente no se podía obtener, sobre la formación y el drenaje del fluido cefalorraquídeo (LCR).

El documento EP 1365216 desvela un sensor de flujo térmico del tipo definido en el preámbulo de la reivindicación 1 que se acompaña, y un procedimiento asociado de medición del flujo de fluido.

40 El documento US 6.553.829 describe otro sensor de flujo térmico, que incluye una ranura en una superficie inferior de un sustrato medio, alejada de la superficie superior de un sustrato superior en el que están dispuestos un calentador y un sensor de temperatura.

### Sumario de la invención

45 De acuerdo con una realización ejemplar actualmente preferida, la presente invención está definida por las reivindicaciones independientes. Además, aspectos preferidos se establecen en las reivindicaciones dependientes que se acompañan.

### Breve descripción de los dibujos

50 Los objetos, características y ventajas anteriores y otros todavía adicionales de la presente invención serán evidentes considerando la descripción detallada que sigue de una realización específica de la misma, especialmente cuando se toma en conjunto con los dibujos que se acompañan, en los cuales los mismos números de referencia en las diferentes figuras se utilizan para designar los mismos componentes, y en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva del sensor de flujo térmico de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una vista esquemática en sección transversal tomada por la línea 2 - 2 de la figura 1 y mirando en la dirección de las flechas;

5 la figura 3 es una vista en sección transversal tomada por la línea 3 - 3 de la figura 2 y mirando en la dirección de las flechas;

la figura 4A es una vista en sección transversal similar a la figura 2, que muestra el sensor de flujo térmico que tienen sólo dos sustratos, estando formada la ranura en el segundo sustrato;

la figura 4B es una vista en sección transversal similar a la figura 2, que muestra el sensor de flujo térmico que tiene sólo dos sustratos, estando formada la ranura en el primer sustrato, no siendo reivindicado este ejemplo;

10 la figura 4C es una vista en sección transversal similar a la figura 2, que muestra el sensor de flujo térmico que tiene sólo dos sustratos, estando formada la ranura en ambos primer y segundo sustratos, no siendo reivindicado este ejemplo;

la figura 5 es una vista en sección transversal similar a la figura 2, que muestra el sensor de flujo térmico que tiene solamente un sustrato, estando formada la ranura en el mismo, no siendo reivindicado este ejemplo;

15 la figura 6 es una vista en sección transversal tomada por la línea 6 - 6 de la figura 5 y mirando en la dirección de las flechas, no siendo reivindicado este ejemplo;

la figura 7 es una vista parcial en perspectiva agrandada del primer sustrato y del calentador y de dos sensores de temperatura montados en la superficie superior del primer sustrato;

20 la figura 8A es una vista parcial en sección transversal del sensor de flujo térmico, que muestra los rebajes 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 rebaje en el segundo lado del primer sustrato;

la figura 8C es una vista parcial en sección transversal del sensor de flujo térmico, que muestra uno de los rebajes en el primer lado del primer sustrato y el otro rebaje en el segundo lado del primer sustrato;

25 la figura 8D es una vista parcial en sección transversal del sensor de flujo térmico, que muestra los rebajes en el primer lado del primer sustrato y en el segundo lado del primer sustrato;

la figura 9A es una vista en sección transversal del sensor de flujo térmico, que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura aguas arriba del calentador;

30 la figura 9B es una vista en sección transversal del sensor de flujo térmico, que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura aguas abajo del calentador;

la figura 10A es una vista en sección transversal del sensor de flujo térmico, que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura aguas arriba del calentador y dentro del conducto, no siendo reivindicado este ejemplo;

la figura 10B es una vista en sección transversal del sensor de flujo térmico, que muestra un diseño asimétrico de los sensores de temperatura aguas abajo del calentador y dentro del conducto, no siendo reivindicado este ejemplo;

35 la figura 11 es una vista en perspectiva que muestra el sensor de flujo térmico que está incorporado dentro de una derivación, y

la figura 12 es una vista esquemática del primer o segundo lados del primer sustrato, que muestra el calentador y sensores de temperatura.

**Descripción detallada de la realización ejemplar actualmente preferida**

40 Haciendo referencia a continuación a las figuras 1 a 6, se ilustra un sensor de flujo térmico 10. El sensor de flujo térmico en una realización ejemplar actualmente preferida, 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 se conecta al segundo sustrato 14 de tal manera que el segundo lado 20 del primer sustrato 12 se apoye contra 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 se apoya contra el primer lado 26 del tercer sustrato. El primer sustrato está unido preferiblemente al segundo sustrato, y el segundo sustrato está unido preferiblemente al tercer sustrato. Los sustratos primero y tercero están fabricados preferiblemente de vidrio de borosilicato, por ejemplo PYREX® o BOROFLOAT®. El segundo sustrato está fabricado preferiblemente de silicio.

50

El segundo sustrato 14 tiene una ranura 30 formada en el mismo con el fin de formar un conducto 32 delimitado 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 figura 1. La ranura está formada preferentemente por ataque químico en el segundo sustrato de silicio 14. En una realización ejemplar, la ranura puede tener una dimensión de sección transversal de 380  $\mu\text{m}$  x 3000  $\mu\text{m}$ . 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 del citado primer sustrato 12 opuesto al conducto 32. Un segundo sensor de temperatura 38 está dispuesto también en el primer lado 18 del primer sustrato 12 opuesto al conducto 32. Este sensor puede detectar una diferencia de temperaturas de aproximadamente 0,005°C con un caudal de 300 ml / h.

Los sensores de temperatura y el calentador son producidos preferentemente por deposición de metal (por ejemplo, evaporación o pulverización) directamente en el primer lado o el segundo lado del primer sustrato, que es preferentemente de vidrio de borosilicato. Estos procesos de deposición de metal permiten que se deposite un depósito de películas delgadas de metal en la superficie del vidrio dentro de una cámara de vacío. Una persona experta en la técnica comprenderá fácilmente cómo realizar las películas delgadas por medio de procesos litográficos. En una realización ejemplar, la película delgada de metal está hecha de varias capas (por ejemplo, cromo (Cr), platino (Pt), titanio (Ti) y oro (Au)). El cromo o titanio se utilizan preferentemente como capa de adhesión, ya que se pegan bien al vidrio de borosilicato. Después, una capa de Pt se deposita sobre el Cr o Ti de manera que pueda ser utilizada como las estructuras del calentador y de la temperatura. Al mismo tiempo que se produce el calentador y los sensores de temperatura, también se pueden producir las pistas eléctricas para el resto de la electrónica en el mismo sustrato. Una capa de oro es depositada preferentemente en la parte superior de la de platino sólo en la región en la que no hay estructura de calentador o de sensor de temperatura y sirve como pista eléctrica para el resto del circuito electrónico. Sin embargo, en la región en la que no hay calentador o sensor de temperatura, la capa de oro puede ser depositada directamente sobre la capa de adherencia de Cr o Ti. El calentador funciona por calentamiento resistivo al pasar a través suyo una corriente, como se muestra en la figura 12. Los sensores de temperatura trabajan haciendo que su resistencia cambie como consecuencia de la temperatura ambiente, como también se muestra en la figura 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 generado por el calentador, el grosor del primer sustrato, y el caudal del fluido que fluye a través del conducto.

Una tapa 40 está montada en el primer lado 18 del primer sustrato 12, formando una cámara interior 42. La tapa 40 está hecha preferentemente de PYREX<sup>®</sup> y está soldada al primer sustrato, formando así una cámara interior 42 sellada herméticamente. Cuando el sensor se utiliza como un dispositivo médico implantable, se aplica una capa final de parileno en la superficie exterior del sensor para evitar 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 elementos electrónicos 44 también están dispuestos dentro de la cámara 42 y están conectados eléctricamente al calentador 34, al primer sensor de temperatura 36 y al segundo sensor de temperatura 38. Los expertos en la técnica sabrán fácilmente cómo montar la electrónica para que los datos del calentador y / o de los sensores puedan ser comunicados por telemetría a y desde una unidad de control exterior. Mediante la colocación de los sensores de temperatura y del 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, LCR) dentro del conducto. Esta estructura se conoce como sustrato invertido. Por lo tanto, el sensor de acuerdo con la presente invención es un diseño biocompatible, lo cual es favorable para los implantes a largo plazo, tal como una derivación de hidrocefalia, una bomba de infusión (por ejemplo, > 10 años). El empaquetado biocompatible del sensor y de los elementos electrónicos tiene por lo menos las siguientes ventajas:

- El fluido corporal entra en contacto solamente con vidrio biocompatible.
- Los sensores electrónicos de Ti / Pt, el calentador y la electrónica de los sensores se encuentra en el mismo sustrato, lo cual reduce su coste de fabricación.
- La electrónica del sensor puede ser miniaturizada drásticamente mediante el empleo de un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC), que pueden ser fabricados por la tecnología slip - chip.

De acuerdo con un ejemplo alternativo, que no es reivindicado en la actualidad, el sensor de flujo térmico puede estar compuesto por dos sustratos 12' y 14', habiendo formada una ranura 30' dentro de cualquiera de los sustratos, o de ambos, para formar un conducto 32' limitado por ambos sustratos, como se ilustra en las figuras 4a, b, y c. En otro ejemplo alternativo, que tampoco es reivindicado en la actualidad, el sensor de flujo térmico puede estar compuesto por un único sustrato 12", como se muestra en las figuras 5 y 6. El sustrato 12" tiene un primer lado superior 18" y un segundo lado opuesto inferior 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 uno de los orificios 48", 50" está formado en al menos un borde 46", como se muestra en la figura 3.

Para determinar el caudal de un fluido que circula por el interior del conducto 32, 32', 32", se permite que el fluido circule a través del conducto al entrar por la abertura de entrada del conducto y salir por la abertura de salida. El fluido es calentado por el calentador 34 opuesto y alejado del conducto. En otras palabras, el calentador y los sen-

sores de temperatura no están en contacto con el fluido que circula dentro del conducto. La temperatura del fluido es detectada por el primer sensor de temperatura dispuesto en el primer lado del cuerpo opuesto y alejado del conducto. La temperatura del fluido también puede ser detectada por el segundo sensor de temperatura dispuesto en el primer lado del cuerpo, opuesto y alejado del conducto. En una realización ejemplar actualmente preferida, los dos sensores de temperatura están separados alrededor de 2000  $\mu\text{m}$ . La separación entre los sensores de temperatura depende en parte del caudal de flujo a medir. En base a la (s) temperatura (s) detectada (s), el caudal del fluido puede ser determinado fácilmente por los expertos en la técnica. El fluido preferiblemente es LCR, y el sensor de flujo térmico 10 está dispuesto preferiblemente dentro de derivación 100, como se muestra en la Fig. 10.

En el diseño del sensor de acuerdo con la presente invención, el sensor se ha optimizado por medio de simulaciones FEM estáticas y dinámicas para rangos de caudal que alcanzan los 300 ml / h, con una sensibilidad optimizada en un rango de caudal de 25 ml / h, y para respuestas de paso rápido de 2 segundos. El rango de caudal normal del LCR es de aproximadamente 25 ml / h. En un rango de caudal de 25 ml / h, la sensibilidad de la señal del sensor es de unos 140 mV / ml / h, y para rangos de caudal alto > 270 ml / h, la sensibilidad de la señal del sensor sigue siendo alrededor de 5 mV / ml / h. El tiempo de respuesta del sensor de unos 2 segundos. se reduce considerablemente en comparación con alrededor de 10 seg. en los sensores convencionales sobre un sustrato de vidrio. Además, estos sensores convencionales sólo pueden detectar caudales de hasta 2 - 3 ml / h. La respuesta de paso rápido hace que sea posible medir el caudal del LCR, aun cuando la posición de la cabeza del paciente cambie rápidamente (por ejemplo, al alzarse, o levantarse de dormir, etc.)

Haciendo referencia a continuación a la figura 3, los primer, segundo y tercero sustratos juntos forman una estructura de cuerpo de capas múltiples que tiene al menos un borde 46 que se extiende entre el primer lado 18 del primer sustrato y el citado segundo lado 28 del tercer sustrato. El conducto 32 tiene una abertura de entrada 48 y una abertura de salida 50, cada una de las cuales está formada en al menos un borde 46. En un ejemplo de realización actualmente preferida, la abertura de entrada 48 y la abertura de salida 50 están dispuestas únicamente en el segundo sustrato 14. Una sierra de cortar puede ser utilizada para cortar a través de las tres capas y exponer las aberturas en el segundo sustrato. Esta realización se conoce como un empaquetado eficiente debido a que las aberturas de entrada y de salida se encuentran en los bordes laterales de la estructura del cuerpo, en oposición a la superficie superior y / o inferior.

Haciendo referencia a continuación a la figura 7, en un ejemplo útil para comprender la invención, un primer rebaje 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 rebaje 52 está dispuesto inmediatamente adyacente al calentador 34. Un segundo rebaje 54 está formado en el primer lado 18 del primer sustrato 12 entre el calentador 34 y el segundo sensor de temperatura 38 (véase la figura 8A). Como se muestra, el segundo rebaje 54 está dispuesto inmediatamente adyacente al calentador 34 en un lado opuesto del calentador con respecto al primer rebaje. Alternativamente, de acuerdo con la invención, y como se muestra en las figuras 8B y 8C, los rebajes 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 rebajes 52, 54 se extienden preferiblemente en el primer sustrato en aproximadamente la mitad del grosor del primer sustrato. De acuerdo con otra variante de la presente invención, los rebajes 52, 54 pueden estar dispuestos en el primer lado del primer sustrato y en el segundo lado del primer sustrato.

Los rebajes 52, 54 se utilizan para ayudar a guiar el calor generado por el calentador 34 a través del primer sustrato, como indican las flechas A, y en el conducto 32. La energía térmica absorbida por el fluido se transfiere entonces a través del primer sustrato, como es indicado por las flechas B, a los sensores de temperatura primero y segundo. Debido a que el aire no es muy buen conductor del calor, la mayoría, si no efectivamente todo el 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 podrá calibrar fácilmente el sensor de flujo térmico de acuerdo con la presente invención para tener en cuenta este factor. Dependiendo del grosor del sustrato, la cantidad de calor que es generado por el calentador, la dimensión de los rebajes, y otros factores conocidos por los expertos en la técnica, se puede determinar fácilmente el caudal del fluido que circula a través del conducto. Esta información puede ser transmitida entonces por telemetría a una unidad de control exterior (no mostrada).

Como se muestran en los ejemplos alternativos anteriores en las figuras 4A - 5, el sensor de flujo térmico que tiene los rebajes 52, 54 también puede estar compuesto por dos sustratos 12' y 14', como se ilustra en las figura 4a, b, y c, o con sólo un sustrato 12", como se muestra en la figura 5, pero estos ejemplos alternativos no son reivindicados en la actualidad.

Haciendo referencia a continuación a la figura 9A, se ilustra un sensor de flujo térmico de acuerdo con otra 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 del 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 del calentador 34 en una dirección opuesta a la dirección del flujo del fluido. Como se ilustra en la figura 9A, la segunda distancia predeterminada es mayor que la primera distancia predeterminada. Esta realización se conoce como un diseño de sensor asimétrico, debido a que ambos sensores de temperatura está dispuestos en un lado del calenta-

dor, en lugar de estar dispuesto el calentador entre los dos sensores de temperatura con respecto a la dirección del flujo.

5 Haciendo referencia a continuación a la figura 9B, se ilustra una variación de la realización de la figura 9. En esta variación, los sensores de temperatura primero y segundo están dispuestos a una distancia predeterminada respectiva primera y segunda del calentador en la dirección de flujo de fluido, a diferencia a oponerse a la dirección del flujo de fluido.

10 Haciendo referencia a continuación a las figuras 10A y 10B, se ilustra otra variación de la realización de la figura 9. De acuerdo con esta variación, que no se está reivindicando, el calentador y los sensores de temperatura están dispuestos dentro del conducto y, por tanto, en contacto con el fluido que circula dentro del conducto. De acuerdo con esta variación, los sensores de temperatura primero y segundo están dispuestos a una distancia predeterminada respectiva primera y segunda del calentador como en la realización de la figura 9A opuestos a la dirección de flujo del fluido, como se muestra en la figura 10, o como en la realización de la figura 9B, en la dirección del flujo de fluido, como se muestra en la figura 10.

15 Como en los ejemplos alternativos anteriores que se muestran en las figuras 4A - 5, el sensor de flujo térmico, que tiene los sensores de temperatura primero y segundo dispuestos en el mismo lado del calentador, ya sea opuestos a la dirección del flujo o en la dirección del flujo, también puede estar compuesto por dos sustratos 12' y 14', como se ilustra en la figura 4a, b, y c, o con sólo un sustrato 12", como se muestra en la figura 5.

20 Los presentes inventores han descubierto que el diseño asimétrico del sensor no puede detectar un flujo por debajo de un caudal determinado que se denominará caudal de corte. El caudal de corte suele ser de 1 a 2 ml / h. Para detectar el flujo desde 0 ml / h hasta el caudal de corte, se puede utilizar un segundo calentador 56, como se ilustra en la figura 9A. El calentador 56 está dispuesto entre el segundo sensor 38 y el primer sensor 36 con respecto a la dirección del flujo.

25 Después de haber descrito la realización ejemplar actualmente preferida de un sensor de flujo térmico de acuerdo con la presente invención, se cree que otras modificaciones, variaciones y cambios se les ocurrirán a los expertos en la técnica en consideración de las enseñanzas establecidas en la presente memoria descriptiva. Las sustituciones de elementos que se describen en una realización por otros están totalmente previstas y contempladas. También se debe entender que los dibujos no están necesariamente a escala, sino que son meramente de naturaleza conceptual.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de flujo térmico (10) que comprende:
  - un primer sustrato (12) que tiene un primer lado (18) y un segundo lado opuesto (20);
  - un segundo sustrato (14) que tiene un primer lado (22) y un segundo lado opuesto (24), estando conectado el citado primer sustrato al citado segundo sustrato de manera que el citado segundo lado (20) del citado primer sustrato (12) se apoya contra con el citado primer lado (22) del citado segundo sustrato (14);
  - un tercer sustrato (16) que tiene un primer lado (26) y un segundo lado opuesto (28), estando conectado el citado tercer sustrato al citado segundo sustrato, de manera que el citado segundo lado (24) del citado segundo sustrato (14) se apoye contra el citado primer lado (26) del citado tercer sustrato (16);
  - en el que el citado segundo sustrato (14) tiene una ranura (30) formada en el mismo con el fin de formar un conducto (32) limitado por el citado segundo sustrato (14) y el citado primer lado (26) del citado tercer sustrato (16),
  - un calentador (34) dispuesta en el citado primer lado (18) del citado primer sustrato (12) opuesto al citado conducto (32);
  - un primer sensor de temperatura (36) dispuesto en el citado primer lado (18) del citado primer sustrato (12) opuesto al citado conducto (32), y
  - un segundo sensor de temperatura (38) dispuesto en el citado primer lado (18) del citado primer sustrato (12) opuesto al citado conducto (32);
  - que se caracteriza porque** el citado conducto (32) se ve limitada por el citado segundo lado (20) del citado primer sustrato (12), **y porque** un primer rebaje (52/54) está formado en dicho segundo lado (20) del citado primer sustrato (12) entre el calentador, el citado (34) y uno del citado primer sensor de temperatura (36) y el citado segundo sensor de temperatura (38).
2. El sensor de flujo térmico de la reivindicación 1, en el que un segundo rebaje (52 / 54) está formado en el citado primer lado (18) o en el citado segundo lado (20) del citado primer sustrato (12) entre el citado calentador (34) y el otro del citado primer sensor de temperatura (36) y el citado segundo sensor de temperatura (38).
3. El sensor de flujo térmico de la reivindicación 1 ó 2, en el que el citado primer rebaje (52 / 54) se extiende dentro del citado primer sustrato (12) aproximadamente la mitad del grosor del citado primer sustrato.
4. El sensor de flujo térmico de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el citado primer rebaje (52 / 54) está dispuesto adyacente al citado calentador (34).
5. El sensor de flujo térmico de la reivindicación 1, en el que el primer rebaje (52 / 54) está compuesto por una primera parte y una segunda parte, la citada primera parte está dispuesta en el citado primer lado (18) del citado primer sustrato (12) y la citada segunda parte está dispuesta en el citado segundo lado (20) del citado primer sustrato (12).
6. Un procedimiento para determinar el caudal de un fluido que circula dentro del conducto (32) del sensor de flujo (10) como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el procedimiento:
  - calentar el fluido con el calentador (34);
  - detectar la temperatura del fluido con el primer sensor de temperatura (36), y
  - determinar el caudal del fluido en la base a la temperatura detectada.
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende, además, la etapa de:
  - detectar la temperatura del fluido con el segundo sensor de temperatura (38).

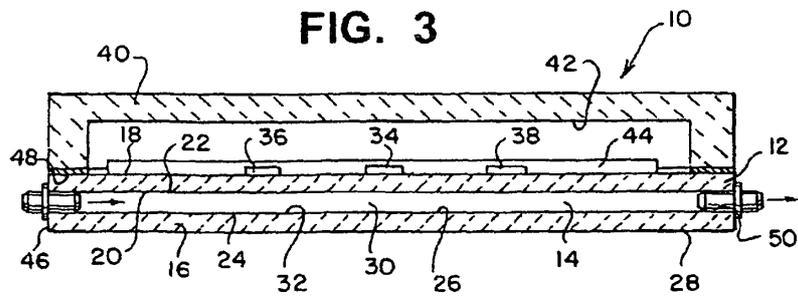
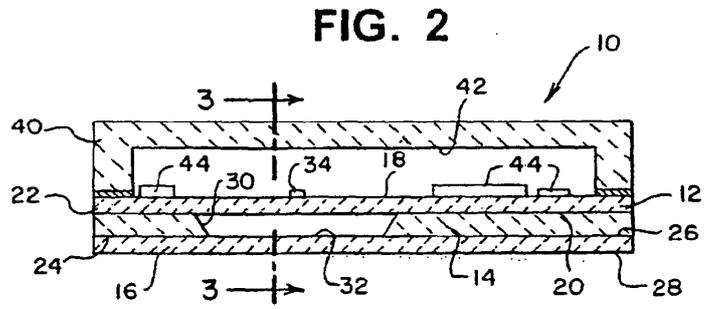
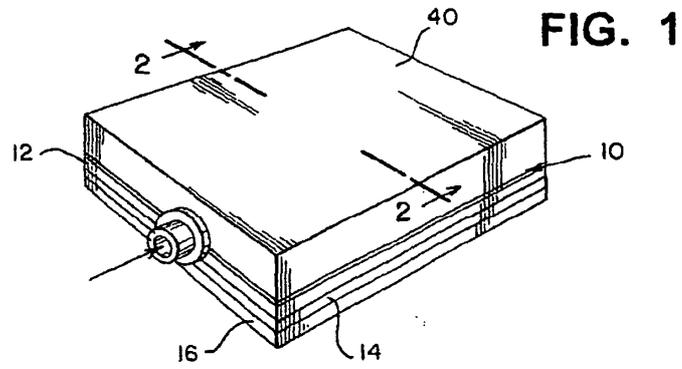


FIG. 4A

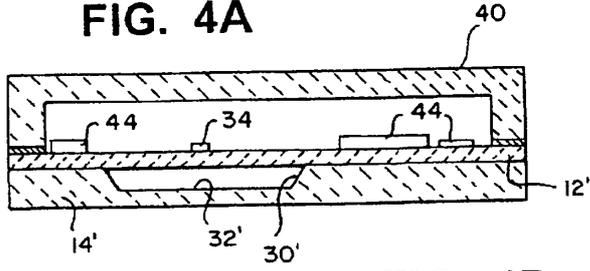


FIG. 4B

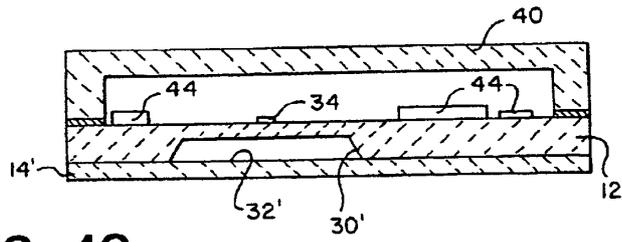


FIG. 4C

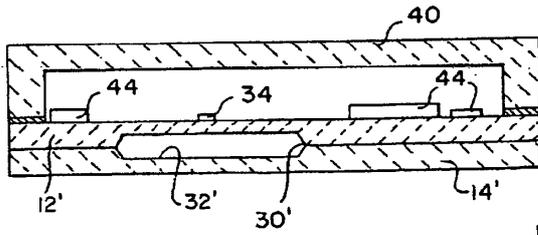
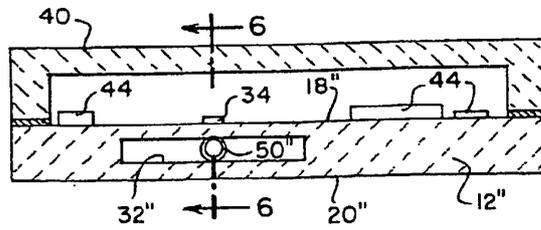
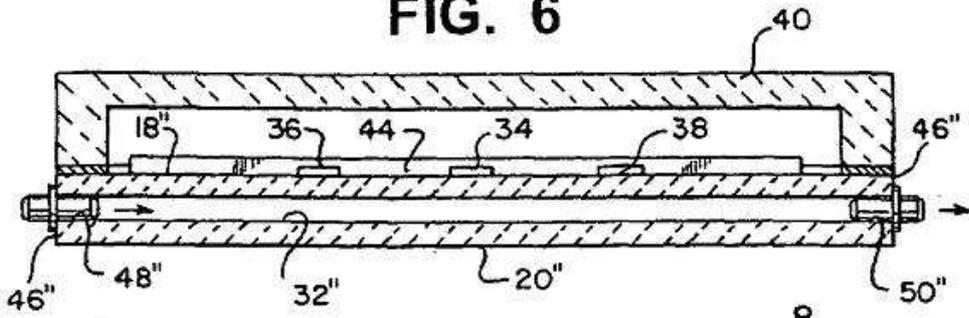


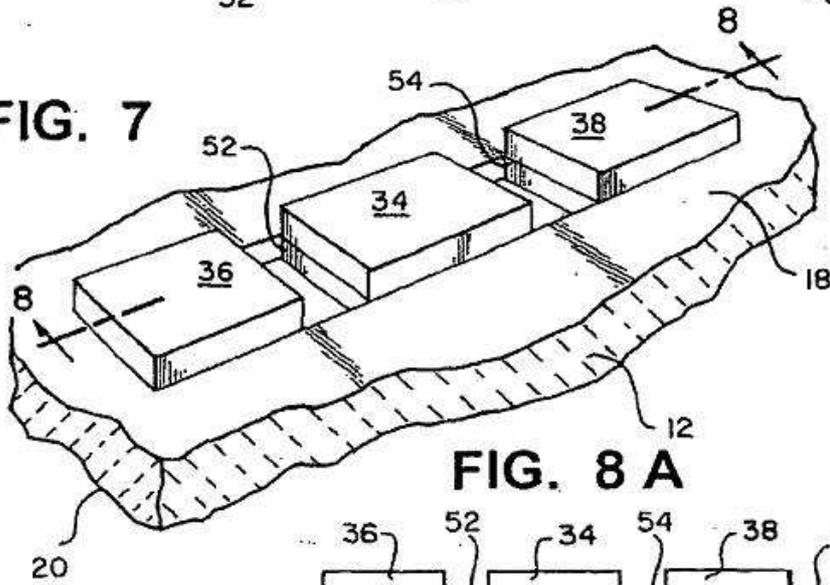
FIG. 5



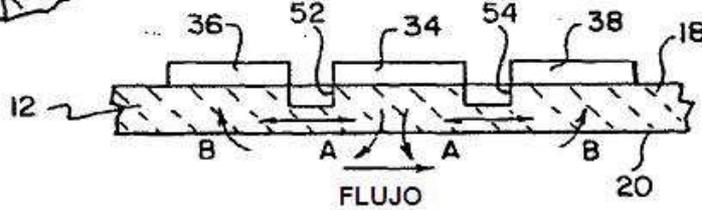
**FIG. 6**



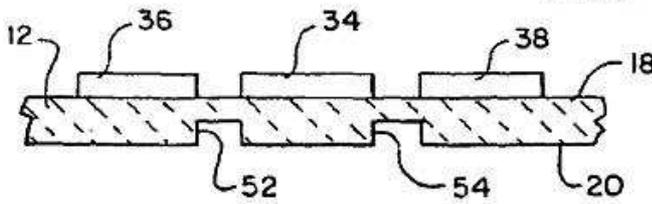
**FIG. 7**



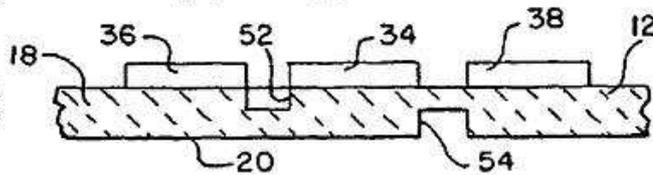
**FIG. 8 A**



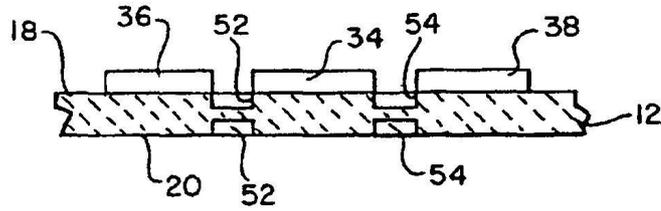
**FIG. 8 B**



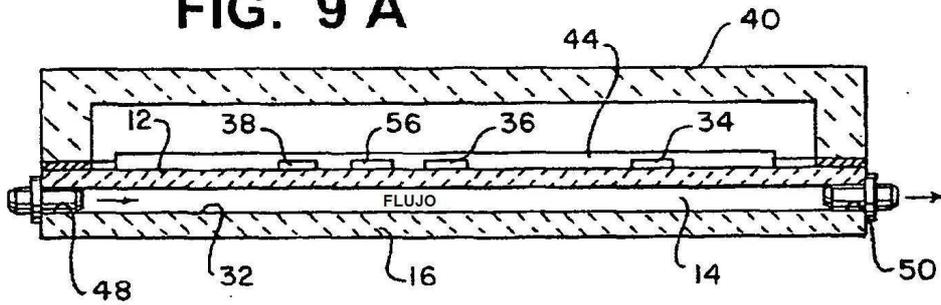
**FIG. 8 C**



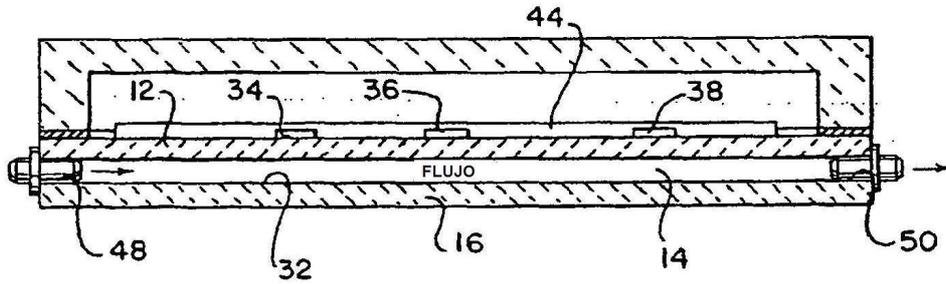
**FIG. 8 D**



**FIG. 9 A**



**FIG. 9 B**



**FIG. 10 A**

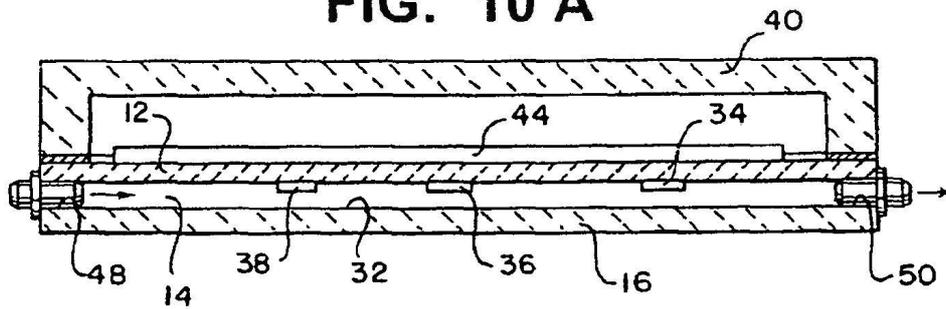


FIG. 10 B

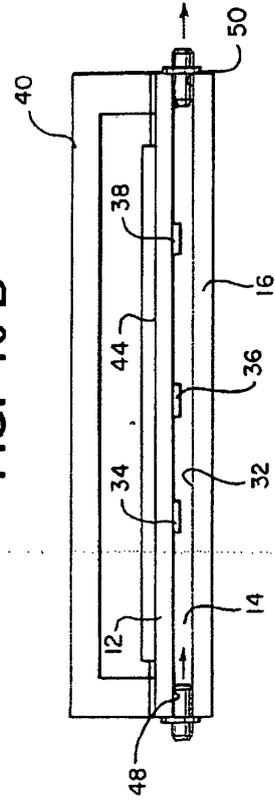


FIG. 11

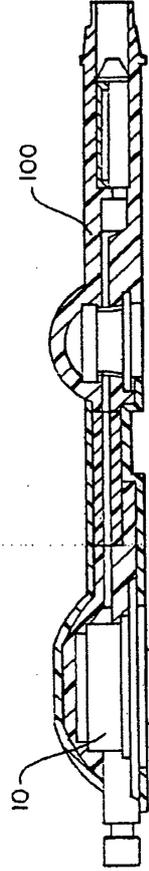


FIG. 12

