



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 340 724**

(51) Int. Cl.:

**G01F 1/684** (2006.01)

**G01F 15/18** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07075369 .4**

(96) Fecha de presentación : **15.05.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1867962**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **19.12.2007**

(54) Título: **Sensor de flujo del tipo térmico.**

(30) Prioridad: **14.06.2006 NL 1032007**

(73) Titular/es: **BERKIN B.V.**  
**Nijverheidsstraat 1a**  
**7261 AK Ruurlo, NL**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**08.06.2010**

(72) Inventor/es: **Bos, Jeroen Wouter;**  
**Hoitink, Ronald Wilhelmus Johannes;**  
**Besseling, Johannes Henricus y**  
**Lötters, Joost Conrad**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**08.06.2010**

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 340 724 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 del tipo térmico.

5 El invento se refiere a un sensor de flujo del tipo térmico que tiene un tubo sensor con forma de U con dos patas y una pieza de conexión con dos elementos de resistencia eléctrica contiguos, y con una carcasa sobre una base, en el cual el tubo sensor con forma de U tiene un lado de entrada por el que entra el flujo y un lado de salida por el que sale el flujo, en donde la carcasa comprende una primera y una segunda parte de la carcasa de un material buen conductor del calor, cada parte con una superficie interior provista de cavidades y con una superficie exterior, las partes 10 primera y segunda de la carcasa están situadas con sus superficies interiores apoyadas una contra la otra, mientras que el tubo sensor con forma de U tiene una superficie principal que se extiende paralela a las superficies interiores, y las cavidades de las partes primera y segunda de la carcasa rodean a la pieza de conexión y a las patas del tubo sensor con forma de U.

15 A partir del documento WO 03058180 se conoce un sensor de flujo másico del tipo térmico. El sensor de flujo descrito en este documento comprende un tubo sensor con forma de U (capilar) con una carcasa que está montada sobre una base que tiene dos taladros a través de los cuales se extienden las patas de la U, conformando dicha carcasa una cámara alrededor exclusivamente de esa porción de la pieza de conexión de la U que soporta a los elementos de resistencia.

20 Los medidores de flujo térmicos con sensores de flujo que tienen un tubo capilar utilizan el hecho de que la transmisión de calor desde la pared del tubo hacia un fluido (gas o líquido) que fluye dentro del tubo es una función del flujo másico, de la diferencia entre la temperatura del fluido y la temperatura de la pared y del calor específico del fluido. En los controladores de flujo másico se usa una gran variedad de configuraciones de sensor de flujo. Un tipo 25 concreto de construcción, por ejemplo, implica el uso de un tubo de flujo de acero inoxidable con dos o más elementos de resistencia en contacto conductor del calor con el tubo de flujo. Típicamente, los elementos de resistencia se fabrican a partir de un material que tiene un gran coeficiente de resistencia a la temperatura. Cada uno de los elementos puede actuar como calentador, como detector de temperatura, o como ambos. Al menos un elemento de resistencia (el calentador) se alimenta con una corriente eléctrica para suministrar calor al flujo de fluido que pasa a través del tubo. 30 Cuando dos calentadores están alimentados con una potencia constante, el flujo másico del fluido que pasa a través del tubo se puede calcular a partir de las diferencias de temperatura entre los elementos de resistencia. En un método alternativo, un primer elemento de resistencia situado en una primera posición actúa como calentador y como detector de temperatura, y un segundo elemento de resistencia situado en una segunda posición aguas arriba de la primera posición actúa como detector de temperatura. Un circuito de control sirve para mantener la diferencia de temperatura 35 entre los elementos de resistencia en un valor predeterminado, fijo, calculándose entonces el flujo másico del fluido que fluye a través del tubo a partir de datos del circuito de control. Este método de medida se conoce como el método de Temperatura Contante (CT).

40 El invento, sin embargo, es también apropiado para su uso con el método TB (Balance Térmico) como se describe en el documento EP 1 477 779.

Con los métodos y sistemas de medida mencionados anteriormente existe el problema de que se pueden producir 45 imprecisiones en la señal de medida en el caso de que pase a través del tubo un flujo másico comparativamente bajo. Los inventores atribuyen esto al hecho de que los medidores de flujo másico térmicos se utilizan a menudo en entornos en los que pueden aparecer gradientes de temperatura a través del tubo sensor (o a través de porciones del tubo sensor) y/o a través de los elementos de resistencia. En la construcción conocida a partir del documento WO 03058180 citado anteriormente, por ejemplo, las patas y los codos que unen las patas a la pieza de conexión sobresalen de la carcasa.

50 El invento tiene por objetivo proporcionar un sensor de flujo del tipo mencionado en el párrafo inicial que resista la influencia de gradientes de temperatura externos para conseguir que no aparezca ningún gradiente de temperatura o que sea lo más pequeño posible no sólo a través del segmento operativo del tubo, es decir, de la porción situada entre los lados de los elementos de resistencia que miran en direcciones opuestas una de la otra, sino también a través de las patas (y de los codos que unen las patas a la pieza de conexión) durante el funcionamiento.

55 De acuerdo con el invento, para este propósito, un sensor de flujo del tipo mencionado en el párrafo inicial está *caracterizado porque* la pieza de conexión está conectada a las patas por medio de codos y las patas están sujetas dentro de canales de las superficies interiores de las partes primera y segunda de la carcasa que se extienden desde las caras inferiores de los codos atravesando completamente la base, y donde cada pata está acoplada térmicamente entre las partes primera y segunda de la carcasa entre los codos y el lado de entrada/salida del tubo sensor.

60 Se ha descubierto que el problema de los gradientes de temperatura a través del tubo sensor (o a través de porciones de dicho tubo sensor) puede ser resuelto en gran medida por la construcción de acoplamiento térmico explicada anteriormente.

65 Del documento US 5.191.793 se conoce un dispositivo medidor de flujo, el cual tiene un conducto sensor dentro de una carcasa. Existen en la carcasa zonas de soporte muy cortas que tienen el objetivo de minimizar el contacto entre la carcasa y el conducto.

## ES 2 340 724 T3

Para conseguir un buen funcionamiento, una realización preferente está *caracterizada porque* el tubo sensor con forma de U queda libre entre las partes de la carcasa entre su lado de entrada y el elemento resistivo situado aguas arriba y entre su lado de salida y el elemento resistivo situado aguas abajo excepto para las posiciones en que está acoplado térmicamente.

5 Una realización que tiene la ventaja de un acoplamiento térmico eficaz está *caracterizada porque* las cavidades de la superficie interior de la primera parte de la carcasa y las cavidades de la superficie interior de la segunda parte de la carcasa constituyen canales que se corresponden entre sí dos a dos, siendo dichos canales menos profundos en aquellas posiciones en las que el tubo sensor está térmicamente acoplado de lo que lo son en otras posiciones.

10 La porción del tubo sensor que queda entre las porciones de los elementos de resistencia eléctrica que miran en direcciones opuestas una de la otra (es decir, el segmento operativo del tubo sensor) puede estar situada en canales mutuamente enfrentados de las superficies internas de dimensiones tales que el tubo (con arrollamientos) queda libre de las partes de la carcasa.

15 Sin embargo, si las cavidades (los canales) son tan anchas que puede aparecer un flujo de aire alrededor del segmento operativo del tubo durante el funcionamiento (lo que se conoce como el efecto chimenea), puede ser aconsejable disponer espuma de poliestireno en el espacio que rodea a esta porción del tubo. Sin embargo, una desventaja de esto es que se ha observado que va en contra de un funcionamiento rápido del sensor.

20 Por consiguiente, una realización adicional está *caracterizada porque* la pieza de conexión del tubo sensor con forma de U con los elementos de resistencia proporcionados sobre él está estrechamente rodeada por las cavidades, es decir, los canales, mutuamente enfrentadas de las superficies interiores de las partes de la carcasa.

25 El hecho de que los canales rodeen estrechamente al tubo con arrollamientos sirve para garantizar que el aire alrededor del tubo permanezca estacionario durante el funcionamiento, de manera que no se produzca ningún flujo de calor alrededor del sensor (dando origen al llamado efecto chimenea).

30 Un problema adicional en sistemas de medida que funcionan de acuerdo con el principio CT es que se produce una caída (indeseable) en la señal de medida cuando existe un flujo comparativamente bajo a través del tubo.

35 Para evitar esta caída, una realización adicional está *caracterizada porque* además la pieza de conexión del tubo sensor con forma de U está térmicamente acoplada entre las partes de la carcasa en una posición situada entre los dos elementos de resistencia eléctrica. Esta realización es de especial importancia en casos en los que se produce acoplamiento térmico en los codos o cerca de ellos, en particular en combinación con elementos de resistencia de valores diferentes.

40 La provisión de un contacto térmico entre el tubo y las partes de la carcasa en una posición situada entre los dos elementos de resistencia garantiza que en esta posición cualquier calor generado por el calentador y que fluya a través de la pared del tubo se descarga hacia la carcasa, de forma que no pueda alcanzar el detector de temperatura situado aguas arriba, es decir, de forma que no pueda influir adversamente en este último. La caída mencionada anteriormente está provocada por influencias indeseables de este tipo.

45 Un rasgo adicional del invento es la característica de que cada parte de la carcasa comprende una porción de la base, y que las patas del tubo sensor se hacen pasar al exterior a través de cavidades dispuestas dos a dos una enfrente de la otra en dichas porciones de la base. Esta realización hace posible una fabricación automatizada del sensor así como una colocación automatizada de dicho sensor sobre una construcción base de un controlador de flujo másico.

50 Un paso adicional hacia la automatización está *caracterizado porque* las partes primera y segunda de la carcasa se fabrican a partir de una aleación metálica por medio de colada en molde. La colada en molde de las partes de la carcasa hace innecesario ningún rectificado y/o corte de las citadas partes de la carcasa.

55 A modo de ejemplo, se explicará ahora con más detalle una realización del invento haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

La figura 1A es una vista en sección longitudinal de una carcasa alternativa para un sensor de flujo de acuerdo con el invento; y

60 La figura 1B es una vista en sección transversal tomada sobre la línea V de la figura 1A.

El invento se refiere a un sensor de flujo que comprende una primera parte de la carcasa y una segunda parte de la carcasa. Las partes de la carcasa se pueden fabricar a partir de una aleación metálica buena conductora del calor, tal como una aleación de zinc-aluminio, por medio de una técnica de colada en molde. Las partes encajan una en/sobre la otra tras su ensamblaje, es decir, las superficies interiores de las mismas quedan una encima de la otra. Dichas partes se centran mediante juntas de caja y espiga. Las espigas pueden estar conformadas por crestas sobre la superficie interior de una parte de la carcasa, y las cajas por las aberturas de la otra parte de la carcasa que coinciden con las crestas. Esto permite llevar a cabo un proceso de automatización por el cual las partes de la carcasa se suministran sobre una

## ES 2 340 724 T3

bandeja, el tubo sensor se sitúa dentro de una de las partes de la carcasa y las partes de la carcasa se encajan a presión unas dentro de otras por medio de un robot.

El sensor comprende un tubo sensor. Este es un tubo capilar de acero inoxidable de una sola pieza, por ejemplo 5 con un diámetro exterior de 0,3 mm y un diámetro interior de 0,2 mm. El tubo está doblado en forma de U y tiene patas que están conectadas entre sí por una pieza de conexión. Una pata tiene un lado de entrada para recibir el flujo  $\Phi$  a medir y la otra parte tiene un lado de salida para el flujo  $\Phi$  a medir. La pieza de conexión soporta elementos de resistencia, los cuales están en contacto con buena transmisión del calor con la pieza de conexión. Los elementos de resistencia pueden estar construidos como arrollamientos eléctricos proporcionados alrededor de la pieza de conexión. 10 Sin embargo, el invento no está limitado a esta realización. Durante el montaje, el tubo sensor se coloca con sus elementos de resistencia eléctrica dentro de canales proporcionados en la superficie interior de una parte de la carcasa. De esta forma la superficie principal del tubo con forma de U queda paralela a la superficie interior de una parte de la carcasa (y después del montaje también a la superficie interior de la otra parte de la carcasa).

15 Entre los canales antes mencionados existe un canal más ancho y más profundo. Este canal rodea al segmento operativo del tubo con forma de U después del montaje, es decir, a esa porción de la pieza de conexión que queda entre los lados de los arrollamientos eléctricos que miran en direcciones opuestas una de la otra. Preferiblemente, la anchura y la profundidad de este canal son tales que el segmento operativo queda estrechamente rodeado para garantizar que el aire dentro del canal permanezca tan estacionario como sea posible durante el funcionamiento. La 20 distancia entre los elementos de resistencia y la pared del canal es, por ejemplo, del orden de unas pocas décimas de milímetro.

En una realización un canal, el cual rodea al segmento operativo del tubo sensor con forma de U en una posición situada entre los elementos de resistencia eléctrica, está provisto de una elevación sobre la cual descansa el segmento 25 operativo. Cuando las partes de la carcasa se ensamblan entre sí, el tubo se acoplará térmicamente en una posición situada entre los elementos de resistencia eléctrica.

De esta forma se transmite calor desde el tubo a la carcasa entre los arrollamientos durante el funcionamiento, lo cual es importante para obtener valores de medida correctos cuando se hace funcionar el sensor de flujo térmico 30 mediante el método CT. Si existen un sensor y un arrollamiento calentador, es importante que la posición del contacto térmico (la elevación) sea más cercana al sensor que al calentador (preferiblemente tan cercana como sea posible al sensor) para evitar cualquier influencia indeseable del calentador sobre el sensor.

La figura 1A, la cual es una vista esquemática en sección longitudinal de una carcasa para un sensor de flujo de acuerdo 35 con el invento, y la figura 1B, la cual es una vista en sección transversal tomada sobre la línea V de la figura 1A, presentan una realización del invento.

En la figura 1A, los canales 55, 56 de la superficie interior de la parte 60 de la carcasa se extienden desde los lados inferiores de los codos atravesando totalmente la base 59. En esta construcción se puede proporcionar un acoplamiento 40 térmico del tubo 54 sensor entre los elementos A' y B' de resistencia.

La expresión “tubo con forma de U” denota cualquier configuración de dos patas conectadas entre sí por una pieza de conexión, por ejemplo también configuraciones en las que las patas están más próximas entre sí cerca de sus extremos que en la pieza de conexión.

45 Aspectos específicos adicionales del sensor de flujo de acuerdo con el invento son: existen dos arrollamientos (elementos de resistencia) que están situados uno junto al otro sobre la pieza de conexión, preferiblemente de forma simétrica con respecto al centro de dicha pieza de conexión. Las partes de la carcasa conforman una carcasa en la que la pata de conexión queda en la parte superior durante el funcionamiento, de manera que un gradiente de temperatura en la base (sobre la cual está firmemente atornillado el sensor) se elimina antes de que se alcance la parte operativa del sensor.

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

5 1. Un sensor de flujo del tipo térmico que tiene un tubo (54) sensor con forma de U con dos patas (52, 53) y una pieza de conexión con dos elementos (A', B') de resistencia eléctrica contiguos y con una carcasa sobre una base (59), en el cual el tubo (54) sensor con forma de U tiene un lado de entrada por el que entra el flujo y un lado de salida por el que sale el flujo,

10 en el cual la carcasa comprende una parte primera (60) y segunda (60') de un material buen conductor del calor, cada una con una superficie interna dotada de cavidades y con una superficie externa,

15 las partes primera (60) y segunda (60') de la carcasa están situadas con sus superficies interiores apoyadas una contra la otra, mientras que el tubo (54) sensor con forma de U tiene una superficie principal que se extiende paralela a las superficies interiores, y las cavidades de las partes primera y segunda de la carcasa rodean a la pieza de conexión y a las patas del tubo sensor con forma de U,

20 la pieza de conexión está conectada a las patas (52, 53) por medio de codos (57, 58), y las patas (52, 53) están sujetas dentro de canales (55, 56) de las superficies interiores de las partes primera (60) y segunda (60') de la carcasa que se extienden desde las caras inferiores de los codos (57, 58) atravesando totalmente la base (59), **caracterizado** porque cada pata (52, 53) está acoplada térmicamente entre las partes primera (60) y segunda (60') de la carcasa entre los codos (57, 58) y el lado de entrada/salida del tubo (54) sensor.

25 2. Un sensor de flujo como se reivindica en la reivindicación 1,

29 **caracterizado** porque el tubo (54) sensor con forma de U no hace contacto con las partes primera (60) y segunda (60') de la carcasa entre su lado de entrada y el elemento (A') de resistencia situado aguas arriba y entre su lado de salida y el elemento (B') de resistencia situado aguas abajo, excepto para aquellas posiciones en las que está acoplado térmicamente.

30

3. Un sensor de flujo como se reivindica en la reivindicación 1,

35 **caracterizado** porque cavidades de la superficie interior de la primera parte (60) de la carcasa y cavidades de la superficie interior de la segunda parte (60') de la carcasa constituyen canales que se corresponden entre sí dos a dos, siendo dichos canales menos profundos en posiciones en las que el tubo (54) sensor está acoplado térmicamente que en zonas en las que el tubo (54) sensor no está acoplado térmicamente.

40

4. Un sensor de flujo como se reivindica en las reivindicaciones 1, 2 ó 3,

45 **caracterizado** porque la pieza de conexión del tubo (54) sensor con forma de U con los elementos (A', B') de resistencia proporcionados sobre el mismo está rodeada estrechamente por las cavidades situadas unas frente a otras de las superficies internas de las partes primera (60) y segunda (60') de la carcasa.

50

5. Un sensor de flujo como se reivindica en la reivindicación 1,

55 **caracterizado** porque además la pieza de conexión del tubo (54) sensor con forma de U está acoplada térmicamente entre las partes primera (60) y segunda (60') en una posición entre los dos elementos (A', B') de resistencia eléctrica.

60

6. Un sensor de flujo como se reivindica en la reivindicación 1,

55 **caracterizado** porque cada una de las partes primera (60) y segunda (60') de la carcasa comprende una porción de base, y porque las patas del tubo sensor se hacen pasar hasta el exterior a través de cavidades, dispuestas dos a dos unas frente a otras dentro de dichas porciones de base.

65

7. Un sensor de flujo como se reivindica en la reivindicación 1,

65 **caracterizado** porque las partes primera (60) y segunda (60') de la carcasa se fabrican a partir de una aleación metálica por medio de colada en molde.

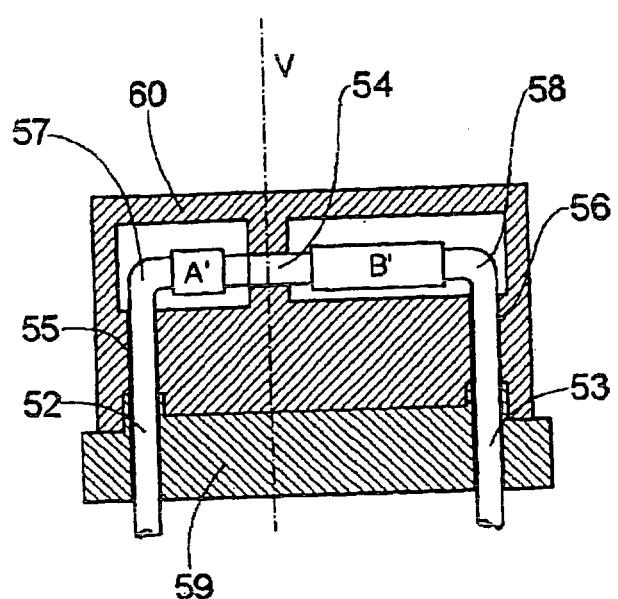


FIG. 1A

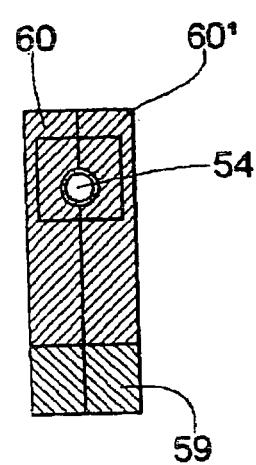


FIG. 1B