

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 119**

51 Int. Cl.:

G01N 25/00 (2006.01)

G01F 1/68 (2006.01)

G01F 1/84 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2015 PCT/NL2015/050040**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2015 WO15112009**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2015 E 15703637 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3097408**

54 Título: **Sistema de medición de flujo y procedimiento para determinar al menos una propiedad de un medio**

30 Prioridad:

23.01.2014 NL 2012126

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

19.06.2018

73 Titular/es:

**BERKIN B.V. (100.0%)
Nijverheidsstraat 1a
7261 AK Ruurlo, NL**

72 Inventor/es:

LÖTTERS, JOOST CONRAD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 673 119 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

Sistema de medición de flujo y procedimiento para determinar al menos una propiedad de un medio

La invención se refiere a un sistema de medición de flujo para determinar una propiedad de un medio, en la que el sistema comprende un sensor de flujo.

5 La invención se refiere además a un procedimiento para determinar una propiedad de un medio.

En muchos campos de la tecnología, es importante el conocimiento del caudal y de la composición de un medio líquido o gaseoso. Esto es cierto, por ejemplo, en la química del flujo para la producción de medicamentos especializados, para la producción de la mezcla correcta de gases para fines médicos y para la medición de la composición del gas combustible para determinar su contenido energético.

10 En las bombas de infusión médicas, especialmente en neonatología, es esencial conocer tanto el caudal del medio como su composición, cuando un bebé recién nacido debe recibir el medicamento correcto y la cantidad correcta de medicamento y/o nutriente. Una dificultad aquí es que los caudales involucrados en este ejemplo son extremadamente pequeños y, por lo tanto, surgen dificultades con respecto a la precisión de las mediciones.

15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de medición de flujo que permita medir el caudal y al menos una propiedad física de un medio, en particular un medio líquido y/o gaseoso.

20 Con este fin, la invención proporciona un sistema de medición de flujo para determinar el flujo de un medio, que comprende un sensor de flujo de tipo Coriolis, un sensor de flujo térmico y una unidad de procesamiento conectada al sensor de tipo Coriolis y al sensor térmico. De acuerdo con la invención, la unidad de procesamiento está dispuesta para determinar, basándose en las señales de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor térmico, en particular basándose en una combinación de las señales de salida tanto del sensor de flujo de tipo Coriolis como del sensor térmico, al menos una de la conductividad térmica y de la capacidad calorífica específica de un medio en el sistema de medición de flujo.

25 Con el sistema de medición de flujo, el flujo puede medirse utilizando el sensor de flujo de tipo Coriolis o el sensor de flujo térmico (o ambos). La combinación del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor térmico permite una evaluación de al menos una de la conductividad térmica y de la capacidad calorífica específica de un medio en el sistema de medición de flujo, como se explicará a continuación.

En general, la unidad de procesamiento está dispuesta para determinar al menos una de la conductividad térmica y de la capacidad calorífica específica de un medio en el sistema de medición de flujo comparando las señales de salida tanto del sensor de flujo de tipo Coriolis como del sensor térmico.

30 Comparando las señales de salida del sensor de flujo térmico con las señales de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis, en particular con flujos bajos, puede calcularse la capacidad calorífica específica del medio. Se observó que cuando la señal de salida del sensor de flujo térmico se representa frente a la señal de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis, la pendiente de la curva es una medida de la capacidad calorífica del medio que está dentro de ambos sensores. La curva resultante puede describirse mediante una función que tiene constantes de sensor independientes del medio:

$$S = f(y, C) \quad (1)$$

Siendo S es la señal de salida del sensor de flujo térmico e y la señal de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis. C es una constante de sensor independiente del medio que puede determinarse utilizando un medio de referencia, con el que puede realizarse la calibración del sistema de medición de flujo.

40 Cuando un medio distinto al medio de referencia está presente en el sistema, la ecuación (1) puede resolverse para un cierto valor de S. La relación entre el valor resuelto para y y el valor medido para y, multiplicada por el valor de la capacidad calorífica específica del aire del medio de referencia, proporciona el valor de la capacidad calorífica específica del medio real.

45 Por lo tanto, a partir de lo anterior, está claro que al menos la capacidad calorífica específica puede determinarse utilizando las señales de salida tanto del sensor de flujo de tipo Coriolis como del sensor de flujo térmico.

50 Adicional o alternativamente, también puede determinarse la conductividad térmica. La conductividad térmica puede determinarse comparando las señales de salida de los sensores de flujo térmico y de tipo Coriolis con flujos más altos. Cuando la señal de salida del sensor de flujo térmico se representa frente a la señal de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis, la pendiente de la curva a flujos más altos es una medida de la conductividad térmica del medio que está dentro de ambos sensores. La curva resultante puede describirse mediante:

$$S = f(y, \lambda, X) \quad (2)$$

5 Donde S es la señal de salida del sensor de flujo térmico, y es la señal de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis, λ la conductividad térmica y X es una constante de sensor independiente del medio. La conductividad térmica puede determinarse resolviendo la ecuación (2) para λ , con valores conocidos (medidos) para las señales de salida de los sensores de flujo térmico y del sensor de flujo de tipo Coriolis, y utilizando la constante de sensor X.

Con lo anterior, se obtiene un sistema de medición de flujo con el que puede determinarse el flujo, y al menos una de la capacidad calorífica específica y de la conductividad térmica de un medio. Con esto, se logra el objeto de la invención.

10 En particular, de lo anterior se desprende que la unidad de procesamiento puede estar dispuesta para determinar al menos una de la conductividad térmica y de la capacidad calorífica específica basándose en una ecuación $S=f(y, \dots)$ que tiene al menos dos variables, en la que las al menos dos variables están definidas por la salida (y) del sensor de flujo de tipo Coriolis y por la salida (S) del sensor térmico. La unidad de procesamiento puede estar dispuesta para resolver la ecuación basándose en las señales de salida. La unidad de procesamiento puede estar dispuesta adicional o alternativamente para utilizar las señales de salida para resolver dicha ecuación por medio de una tabla de referencia (tabla de consulta) almacenada en la unidad de procesamiento o en una unidad conectada a la misma.

15 En una realización particular, la ecuación (1) puede especificarse mediante una función polinómica, en una realización una función polinómica de tercer orden, para describir la relación entre la señal de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis y la señal de salida del sensor de flujo térmico:

$$S = C_1 y^3 + C_2 y^2 + C_3 y + C_4 \quad (3)$$

20 En la que C1-C4 son constantes de sensor independientes del medio que pueden obtenerse durante la calibración. Como se ha indicado anteriormente, la ecuación (3) puede resolverse para un cierto valor de S. La relación entre el valor resuelto para y y el valor medido para y, multiplicada por el valor de la capacidad calorífica específica del aire del medio de referencia, proporciona la valor de la capacidad calorífica específica del medio real. La función puede almacenarse en la unidad de procesamiento, de modo que la unidad de procesamiento puede resolver la ecuación 3 basándose en las mediciones obtenidas por el sistema.

25 En una realización, el sistema de medición de flujo comprende un valor de referencia de una conductividad térmica de un fluido de ensayo. El valor de referencia puede almacenarse en la unidad de procesamiento. La unidad de procesamiento puede estar dispuesta entonces para utilizar el valor de referencia de la conductividad térmica para determinar la conductividad térmica del medio en el sistema de medición de flujo, como se ha descrito anteriormente.

30 En una realización, la conductividad térmica puede obtenerse a partir de la pendiente de la curva obtenida al representar la señal de salida del sensor de flujo térmico frente a la señal de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis. Se descubrió que la curva especificada por la ecuación (2) puede describirse más específicamente por:

$$S = X_0 c_p \Phi_m \left(1 - \frac{X_1}{\lambda} c_p \Phi_m - X_2 c_p \Phi_m \right) \quad (4)$$

35 Donde S es la señal de salida del sensor de flujo térmico, X_0 - X_2 son constantes de sensor independientes del medio, c_p es la capacidad calorífica específica, Φ_m el flujo másico y λ la conductividad térmica.

En una realización, la conductividad térmica λ se determina a partir de la ecuación (4) mediante ajuste de curva, es decir, sin ninguna relación analítica directa.

40 En una realización preferida, el sistema de medición de flujo comprende además un sensor de presión. Comparando las señales de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor de presión, y teniendo en cuenta la densidad que puede obtenerse mediante el sensor de flujo de tipo Coriolis, puede calcularse la viscosidad del medio.

En una realización, el sensor de presión es un sensor de presión diferencial, dispuesto para medir la presión diferencial entre la entrada y la salida.

45 En una realización del sistema de medición de flujo, la unidad de procesamiento está conectada al sensor de presión, y está dispuesta para determinar la viscosidad del medio en el sistema de medición de flujo, basándose en las señales de salida tanto del sensor de flujo de tipo Coriolis como del sensor de presión.

En una realización, puede utilizarse la siguiente ecuación para determinar la viscosidad del medio:

$$\eta = \frac{\Delta P}{\Phi_v * R_0} = \frac{\Delta P * \rho}{\Phi_m * R_0} \quad (5)$$

5 La resistencia hidráulica R_0 independiente del medio se determina utilizando un medio de calibración, tal como aire, como medio de referencia. En una realización, el flujo másico Φ_m y la densidad ρ pueden medirse mediante el sensor de tipo Coriolis, la caída de presión ΔP puede obtenerse a partir del sensor de presión.

Para gases, la densidad medida puede corregirse para la compresibilidad del gas.

10 La unidad de procesamiento puede estar dispuesta para determinar un valor característico del flujo del medio en el sistema de medición de flujo, en particular el número de Reynolds. El número de Reynolds se basa en la presión y la viscosidad, que puede obtenerse a partir de la ecuación (5) como se ha descrito anteriormente, utilizando el sensor de presión y el sensor de flujo de tipo Coriolis. Este valor característico puede utilizarse, como se describirá más adelante.

15 En una realización, el sistema de medición de flujo comprende un valor característico de referencia del flujo almacenado en la unidad de procesamiento, en el que la unidad de procesamiento está dispuesta para determinar la capacidad calorífica específica cuando el valor característico del flujo determinado excede o está por debajo del valor característico de referencia del flujo, y para determinar la conductividad térmica cuando el valor característico del flujo determinado está por debajo o excede, respectivamente, del valor característico de referencia del flujo.

20 Por ejemplo, se ha comprobado que a flujos bajos puede determinarse la conductividad térmica, y que a flujos relativamente altos puede determinarse la capacidad calorífica específica. El valor característico del flujo del medio en el sistema de medición de flujo, en particular el número de Reynolds, puede utilizarse para determinar si el medio en el sistema de medición de flujo tiene un flujo bajo o alto. El valor característico determinado puede compararse con un valor de referencia almacenado en la unidad de procesamiento, y basándose en eso, pueden determinarse la capacidad calorífica específica y la conductividad térmica. Es posible que el número de Reynolds se utilice como el valor característico del flujo. En ese caso, los números de Reynolds relativamente bajos pertenecen a flujos relativamente bajos, y los números de Reynolds relativamente altos pertenecen a flujos relativamente altos. Es posible que se utilice el inverso del número de Reynolds, que de hecho daría un número mayor para flujos más bajos. En ese caso, lo anterior aún se aplica, haciendo los cambios necesarios.

30 De acuerdo con una realización de la invención, se proporciona un sistema de medición de flujo multiparámetro integrado, que comprende un sensor de flujo de tipo Coriolis integrado, un sensor de flujo térmico integrado, y preferentemente un sensor de presión. En una realización, la unidad de procesamiento también está integrada. El sistema integrado permite la medición en el mismo chip, el análisis y la determinación del flujo y varias propiedades físicas de gases y líquidos. Con el sistema, es posible medir el caudal, la densidad, la viscosidad, la capacidad calorífica específica y la conductividad térmica de, por ejemplo, hidrógeno, helio, nitrógeno, aire, argón, agua e IPA (alcohol isopropílico, IPA por sus siglas en inglés, IsoPropyl Alcohol).

35 En una realización, la unidad de procesamiento está dispuesta para identificar el medio en el sistema de medición de flujo, en particular basándose en valores determinados para al menos una de la capacidad calorífica específica, la conductividad térmica y la densidad. La identificación puede producirse comparando los valores determinados de la capacidad calorífica específica y/o la conductividad térmica y/o la densidad con los valores almacenados en el sistema, por ejemplo almacenados en la unidad de procesamiento.

40 En una realización, el medio es una mezcla que comprende dos componentes conocidos, en la que la unidad de procesamiento está dispuesta para determinar la fracción de cada uno de los componentes conocidos, en particular basándose en valores determinados para al menos una de la capacidad calorífica específica, la conductividad térmica y la densidad de la mezcla. En este caso, puede utilizarse una tabla de referencia que comprenda valores de capacidad calorífica específica, conductividad térmica y/o densidad de diversos medios, que pueden almacenarse en la unidad de procesamiento.

45 De acuerdo con un aspecto, la invención proporciona un procedimiento para determinar al menos una de la conductividad térmica y la capacidad calorífica específica de un medio, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- proporcionar un medio del que debe determinarse al menos una de la conductividad térmica y la capacidad calorífica específica;
- 50 – conducir el medio a través de un sensor de flujo de tipo Coriolis para obtener una señal de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis;
- conducir el medio a través de un sensor de flujo térmico para obtener una señal de salida del sensor de flujo térmico;
- determinar, basándose en las señales de salida tanto del sensor de flujo de tipo Coriolis como del sensor

térmico, al menos una de la conductividad térmica y la capacidad calorífica específica del medio en el sistema de medición de flujo.

De acuerdo con una realización, el procedimiento comprende además las etapas de determinar una presión, en particular una presión diferencial del medio.

- 5 El procedimiento puede comprender la etapa de determinar, basándose en las señales de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis y en la presión determinada, la viscosidad del medio en el sistema de medición de flujo.

En una realización el procedimiento comprende la etapa adicional de determinar un valor característico del flujo del medio en el sistema de medición de flujo, en particular el número de Reynolds.

- 10 En una realización, el procedimiento comprende además la etapa de comparar el valor característico del flujo determinado con un valor característico de referencia del flujo, y basándose en esta comparación, determinar:

- la capacidad calorífica específica cuando el valor característico determinado está por debajo del valor característico de referencia; y
- la conductividad térmica cuando el valor característico determinado excede el valor característico de referencia.

- 15 Puede utilizarse un valor de capacidad calorífica específica de referencia de un fluido de ensayo para determinar la capacidad calorífica específica del medio en el sistema de medición de flujo.

En una realización, el procedimiento puede comprender la etapa de comparar un valor esperado de la señal de salida de uno del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor de flujo térmico con un valor medido de dicho uno del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor de flujo térmico, en el que la relación entre el valor esperado y el valor medido se utiliza para determinar la capacidad calorífica específica del medio.

- 20 La invención y sus ventajas se explicarán a continuación con respecto a varias realizaciones a modo de ejemplo, no limitativas de la misma, en combinación con las figuras adjuntas, en las que:

la figura 1 es una vista general esquemática de una configuración que comprende un sistema de medición de flujo de acuerdo con la invención;

- 25 la figura 2 es un diagrama que muestra la señal de salida S del sensor de flujo térmico frente a la señal de salida y del sensor de flujo de tipo Coriolis para determinar la capacidad calorífica específica del medio, y la comparación (insertada) de los valores M medidos frente a los valores L de la literatura;

la figura 3 es un diagrama que muestra la señal de salida y del sensor de flujo de tipo Coriolis frente a la señal de salida p del sensor de presión para determinar la viscosidad del medio, y la comparación (insertada) de los valores M medidos frente a los valores L de la literatura;

- 30 la figura 4 es una comparación de los valores M medidos frente a los valores L de la literatura para la conductividad térmica;

la figura 5 es una imagen de un sistema de medición de flujo multiparámetro integrado de acuerdo con una realización de la invención.

- 35 La figura 1 muestra una vista general esquemática de una configuración que incluye un sistema 1 de medición de flujo de acuerdo con una realización de la invención. El sistema 1 de medición de flujo comprende un tubo 11, 12, 13 de flujo a través del cual puede fluir un medio. La dirección del flujo a través del tubo está indicada por las flechas A y B. El sistema 1 comprende un sensor 4 de flujo de tipo Coriolis y un sensor 6 de flujo térmico.

- 40 Los expertos en la materia conocen per se tal sensor 4 de flujo de tipo Coriolis y tal sensor 6 de flujo térmico, y por lo tanto, estos no se describirán adicionalmente en el presente documento. Se hace referencia, por ejemplo, a los documentos EP 2 397 823 A1 y EP 2 530 438 que describen detalles de un sensor de flujo de tipo Coriolis, y al documento EP 1 867 962 A1 que describe detalles de un sensor de flujo térmico. La combinación de un sensor de flujo de tipo Coriolis y de un sensor térmico se conoce por Lötters, J.C. y col.: "Sistema de detección de flujo térmico y de microcoriolis integrado con un intervalo de flujo dinámico de más de cinco décadas", Micromachines 2012, 3, 194-203; doi: 10.3390/mi3010194. La invención no está limitada a ningún tipo específico de sensor de flujo de tipo
- 45 Coriolis o de sensor de flujo térmico.

El sistema 1 de medición de flujo mostrado en la figura 1 comprende un sensor 8 de presión, que en este caso es un sensor 8 de presión diferencial. Este sensor está conectado al tubo 11 de flujo corriente arriba de los sensores 4, 6; así como también al tubo 13 de flujo corriente abajo de los sensores 4, 6.

- 50 Los sensores 4, 6, 8 están conectados a una unidad 3 de procesamiento. En la realización mostrada, los sensores están acoplados a un ordenador 20 de la unidad 3 de procesamiento por medio de elementos 14, 16, 18 convertidores que pueden utilizarse para procesar inicialmente las señales de salida que se generan por los sensores 4, 6, 8 o para cualquier otro fin adecuado, como por ejemplo, para controlar y/u operar los sensores 4, 6, 8.

Para una configuración experimental, tal como se muestra en la figura 1, la configuración comprende un controlador 31 de presión de referencia, corriente arriba de los sensores, 4, 6, 8; así como un caudalímetro de

referencia situado corriente abajo de los sensores 4, 6, 8. Estos se proporcionan para fines de calibración y/o de verificación.

La flecha discontinua 2 de la figura 1 indica una unidad 2 de sensor de un sistema de medición de flujo de acuerdo con una realización de la invención. La unidad de sensor comprende un sensor 4 de flujo de tipo Coriolis integrado, y un sensor 6 de flujo térmico integrado. Preferentemente, la unidad 2 de sensor comprende adicionalmente el sensor 8 de presión. El sistema de medición de flujo de acuerdo con la invención comprende además la unidad 3 de procesamiento. Por lo tanto, en la figura 1 se muestra la estructura básica de un sistema 1 de medición de flujo multiparámetro integrado. Aquí, el sistema 1 consiste en un sensor 4 de flujo de tipo Coriolis y en un sensor 6 de flujo térmico integrados, y un sensor 8 de presión diferencial adicional. En la figura 5 se muestra un ejemplo de un sistema de medición de flujo integrado en un chip de sistema, que muestra claramente el sensor de tipo Coriolis con forma de bucle (arriba a la derecha) y el sensor de flujo térmico (abajo a la izquierda). Tal chip de sistema puede utilizarse para mediciones precisas de gases y líquidos, ya que este sistema reduce al máximo el volumen interno del sistema. Esto es ventajoso en comparación con un sistema compuesto por dispositivos separados.

Haciendo referencia todavía a la figura 1, en uso, el flujo de fluido entra al sistema por la entrada, pasa a través del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor de flujo térmico, y deja el sistema por la salida. La presión diferencial entre la entrada y la salida se mide con el sensor de presión.

En un entorno experimental para flujos de gas, se utilizó un recipiente presurizado para generar flujos de aire, de hidrógeno, de helio, de argón y de nitrógeno en el intervalo de 1 hasta 20 mln/min. Para los flujos de líquido, se utilizó un sistema de bomba de jeringa para generar flujos de agua y de IPA en el intervalo de 1 hasta 35 mg/h a través del sistema. Se proporcionaron al sistema presiones en el intervalo de 1 a 7 bar.

Durante las mediciones, las señales de salida del sensor de presión, del sensor de flujo térmico y del sensor de flujo de tipo Coriolis se registraron simultáneamente, utilizando la unidad 3 de procesamiento, junto con las señales de salida de los instrumentos 31, 32 de referencia.

La señal de salida del sensor 8 de flujo térmico es una medida del caudal, la presión se mide mediante el sensor 8 de presión. La señal de salida del sensor 4 de flujo másico de tipo Coriolis proporciona tanto el flujo másico como información sobre la densidad del medio.

Pueden obtenerse otros parámetros a partir de las señales de salida a través de un modelo de cálculo, como se ha descrito anteriormente. Comparando las señales de salida de los sensores de flujo térmico y de tipo Coriolis con flujos bajos, puede calcularse la capacidad calorífica del medio (figura 2). Comparando las señales de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor de presión, y teniendo en cuenta la densidad, puede calcularse la viscosidad del medio (figura 3). La conductividad térmica puede determinarse comparando las señales de salida de los sensores de flujo térmico y de tipo Coriolis con flujos más altos (figura 4).

En la figura 2, se muestra la relación entre la salida S del sensor de flujo térmico (eje y) y la salida y del sensor de flujo de tipo Coriolis (eje x), que es una medida de la capacidad calorífica del medio. Aquí, se utilizaron los siguientes medios: a) helio, b) argón, c) nitrógeno, d) aire, e) hidrógeno, f) agua, g) IPA. Todas las capacidades caloríficas derivadas de la ecuación (3) estaban dentro del 5 % de su valor como se encuentra en la literatura.

En la figura 3, se muestra la relación entre la salida del sensor de flujo de tipo Coriolis y el sensor de presión, que es una medida de la viscosidad del medio. Todas las viscosidades derivadas de la ecuación (5) estaban dentro del 10 % de su valor tal como se encuentra en la literatura. Las mayores desviaciones se producen para el hidrógeno y el helio, ya que es difícil llenar el sistema con estos gases, y es probable que se produzca una mezcla entre el hidrógeno o el helio y el aire.

En la figura 4, se dan los valores de la conductividad térmica de los gases medidos. Todas las curvas ajustadas mediante la ecuación (4) encontraron valores dentro del 10 % de su valor tal como se encuentra en la literatura, excepto para el helio a, que está dentro del 20 % del valor de la literatura.

Con el sistema, es posible determinar valores para la capacidad calorífica específica y para la conductividad térmica. También es posible identificar un medio, basándose en valores determinados y en valores de referencia. Adicionalmente es posible identificar la composición de una mezcla que tiene componentes conocidos, interpolando valores de referencia para los componentes conocidos almacenados en el sistema para que coincidan con valores determinados.

En resumen, la invención se refiere a un sistema de medición de flujo para determinar el flujo de un medio, que comprende un sensor de flujo de tipo Coriolis, un sensor de flujo térmico y una unidad de procesamiento conectada a los mismos. De acuerdo con la invención, la unidad de procesamiento está dispuesta para determinar, basándose en las señales de salida del sensor de flujo de tipo Coriolis y del sensor térmico, al menos una de la conductividad térmica y de la capacidad calorífica específica de un medio en el sistema de medición de flujo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema (1) de medición de flujo para determinar el flujo de un medio, que comprende un sensor (4) de flujo de tipo Coriolis, un sensor (6) de flujo térmico y una unidad (3) de procesamiento conectada al sensor (4) de tipo Coriolis y al sensor (6) térmico, **caracterizado porque** la unidad (3) de procesamiento está dispuesta para determinar, basándose en las señales de salida del sensor (4) de flujo de tipo Coriolis y del sensor (6) térmico, al menos una de entre la conductividad térmica y de la capacidad calorífica específica de un medio en el sistema de medición de flujo.
2. Sistema de medición de flujo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema (1) de medición de flujo comprende además un sensor (8) de presión.
- 10 3. Sistema de medición de flujo de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el sensor (8) de presión está dispuesto para medir una presión diferencial.
- 15 4. Sistema de medición de flujo de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que la unidad (3) de procesamiento está conectada al sensor (8) de presión y está dispuesta para determinar, basándose en las señales de salida del sensor (4) de flujo de tipo Coriolis y del sensor (8) de presión, la viscosidad del medio en el sistema de medición de flujo.
5. Sistema de medición de flujo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (3) de procesamiento está dispuesta para determinar un valor característico del flujo del medio en el sistema de medición de flujo, en particular el número de Reynolds.
- 20 6. Sistema de medición de flujo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el sistema (1) de medición de flujo comprende un valor característico de referencia del flujo almacenado en la unidad de procesamiento, en el que la unidad de procesamiento está dispuesta para determinar la capacidad calorífica específica cuando el valor característico del flujo determinado está por debajo del valor característico de referencia del flujo, y para determinar la conductividad térmica cuando el valor característico del flujo determinado excede el valor característico de referencia del flujo.
- 25 7. Sistema de medición de flujo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema (1) de medición de flujo comprende un valor de referencia de una capacidad calorífica específica de fluidos de ensayo, y en el que la unidad (3) de procesamiento está dispuesta para utilizar el valor de referencia de la capacidad calorífica específica para determinar la conductividad térmica del medio en el sistema de medición de flujo.
- 30 8. Sistema de medición de flujo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (3) de procesamiento está dispuesta para identificar el medio en el sistema de medición de flujo, en particular basándose en valores determinados para al menos una de entre la capacidad calorífica específica, la conductividad térmica y la densidad.
- 35 9. Sistema de medición de flujo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (3) de procesamiento está dispuesta para determinar, en un medio que es una mezcla que comprende dos componentes conocidos, la fracción de cada uno de los componentes conocidos, en particular basándose en valores determinados para al menos una de entre la capacidad calorífica específica, la conductividad térmica y la densidad de la mezcla.
- 40 10. Procedimiento de determinación de al menos una de entre la conductividad térmica y la capacidad calorífica específica de un medio, que comprende las etapas de:
- proporcionar un medio del que se determinará al menos una de entre la conductividad térmica y la capacidad calorífica específica;
 - conducir el medio a través de un sensor (4) de flujo de tipo Coriolis para obtener una señal de salida del sensor (4) de flujo de tipo Coriolis;
 - 45 – conducir el medio a través de un sensor (6) de flujo térmico para obtener una señal de salida del sensor (6) de flujo térmico;
 - determinar, basándose en las señales de salida tanto del sensor (4) de flujo de tipo Coriolis como del sensor (6) térmico, al menos una de entre la conductividad térmica y la capacidad calorífica específica del medio en el sistema (1) de medición de flujo.
- 50 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además las etapas de determinar una presión, en particular una presión diferencial del medio.
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además la etapa de determinar, basándose en las señales de salida del sensor (4) de flujo de tipo Coriolis y en la presión determinada, la viscosidad del medio en el sistema (1) de medición de flujo.

13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10-12, que comprende además la etapa de determinar un valor característico del flujo del medio en el sistema (1) de medición de flujo, en particular el número de Reynolds.
14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además la etapa de comparar el valor característico del flujo determinado con un valor característico de referencia del flujo, y basándose en esta comparación, determinar:
- 5
- la capacidad calorífica específica cuando el valor característico determinado está por debajo del valor característico de referencia; y
 - la conductividad térmica cuando el valor característico determinado excede el valor característico de referencia.
- 10 15. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10-14, en el que se utiliza un valor de conductividad térmica de referencia de un fluido de ensayo para determinar la conductividad térmica del medio en el sistema (1) de medición de flujo.
- 15 16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende la etapa de comparar un valor esperado de la señal de salida de uno del sensor (4) de flujo de tipo Coriolis y del sensor (6) de flujo térmico con un valor medido de dicho uno del sensor (4) de flujo de tipo Coriolis y del sensor (6) de flujo térmico, en el que la relación entre el valor esperado y el valor medido se utiliza para determinar la capacidad calorífica específica del medio.
17. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10-16, en el que el procedimiento comprende la etapa de identificar el medio en el sistema (1) de medición de flujo, en particular basándose en valores determinados para al menos una de entre la capacidad calorífica específica, la conductividad térmica y la densidad .
- 20 18. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10-17, en el que el medio es una mezcla que comprende dos componentes conocidos, en el que el procedimiento comprende la etapa de determinar la fracción de cada uno de dos componentes conocidos, en particular basándose en valores determinados para al menos una de entre la capacidad calorífica específica, la conductividad térmica y la densidad de la mezcla.

25

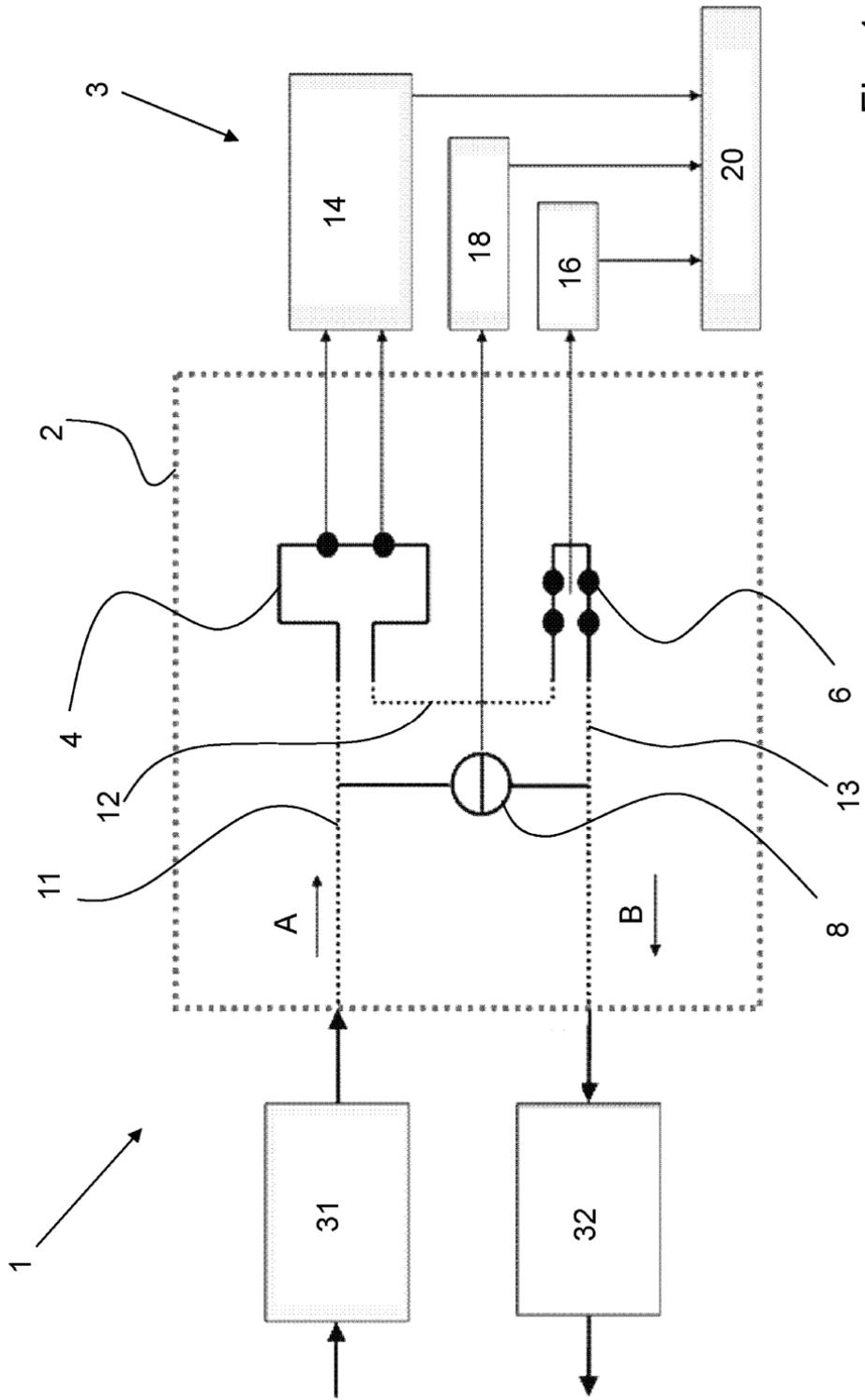


Fig. 1

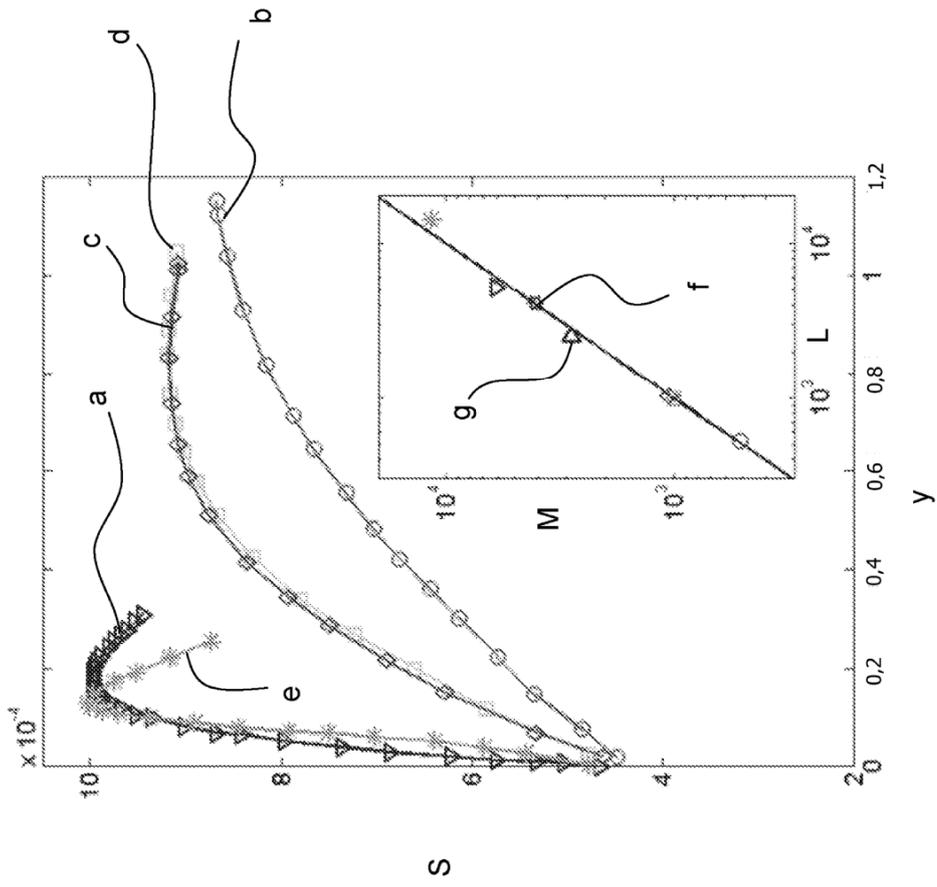


Fig. 2

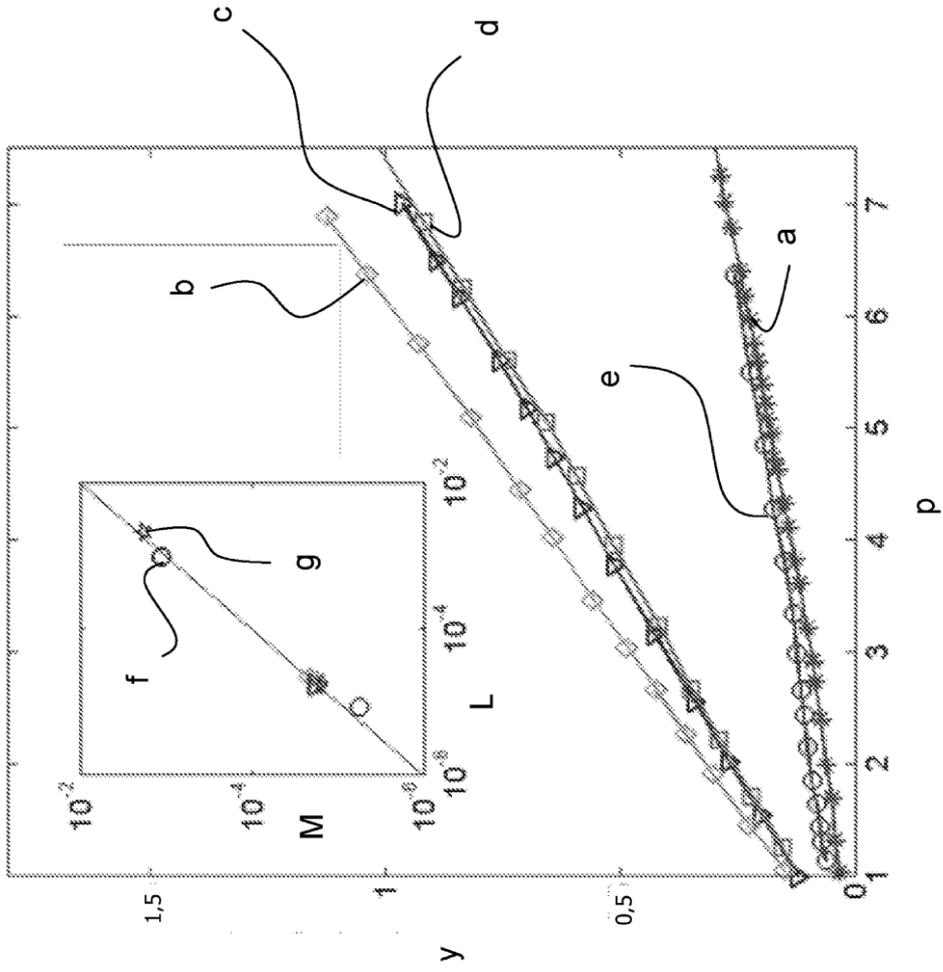


Fig. 3

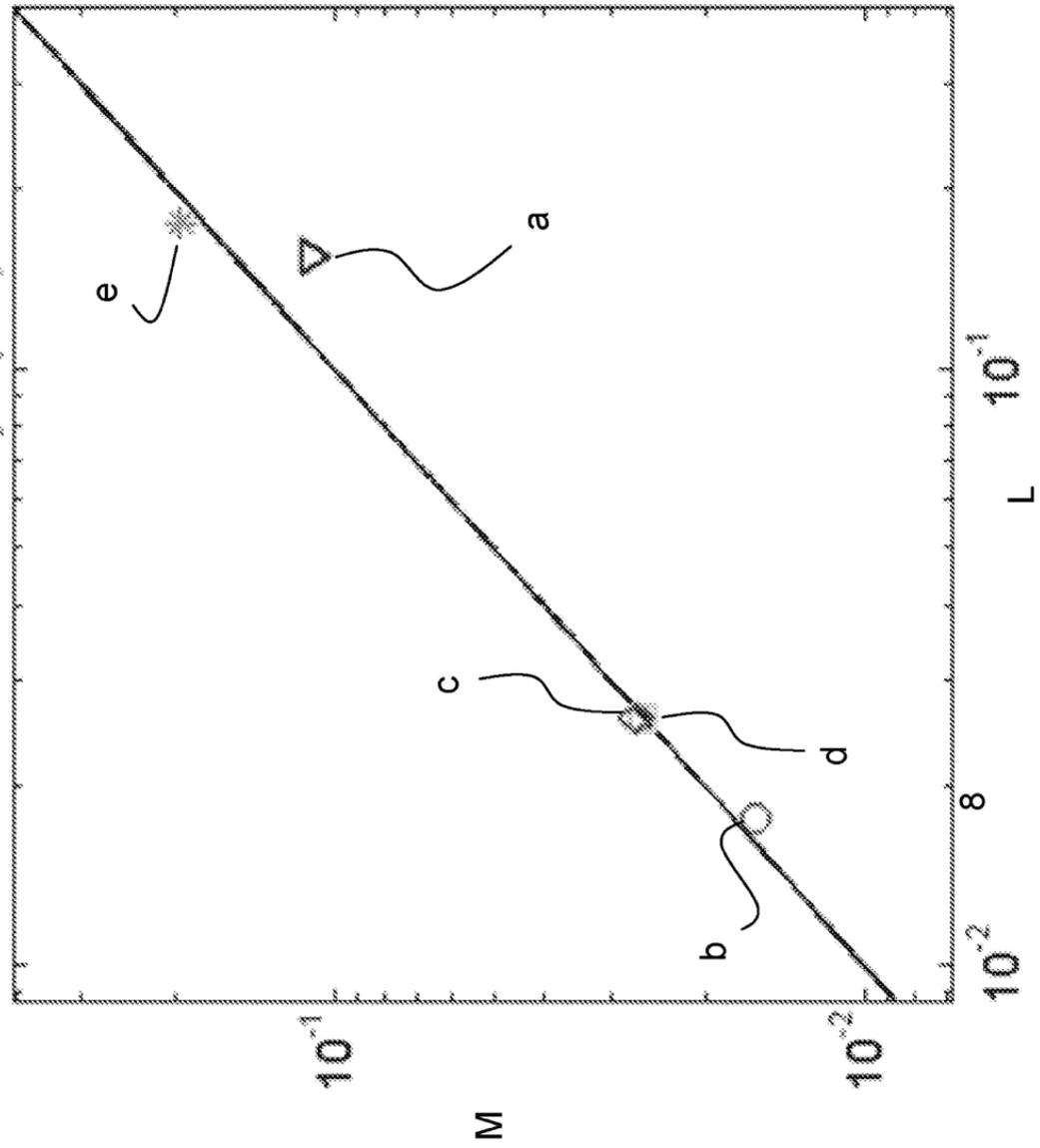


Fig. 4

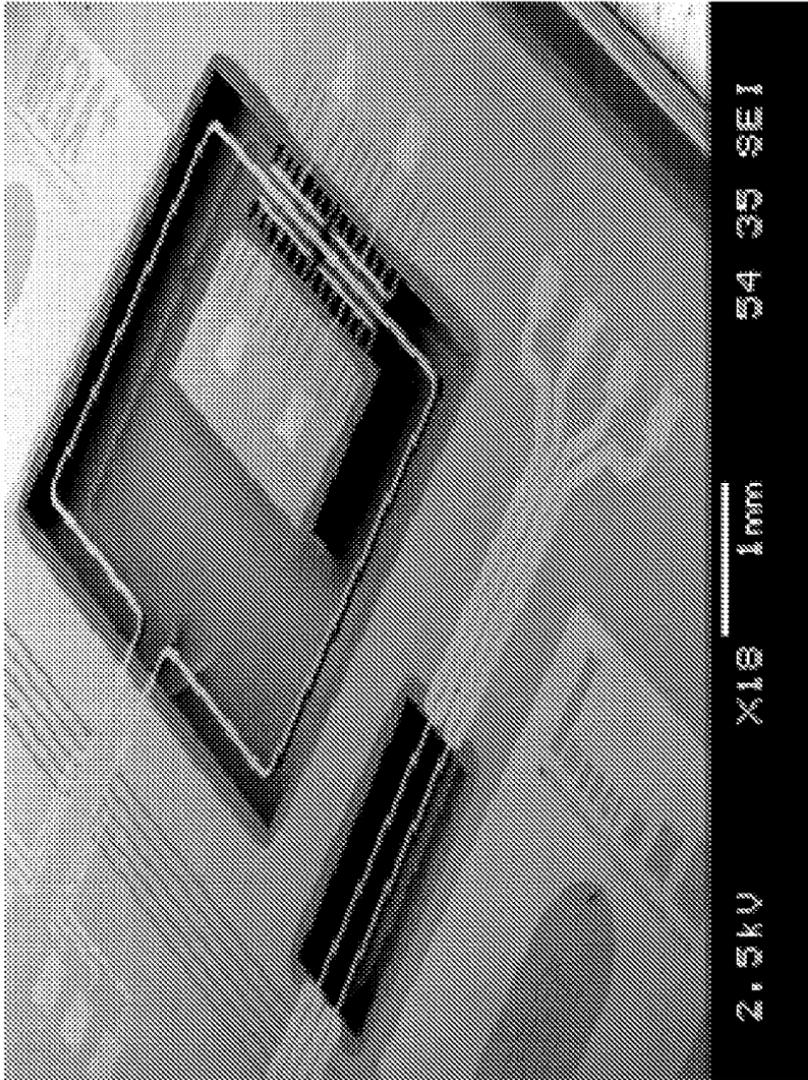


Fig. 5