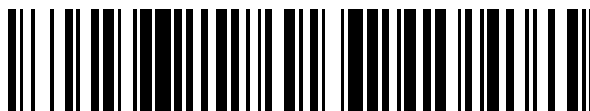


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 713**

51 Int. Cl.:

G01F 1/84 (2006.01)

G01F 1/684 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2012 E 12170442 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2530438**

54 Título: **Dispositivo de medición del flujo y su uso**

30 Prioridad:

03.06.2011 NL 2006895

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

20.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LAMMERINK, THEODORUS SIMON JOSEF;
LÖTTERS, JOOST CONRAD;
DIJKSTRA, MARCEL;
HANEVELD, JEROEN y
WIEGERINK, REMCO JOHN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 743 713 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

Dispositivo de medición del flujo y su uso

La presente invención versa acerca de un medidor de flujo para determinar un flujo de un medio, comprendiendo dicho medidor de flujo un tubo de flujo para transportar el medio cuyo flujo ha de ser medido, teniendo el tubo de flujo un primer extremo y un segundo extremo a una distancia desde el mismo, y estando dotado el medidor de flujo de un primer sensor de flujo para medir el flujo del medio en una primera posición del tubo de flujo. La presente invención también versa acerca del uso de tal medidor de flujo.

Se conoce tal medidor de flujo, por ejemplo por el documento EP 2078936. El medidor de flujo conocido está dotado de un *chip* del sistema y comprende un sustrato dotado de una abertura, abertura en la que hay presente un tubo de flujo de nitruro de silicio para transportar un medio cuyo flujo ha de ser medido. El tubo de flujo descrito en el documento EP 2068936 forma parte de un sensor de flujo de Coriolis y es adecuado para medir flujos máscicos muy reducidos, hasta valores muy por debajo de 1 gramo por hora. En otra realización, el tubo de flujo forma parte de un denominado sensor térmico de flujo.

El medidor de flujo conocido y el procedimiento conocido están limitados en cuanto a su precisión y/o intervalo mensurable. Aunque el medidor de flujo conocido es muy satisfactorio, existe la necesidad de un medidor de flujo y de un procedimiento mediante el cual pueda determinarse el flujo, por ejemplo el flujo máscico, con mayor precisión y/o en un mayor intervalo de medición.

Se conoce por el documento EP 1 411 355 A1 otro medidor de flujo, que describe un medidor de flujo de tipo térmico, que está dotado de un sensor de flujo de tipo Coriolis.

En consecuencia, un objeto de la presente invención es proporcionar un medidor de flujo mejorado. Adicionalmente, un objeto es proporcionar un medidor de flujo mediante el cual se puedan medir flujos, preferentemente flujos muy reducidos, tales como flujos máscicos muy inferiores a 1 g/h, con un grado relativamente elevado de precisión. Además de ello, un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un medidor de flujo mediante el cual se pueda medir un intervalo muy grande de flujos, flujos máscicos en particular.

Para lograr ese objeto, la presente invención proporciona un medidor de flujo del tipo descrito en la introducción, que se caracteriza por las características definidas en la porción caracterizadora de la reivindicación 1. El medidor de flujo comprende un tubo de flujo para transportar el medio cuyo flujo ha de ser medido. El medidor de flujo está dotado de un primer sensor de flujo para medir el flujo del medio en una primera posición del tubo de flujo. La primera posición se encuentra entre el primer extremo y el segundo extremo. El medidor de flujo también está dotado de un segundo sensor de flujo para medir el flujo del medio en una segunda posición del tubo de flujo. La segunda posición se encuentra entre el primer extremo y segundo extremo. El primer sensor de flujo y el segundo sensor de flujo están diseñados para medir el flujo a través del tubo de flujo, preferentemente independientemente entre sí. El segundo sensor adicional de flujo proporciona datos adicionales de medición, de los que se puede deducir información adicional acerca del flujo que ha de ser medido. Esta información adicional hace que sea posible medir el flujo a través del tubo de flujo con más precisión y/o aumentar el intervalo del medidor de flujo, lo que se explicará con más detalle de aquí en adelante. Utilizando el sensor adicional de flujo, se obtiene un medidor de flujo mejorado. De esta manera, se logra el objeto de la presente invención.

Realizaciones ventajosas son la materia objeto de las reivindicaciones dependientes 2-8. De aquí en adelante, se explicarán con más detalle algunas de estas realizaciones y sus ventajas.

El primer sensor de flujo y el segundo sensor de flujo pueden estar diseñados para medir el flujo en la misma posición del tubo de flujo. Sin embargo, para aumentar adicionalmente la independencia de las mediciones de los dos sensores de flujo es preferible que la segunda posición esté separada de la primera posición.

En una realización, el primer extremo es un extremo de suministro y el segundo extremo es un extremo de descarga colocado corriente abajo del extremo de suministro.

Sin embargo, es posible que el tubo de flujo comprenda una abertura adicional, colocada entre los dos extremos, abertura adicional que es adecuada para suministrar o descargar el medio cuyo flujo ha de ser medido. Preferentemente, la abertura adicional está colocada entre la primera posición y la segunda, posiciones que están colocadas, preferentemente, a una distancia mutua, según se ha descrito anteriormente. Con tal abertura adicional, es posible colocar el primer sensor de flujo y el segundo sensor de flujo en paralelo. En ausencia de una abertura adicional, los sensores de flujo están colocados en serie.

Se debe hacer notar que el tubo de flujo puede comprender varias partes de tubo de flujo, y que el tubo de flujo no necesita ser una parte formada integralmente.

El medidor de flujo puede comprender un sensor de flujo de tipo Coriolis. Los expertos en la técnica también conocen *per se* un sensor de flujo de Coriolis. El primer sensor de flujo puede ser de tipo Coriolis. Un sensor de flujo de tipo

Coriolis es bastante adecuado para medir el flujo másico del flujo en función de vibraciones inducidas por el flujo en el tubo de flujo.

Según la invención, el medidor de flujo comprende un sensor térmico de flujo. Los expertos en la técnica conocen *per se* un sensor de flujo de este tipo. En una realización muy ventajosa, como se explicará de aquí en adelante, los sensores tanto primero como segundo de flujo son sensores térmicos de flujo. Tal sensor es bastante adecuado para medir flujos másicos muy reducidos, haciendo uso de cambios muy pequeños de temperatura inducidos por el flujo.

Se puede aumentar la precisión del medidor de flujo de una forma muy eficaz si el medidor de flujo comprende medios de calibración para calibrar el primer sensor de flujo en función de al menos una señal suministrada por el segundo sensor de flujo. Se puede utilizar una señal procedente del segundo sensor de flujo para verificar el primer sensor de flujo y regularlo, si es necesario, de forma que la señal suministrada por el primer sensor de flujo sea representativa del flujo.

Los sensores de flujo están diseñados para medir el flujo en un intervalo específico de medición. Según se utiliza en la presente memoria, se comprende que la expresión "intervalo de medición" significa: el intervalo en valores de un parámetro específico que puede ser medido (con precisión) por el sensor de flujo. En este contexto, también son importantes el límite inferior que puede ser medido por el sensor de flujo y el límite superior que puede ser medido por el sensor de flujo. Si el sensor de flujo está diseñado para medir el flujo volumétrico, por ejemplo, se puede expresar dicho intervalo en nanolitros por segundo. El primer sensor de flujo está diseñado para medir el flujo en un primer intervalo de medición, y el segundo sensor de flujo está diseñado para medir el flujo en un segundo intervalo de medición.

Otra propiedad importante de los sensores de flujo es la tasa de respuesta. Es importante que cuando se produce un cambio en el flujo, dicho cambio sea registrado rápidamente por el sensor de flujo. La tasa de respuesta del medidor de flujo según la presente invención puede ser relativamente elevada, precisamente debido a que se hace uso de dos sensores de flujo.

Para aumentar el intervalo mensurable del medidor de flujo de una forma sencilla, se pueden seleccionar los sensores de flujo de manera que se solapen el primer intervalo de medición y el segundo intervalo de medición. Preferentemente, los sensores de flujo están configurados de manera que solo se solapen parcialmente el primer intervalo de medición y el segundo intervalo de medición. De esta forma, se puede aumentar el intervalo mensurable de una forma sencilla.

En una realización muy ventajosa, es posible aumentar el intervalo de medición y/o calibrar el primer sensor de flujo si el primer sensor de flujo es un sensor térmico de flujo y el segundo sensor de flujo es un sensor de flujo de tipo Coriolis.

En una realización en la que tanto el primer sensor de flujo como el segundo son sensores térmicos de flujo, es preferible que el primer sensor térmico de flujo esté dotado de: un primer circuito de detección, que comprende un primer elemento de resistencia eléctrica, que es sensible a la temperatura y que está conectado térmicamente con el tubo de flujo, y un segundo elemento de resistencia eléctrica que puede estar conectado eléctricamente en serie con el mismo; un primer elemento de medición de la tensión que es conectable eléctricamente entre el primer elemento de resistencia eléctrica y el segundo; primeros medios de calentamiento para calentar el tubo de flujo al menos parcialmente en la ubicación del primer elemento de resistencia eléctrica; y estando dotado el segundo sensor térmico de flujo de: un segundo circuito de detección, que comprende un tercer elemento de resistencia eléctrica que es sensible a la temperatura y que está conectado térmicamente con el tubo de flujo, y un cuarto elemento de resistencia eléctrica que puede estar conectado eléctricamente en serie con el mismo; un segundo elemento de medición de la tensión que es conectable eléctricamente entre el tercer elemento de resistencia eléctrica y el cuarto; segundos medios de calentamiento para calentar el tubo de flujo, al menos parcialmente, en la ubicación del tercer elemento de resistencia eléctrica. En la presente realización, el primer circuito de detección está conectado eléctricamente, muy preferentemente, con el segundo circuito de detección de tal forma que dicho primer circuito de detección y dicho segundo circuito de detección formen una primera mitad y una segunda mitad, respectivamente, de un puente de Wheatstone. En ese caso, el flujo puede ser medido con un puente de Wheatstone completo, mediante el cual se puede medir el flujo de una forma relativamente precisa. En la presente realización, se pueden utilizar por separado tanto la primera mitad como la segunda mitad del puente de Wheatstone para medir el flujo. Se puede considerar cada mitad del puente de Wheatstone un sensor térmico separado de flujo.

Preferentemente, el medidor de flujo está dotado de un medio de conmutación para formar, de forma selectiva, la primera mitad del puente de Wheatstone de dos de los elementos de resistencia eléctrica y formar, de forma selectiva, la segunda mitad del puente de Wheatstone de dos de los elementos restantes de resistencia eléctrica. Se puede utilizar el medio de conmutación para formar, de forma selectiva, un puente de Wheatstone con cuatro elementos de resistencia eléctrica de los cuatro (o posiblemente más) elementos de resistencia eléctrica que hay presentes. Una conmutación adecuada hace que sea posible eliminar los errores de medición en el medidor de flujo, y posiblemente corregir o calibrar la primera mitad del puente de Wheatstone (primer sensor de flujo) en función de la señal obtenida por la segunda mitad del puente de Wheatstone (segundo sensor de flujo).

Para aumentar adicionalmente la precisión del medidor de flujo, es preferible que el segundo elemento de resistencia eléctrica y/o el cuarto elemento de resistencia eléctrica en el puente de Wheatstone sea/n sensible/s a la temperatura. El elemento de resistencia eléctrica sensible a la temperatura puede estar conectado con el tubo de flujo, pero también puede ser utilizado para medir la temperatura del *chip* del sistema, posiblemente con el fin de calibrar, de esta manera, en previsión de cambios en la temperatura del mismo.

Muy preferentemente, el segundo elemento de resistencia eléctrica y/o el cuarto elemento de resistencia eléctrica están conectados térmicamente con el tubo de flujo.

La primera mitad del puente de Wheatstone puede estar diseñada para medir el flujo a través de una primera parte del tubo de flujo. La segunda mitad del puente de Wheatstone puede estar diseñada para medir el flujo a través de una segunda parte del tubo de flujo. Dichas partes (primera parte y segunda parte) pueden ser idénticas entre sí. Sin embargo, es preferible que dicha primera parte y dicha segunda parte estén separadas esencialmente entre sí. En una realización, el primer elemento de resistencia eléctrica y el segundo están conectados con la primera parte del tubo de flujo, y el tercer elemento de resistencia eléctrica y el cuarto están conectados con una segunda parte del tubo de flujo, partes primera y segunda que están separadas esencialmente entre sí.

Para hacer posible una conexión para gradientes de temperatura interna, es preferible que la primera parte y la segunda parte estén dispuestas enfrentadas entre sí. Preferentemente, dichas partes se extienden paralelas entre sí. Es preferible, en ese sentido, que dichas partes estén dispuestas de manera que las direcciones de flujo a través de dichas partes están esencialmente enfrentadas entre sí. Como resultado, los efectos de los gradientes de temperatura externa sobre la señal procedente del sensor térmico se promedian.

Para obtener un sensor compacto y sencillo de flujo, es preferible que el primer medio de calentamiento comprenda al menos el primer elemento de resistencia eléctrica y/o el segundo. Adicionalmente, o por separado del mismo, el segundo medio de calentamiento puede comprender al menos el tercer elemento de resistencia eléctrica y/o el cuarto.

Una ventaja adicional del medidor de flujo según la invención es que es muy adecuado para llevar a cabo mediciones sobre distintos tipos de medio, entre ellos distintos gases y/o líquidos. Si se utiliza un sensor térmico de flujo con un sensor de flujo de Coriolis, se puede calibrar el sensor térmico de flujo para corregir, de esta manera, las diferencias, por ejemplo, de la densidad del medio.

Según un aspecto, la invención versa acerca del uso de un medidor de flujo según la presente invención. Dicho uso permite al usuario determinar el flujo de una forma relativamente precisa. Adicionalmente, el uso del medidor de flujo hace que sea posible determinar el flujo en un mayor intervalo de medición. Ya se han expuesto en lo que antecede ventajas adicionales de tal uso de un medidor de flujo.

Se explicará la invención con más detalle de aquí en adelante mediante una descripción con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras:

La Figura 1a es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención; la Figura 1b es una vista en planta desde arriba del medidor de flujo mostrado en la figura 1a; la Figura 1c es una vista en sección del medidor de flujo mostrado en la figura 1a; la Figura 2a es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención; la Figura 2b es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención; la Figura 2c es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención; la Figura 2d muestra un primer diagrama de conexiones; la Figura 2e muestra un segundo diagrama de conexiones; las Figuras 2f son una vista general esquemática de posibles circuitos de resistencias eléctricas de medición en una realización de un medidor de flujo; la Figura 3a es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención; la Figura 3b es una vista en perspectiva de un sensor térmico de flujo; la Figura 3c es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención; la Figura 3c es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención; las Figuras 4a-d son vistas esquemáticas en planta desde arriba de realizaciones de un medidor de flujo según la presente invención; las Figuras 5a-d son vistas generales esquemáticas del intervalo de medición de una realización de un medidor de flujo según la presente invención. La Figura 6 es una vista en perspectiva de una realización de un medidor de flujo según la presente invención.

La Figura 1a muestra un medidor 1 de flujo. El medidor 1 de flujo está dotado de un *chip* del sistema que comprende un sustrato 16 de silicio monocristalino dotado de dos aberturas 51, 52 que han sido decapadas en el mismo. El *chip* monolítico 16 del sistema se combina en una unidad con dos imanes permanentes 31, 32 dispuestos enfrentados entre sí, que están montados en un soporte 14, por ejemplo una PCB (placa de circuito impreso) de un material cerámico o plástico con conductores de cobre sobre la misma. El sustrato 16 está fabricado de una oblea de Si y está montado sobre el soporte 14. Las conexiones eléctricas entre el *chip* del sistema y el soporte se proporcionan mediante denominados hilos de unión en grupos 81, 82, 83.

Se proporciona un tubo 21, 22 de flujo en y sobre el *chip* del sistema para transportar un medio cuyo flujo ha de ser medido. El tubo 21, 22 de flujo comprende un primer extremo 4 en forma de un extremo 4 de suministro y un segundo extremo 6 en forma de un extremo 6 de descarga dispuesto corriente abajo del mismo. El tubo de flujo está dotado de un primer sensor 11 de flujo y de un segundo sensor 12 de flujo para medir el flujo a través del tubo 21, 22 de flujo en una primera posición y en una segunda.

El medidor 1 de flujo comprende un sensor 11 de flujo de Coriolis, con un tubo 21 de Coriolis de nitruro de silicio en la realización ilustrada, que está suspendido libremente en una primera abertura 51. Tal medidor de flujo es conocido *per se* por un experto, por ejemplo por el documento EP 2 078 936, documento que se incorpora en la presente solicitud de patente por referencia. Para una comprensión correcta de tal sensor basta decir que un flujo másico a través del tubo de Coriolis dará lugar a una vibración del tubo de Coriolis que está relacionada con dicho flujo másico. La vibración puede ser leída por medio de elementos de lectura. El tubo de Coriolis tiene forma de bucle, teniendo dicha forma de bucle una forma rectangular en este caso. Por supuesto, también son concebibles otras formas de bucle, tales como formas triangular, trapezoidal o de U.

El *chip* del sistema mostrado en la figura 1 puede comprender un sensor 18 de presión absoluta, tal como un sensor 18 de presión Pirani, por ejemplo porque está integrado en o sobre el sustrato 16. El sensor 18 de presión puede ser utilizado para corregir la vibración medida del tubo 21 de Coriolis para la presión del aire.

Hay un sensor térmico 12 de flujo proporcionado en una segunda posición del tubo de flujo, con una parte 21 de tubo de nitruro de silicio que está suspendido de forma fija en una segunda abertura 52. La segunda posición está separada de la primera posición. En la situación mostrada en la figura 1a, la parte 21 de tubo del sensor térmico 12 de flujo cruza la abertura por completo, y la parte 23 de conexión de la parte de tubo con el extremo de descarga es un canal embebido 23 en el sustrato (véase la figura 1b). Un experto conoce *per se* un sensor térmico de flujo, aunque puede estar configurado de muchas formas. Se explicarán con más detalle de aquí en adelante algunas realizaciones posibles del sensor térmico de flujo.

En una realización, el sensor térmico de flujo comprende un puente de Wheatstone (no mostrado) que comprende cuatro elementos de resistencia eléctrica, al menos una resistencia eléctrica sensible a la temperatura de los cuales está conectada térmicamente con el tubo de flujo. Un elemento de calentamiento calienta una parte del tubo de flujo que está ubicada en el entorno de la resistencia eléctrica sensible a la temperatura. Dependiendo del flujo másico en el tubo, el flujo en el tubo transportará calor en la dirección corriente abajo. Como resultado, la temperatura en la ubicación de la resistencia eléctrica sensible a la temperatura aumentará o disminuirá, dependiendo de si la resistencia eléctrica sensible a la temperatura está dispuesta corriente abajo o corriente arriba, respectivamente, del elemento de calentamiento. El aumento o la disminución en la temperatura da lugar a un cambio en la resistencia de la resistencia eléctrica sensible a la temperatura, que puede ser leído subsiguientemente por medio del puente de Wheatstone y puede estar relacionado con una medición del flujo, preferentemente con el flujo másico del medio.

En una realización (no mostrada), el sensor térmico de flujo comprende dos partes de tubo dispuestas enfrentadas entre sí, estando dotada cada una de ellas de una resistencia eléctrica sensible a la temperatura. Cada resistencia eléctrica sensible a la temperatura está incorporada en una mitad del puente de Wheatstone. Por supuesto, son concebibles variaciones adicionales del sensor térmico de flujo.

En la figura 3b se muestra una realización de un sensor térmico conocido *per se*. El sensor térmico 301 de flujo que se muestra en dicha figura comprende un tubo 320 de flujo, que comprende dos partes 321, 322 de tubo de nitruro de silicio que están suspendidas de forma fija en la abertura en el sustrato 314. Mediante canales embebidos que tienen una entrada 304 y una salida 306, el medio puede fluir a través de los tubos 321, 322 de flujo. Se colocan dos elementos 340 de calentamiento en la primera parte de tubo, en el centro de la parte de tubo. También se colocan elementos 340 de calentamiento en la segunda parte 322 de tubo. Hay dispuestos dos pilas termoelectricas 331, 332 de forma simétrica entre los dos tramos 321, 322 en ambos lados de los calentadores 340. Se proporciona una película 341, 342 entre los dos tramos, película sobre la que se soportan las pilas termoelectricas 331, 332.

En una realización (no mostrada) del sensor térmico de flujo, dicho sensor térmico de flujo comprende un tubo con forma de bucle esencialmente en forma de U, que está suspendido libremente. Hay dispuesta una resistencia eléctrica de calentamiento en el centro del tramo de conexión del tubo libre. Hay dispuesta una pila termoelectrica entre los dos tramos del tubo libre para medir una diferencia de temperatura entre los tramos, diferencia de temperatura que es una medida del flujo. Se conoce tal sensor de flujo, por ejemplo por el documento EP 774 649. El tubo con forma de U puede estar fijado a la pared opuesta de la abertura con el tramo de conexión de la U, o puede extenderse al sustrato mediante un canal embebido (de forma análoga a la realización mostrada en la figura 2b). Se obtiene una versión doble del sensor térmico descrito anteriormente proporcionando una resistencia eléctrica de calentamiento en ambos tramos, por ejemplo en el centro de los mismos. Las pilas termoelectricas pueden estar dispuestas de forma simétrica entre los dos tramos a ambos lados de los calentadores.

La Figura 1b muestra una vista en planta desde arriba del *chip* del sistema de la figura 1a. Se indican partes similares mediante los mismos números. La figura muestra claramente que el *chip* del sistema comprende un tubo 20 de flujo, que se extiende entre la primera conexión 4 y la segunda conexión 6. En la ubicación de la primera abertura 51, el tubo 20 de flujo forma parte de un medidor 11 de flujo de Coriolis. En la segunda ubicación de una segunda abertura

52, el tubo 20 de flujo forma parte de un sensor térmico 12 de flujo. Dependiendo de la conexión seleccionada, el medio puede fluir primero a través de la parte de tubo de flujo del sensor térmico 12 de flujo y, subsiguientemente, a través de la parte de tubo de flujo del sensor 11 de flujo de Coriolis, o al revés. La secuencia que haya de seleccionarse de los dos sensores de flujo no está limitada.

5 La Figura 1c muestra el dispositivo de la figura 1a, a lo largo de una sección en la ubicación del sensor térmico 12 de flujo. La figura muestra claramente la forma en la que se efectúa la conexión hidráulica entre las conexiones 6 (partes extremas) del tubo 20 de flujo y tubos 61 de flujo adicionales por medio de un bloque 71 de presión y un bloque 15 de presión.

10 La Figura 2a muestra un medidor 101 de flujo según otra realización. En la realización ilustrada, el medidor 101 de flujo está dotado de un *chip* del sistema que comprende un sustrato 114 de silicio monocristalino, que está dotado de una abertura 152 que ha sido decapada en el mismo. El *chip* del sistema puede estar fabricado de forma análoga al *chip* del sistema descrito anteriormente con referencia a la figura 1a.

15 Se proporciona un tubo 120 de flujo en o sobre el *chip* del sistema para transportar medio cuyo flujo ha de ser medido. El tubo 120 de flujo comprende un primer extremo 104 en forma de un extremo 104 de suministro y a una distancia del mismo, un segundo extremo 106 en forma de un extremo 106 de descarga, colocado corriente abajo del extremo de suministro. El tubo 120 de flujo tiene forma de bucle con dos tramos 121, 122 y una parte 123 de conexión. Los dos tramos cruzan la abertura 152 por completo, y hay un canal embebido 123 (ilustrado con líneas de puntos) en el sustrato, que forma la parte de conexión de los dos tramos. El tubo de flujo está dotado de un primer sensor térmico 111 de flujo y de un segundo sensor térmico 112 de flujo para medir el flujo a través del tubo 120 de flujo en una primera posición y una segunda.

20 Se proporciona el primer sensor térmico 111 de flujo en el primer tramo 121. El primer sensor térmico 111 de flujo está dotado de un primer elemento 131 de resistencia eléctrica que es sensible a la temperatura y que está conectado térmicamente con el tubo 121 de flujo. Se proporciona un segundo elemento 132 de resistencia eléctrica en una ubicación separada del primer elemento 131 de resistencia eléctrica. En la realización ilustrada, dicho segundo elemento de resistencia eléctrica es sensible a la temperatura y está conectado térmicamente con el tubo 121 de flujo, aunque esto no es absolutamente necesario. Los elementos 131, 132 de resistencia eléctrica forman parte de un primer circuito de detección. El primer elemento 131 de resistencia eléctrica está conectado eléctricamente en serie con el segundo elemento 132 de resistencia eléctrica. Se puede conectar un primer elemento de medición de la tensión entre el primer elemento 131 de resistencia eléctrica y el segundo elemento 132 de resistencia eléctrica. Los elementos de resistencia eléctrica forman medios de calentamiento para calentar el tubo de flujo, al menos parcialmente, en la ubicación del primer elemento 131 de resistencia eléctrica. Teniendo en cuenta este objeto, también es posible proporcionar, sin embargo, elementos de calentamiento separados, como se ha descrito, por ejemplo, anteriormente con referencia a la figura 3b.

35 Se proporciona el segundo sensor térmico 112 de flujo en el segundo tramo 122. De forma análoga al primer sensor térmico de flujo, el segundo sensor térmico 112 de flujo está dotado de un segundo circuito de circuito que comprende un tercer elemento 133 de resistencia eléctrica, que es sensible a la temperatura y que está conectado térmicamente con el tubo 122 de flujo, y un cuarto elemento 134 de resistencia eléctrica, que puede estar conectado eléctricamente en serie con el mismo. En la realización ilustrada, el cuarto elemento 134 de resistencia eléctrica es sensible a la temperatura y está conectado térmicamente con el tubo 122 de flujo, aunque esto no es absolutamente necesario. Se puede conectar un segundo elemento de medición de la tensión entre el tercer elemento 133 de resistencia eléctrica y el cuarto elemento 134 de resistencia eléctrica. El segundo tramo 122, también, comprende medios de calentamiento para calentar el tubo 122 de flujo, al menos parcialmente, en la ubicación del tercer elemento 133 de resistencia eléctrica. En esta realización, los elementos de resistencia eléctrica forman elementos de calentamiento, aunque son concebibles otras realizaciones.

45 La Figura 2c muestra, de forma esquemática, las dos partes separadas 121, 122 de tubo de la figura 2a. La dirección del flujo a través de las partes 121, 122 de tubo se indica mediante las flechas F1, F2. En la primera parte 121 de tubo, el flujo tiene lugar desde la parte izquierda hasta la parte derecha en el dibujo (indicado mediante la flecha F1), en la segunda parte 122 de tubo el flujo tiene lugar en la dirección opuesta, concretamente. Desde la parte derecha hasta la parte izquierda en el dibujo (indicado mediante la flecha F2). La primera parte 121 de tubo comprende dos resistencias eléctricas separadas 131, 132, que son sensibles a la temperatura. Las dos resistencias eléctricas forman parte de una primera mitad de un puente de Wheatstone, según se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2a. Las resistencias eléctricas 131, 132 también están configuradas como elementos de calentamiento para calentar la parte 121 de tubo. La segunda parte 122 de tubo está configurada de forma análoga a la primera parte 121 de tubo, que comprende dos resistencias eléctricas 133, 134 sensibles a la temperatura que están conectadas térmicamente con la segunda parte 122 de tubo. Dichas resistencias eléctricas también funcionan como elementos de calentamiento para calentar la segunda parte de tubo. Una línea M0, M0' de puntos ilustra el perfil de temperatura de las dos partes de tubo en la situación en la que no hay ningún flujo a través de la parte de tubo.

Si se produce un flujo, cambiará la temperatura en las partes 121, 122 de tubo. Esto se ilustra de forma esquemática en la línea continua M1, M1'. En la primera parte 121 de tubo la temperatura en la parte corriente arriba del centro de

la parte de tubo disminuirá como resultado del flujo y aumentará en la parte corriente abajo del mismo. La reducción y el aumento son una medida del flujo. Lo mismo se aplica en cuanto a la segunda parte 122 de tubo. Como resultado del flujo, la temperatura también disminuirá sucesivamente un aumento en la segunda parte de tubo. Los cambios de temperatura con el paso del tiempo pueden determinarse de forma relativamente precisa mediante las resistencias eléctricas sensibles a la temperatura en 131, 132, 133, 134, de manera que el flujo a través de las partes 121, 122 de tubo también sea mensurable. Cualquier gradiente de temperatura en la dirección del flujo F1, F2 (por ejemplo, un lado del sustrato está más caliente que el otro) está promediado, porque el efecto del gradiente de temperatura sobre los resultados de la medición para la primera parte de tubo es el totalmente contrario al efecto del gradiente de temperatura sobre los resultados de medición de la segunda parte de tubo.

Según se muestra en la figura 2d, el primer elemento 131 de resistencia eléctrica y el segundo elemento 132 de resistencia eléctrica pueden estar conectados eléctricamente de tal manera que formen un puente de Wheatstone. Utilizando las resistencias eléctricas 150, 151 de referencia, se puede determinar la medición del flujo en función del cambio de resistencia en el primer elemento 131 de resistencia eléctrica y/o en el segundo elemento 132 de resistencia eléctrica. El tercer elemento 133 de resistencia eléctrica y el cuarto elemento 134 de resistencia eléctrica pueden estar configurados de la misma forma, conectados como una mitad de puente de Wheatstone, con resistencias eléctricas 150, 151 de referencia como la mitad complementaria del puente de Wheatstone.

En una realización especial, el primer sensor térmico 111 de flujo y el segundo sensor térmico 112 de flujo están conectados eléctricamente, según se muestra de forma esquemática en la figura 2e, y de tal forma que el primer circuito de detección y el segundo circuito de detección forman una primera mitad y una segunda mitad, respectivamente, de un puente de Wheatstone. En ese caso, el flujo puede ser medido con un puente de Wheatstone completo, mediante el cual se puede medir el flujo de una forma relativamente precisa. En la presente realización, tanto la primera mitad como la segunda mitad del puente de Wheatstone pueden ser utilizadas por separado para medir el flujo. De esta manera, se puede considerar cada mitad del puente de Wheatstone como un sensor térmico separado de flujo.

En una realización especial, las resistencias eléctricas en el puente de Wheatstone pueden estar conectadas de forma selectiva. Con ese fin, el medidor de flujo puede estar dotado de un medio de conmutación para formar, de manera selectiva, la primera mitad del puente de Wheatstone a partir de dos de los elementos de resistencia eléctrica y formar, de forma selectiva, la segunda mitad del puente de Wheatstone a partir de dos de los elementos de resistencia eléctrica restantes. Son posibles varias configuraciones, configuraciones que se muestran en la figura 2f. Se indica una resistencia eléctrica enfriada por flujo (se reduce la temperatura en la ubicación de la resistencia eléctrica) con una línea de puntos, y se indica una resistencia eléctrica calentada por flujo (se aumenta la temperatura en la ubicación de la resistencia eléctrica) con una línea continua.

En la primera configuración, indicado mediante la letra A en la figura 2f, se obtiene un circuito de medición que puede ser utilizado para medir el flujo. En dicha configuración, la primera mitad del puente de Wheatstone comprende una resistencia eléctrica fría R1 y una resistencia eléctrica caliente R2, y la segunda mitad del puente de Wheatstone también comprende una resistencia eléctrica fría R4 y una resistencia eléctrica caliente R3. En la situación mostrada en la figura 2c, R1 se corresponde con el elemento 131 de resistencia eléctrica, R2 se corresponde con el elemento 132 de resistencia eléctrica, R3 se corresponde con el elemento 134 de resistencia eléctrica y R4 se corresponde con el elemento 133 de resistencia eléctrica. Las resistencias eléctricas calientes R2, R3 están dispuestas diagonalmente enfrentadas entre sí en el puente de Wheatstone, por así decirlo, igual que las resistencias eléctricas frías R1, R4. Por supuesto, son concebibles permutaciones de las diversas resistencias eléctricas. Se puede utilizar dicha conmutación en esta configuración A para corregir un error fijo.

En la segunda configuración, indicada mediante la letra B en la figura 2f, se obtiene un circuito de medición que puede ser utilizado para calibrar el circuito de medición. En esta configuración, se puede medir el denominado desfase común. En dicha configuración, la primera mitad del puente de Wheatstone comprende una resistencia eléctrica fría R1 y una resistencia eléctrica caliente R2, y la segunda mitad del puente de Wheatstone también comprende una resistencia eléctrica fría R4 y una resistencia eléctrica caliente R3. Las resistencias eléctricas calientes están dispuestas una junto a la otra, por así decirlo, igual que las resistencias eléctricas frías. Por supuesto, son concebibles permutaciones de las diversas resistencias eléctricas.

En la tercera configuración, indicada mediante la letra C en la figura 2f, se obtiene un circuito de medición a partir de dos partes del puente de Wheatstone que normalmente están enfrentadas entre sí. La primera mitad del puente de Wheatstone comprende todas las resistencias eléctricas calientes R3, R2, mientras que la segunda mitad del puente de Wheatstone comprende todas las resistencias eléctricas frías R1, R4. El valor medido del puente de Wheatstone debería ser igual a cero en esta situación. En el caso de una desviación, es posible una corrección de la misma. Por supuesto, son posibles permutaciones de las diversas resistencias eléctricas.

También se puede utilizar el medidor 101 de flujo de la figura 2 como un sensor térmico de flujo en combinación con el sensor 11 de flujo de Coriolis mostrado en la figura 1a.

La Figura 2b es una vista del medidor 171 de flujo de la figura 1a, en el que el sensor térmico 12 de flujo de las figuras 1a-c ha sido sustituido por el medidor 101 de flujo de la figura 2a. De hecho, aquí se obtiene un medidor 171 de flujo comprende un tubo de flujo con tres sensores de flujo para medir el flujo del medio en tres posiciones (distintas).

La Figura 3a muestra una realización de un medidor 201 de flujo con un total de cuatro sensores térmicos de flujo. El medidor de flujo comprende un tubo 220 de flujo con una entrada 204 y una salida 206, y con un total de cuatro partes 221, 222, 223, 224 de tubo, cada una de las cuales está suspendida libremente en una abertura en un sustrato 214. Mediante canales embebidos 225, 226, 227 se obtiene un tubo de flujo con forma de bucle. Cada parte de tubo comprende una mitad de puente de Wheatstone, comprendiendo cada mitad dos elementos (231, 232; 233, 234; 235, 236; 237, 238) de resistencia eléctrica que son sensibles a la temperatura y que también sirven como elementos de calentamiento. Las cuatro mitades de puentes de Wheatstone pueden combinarse de forma selectiva para formar un puente de Wheatstone completo. Utilizando esta realización es posible corregir tanto gradientes de temperatura en la dirección de flujo (la dirección longitudinal de las partes de tubo) como gradientes de temperatura en una dirección perpendicular a la dirección del flujo, en el plano de las partes de tubo. Adicionalmente, es posible conectar, de forma selectiva, las resistencias eléctricas individuales en el circuito de Wheatstone según se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2f.

La Figura 3c muestra una realización de un medidor 401 de flujo que comprende un número de sensores térmicos de flujo colocados en un tubo 420 de flujo. El tubo de flujo tiene, de nuevo, un primer extremo 404, y un segundo extremo 406, en esta realización respectivamente un extremo 404 de suministro y un extremo 406 de descarga. En la presente realización, también, se proporcionan algunas (cuatro en total) partes 421, 422, 423, 424 de tubo, que se extienden libremente entre una abertura en el sustrato 414. Las diversas partes 421, 422, 423, 424 están conectadas mediante canales embebidos 425, 426, 427 para formar un tubo 420 de flujo con forma de bucle. Se proporcionan elementos de calentamiento en el centro de cada parte de tubo. Las partes adyacentes de tubo están conectadas por medio de pilas termoeléctricas respectivas 431, 432, 433, 434, 435, 436, de forma análoga al sensor térmico de flujo descrito con referencia a la figura 3b. Sin embargo, la realización de la figura 3c tiene la ventaja de que son posibles correcciones de los gradientes de temperatura en el plano del sustrato 414.

La Figura 3d muestra una realización de un medidor 501 de flujo con un tubo de flujo que comprende cuatro partes 521, 522, 523, 524 de tubo, que están dotadas de dos sensores térmicos 533, 553 de flujo. Las partes de tubo están conectadas mediante canales embebidos 525, 526, 527. Cada una de las partes de tubo está dotada de elementos 540 de calentamiento en el centro de cada parte de tubo. Hay colocada una pila termoeléctrica 533, 553 a ambos lados de cada uno de dichos elementos de calentamiento. Cada pila termoeléctrica se extiende de forma perpendicular a la dirección del flujo, en un total de cuatro partes de tubo. Se proporcionan conexiones 531, 532, 551, 552 para leer las pilas termoeléctricas 533, 553. En esta realización, también son posibles correcciones de gradientes de temperatura en el plano del sustrato 514.

Las Figuras 4a-4d muestran alternativas de un medidor de flujo según la presente invención. En las figuras, la entrada y la salida están etiquetadas coherentemente como tales. Los expertos en la técnica apreciarán, sin embargo, que la salida también puede ser utilizada como entrada, y viceversa. Será evidente más adelante que tanto la salida como la entrada pueden funcionar al mismo tiempo como salidas, o entradas, haciendo uso de una abertura adicional.

La Figura 4a muestra una realización de un medidor 601 de flujo con un tubo 620 de flujo que comprende una entrada 604 y una salida 606. El tubo 620 de flujo comprende un sensor 611 de flujo de Coriolis y un sensor térmico 612 de flujo, por ejemplo en forma de un sensor térmico de flujo, según se muestra en la figura 3a, en la figura 3c o en la figura 3d. Sin embargo, también es concebible una realización que comprende dos sensores térmicos 612, 613 de flujo conectados en serie, por ejemplo según se muestra en la figura 3. Se proporciona entre el sensor 611 de flujo de Coriolis y el sensor térmico 612, 613 de flujo una entrada o salida adicional 605, que puede ser utilizada, de forma selectiva, para circunvalar el sensor 611 de flujo de Coriolis o el o los sensores térmicos 612, 613 de flujo.

La entrada o salida adicional 605 puede ser utilizada, en una realización, como la única abertura de suministro. Entonces, la entrada 605 es un extremo de suministro, de forma que el sensor 611 de flujo de Coriolis esté colocado en paralelo a los sensores térmicos 612, 613 de flujo. Entonces, el extremo 704 de suministro funciona como una abertura de descarga, y se aplica lo mismo al extremo 706 de descarga. Adicionalmente, es concebible que, en línea con la realización mostrada en la Fig. 1b, solo se coloca un sensor 11 de flujo de Coriolis en paralelo a únicamente un sensor térmico 12 de flujo.

La Figura 4b muestra un medidor 701 de flujo con un tubo 720 de flujo que comprende una entrada 704 y una salida 706. El tubo 720 de flujo comprende un sensor 711 de flujo de Coriolis y dos sensores térmicos 712, 713 de flujo conectados en paralelo, por ejemplo según se muestra en la figura 2a. Cada sensor térmico de flujo puede consistir, de forma eficaz, en más de un sensor térmico de flujo. Se proporciona una unión 705 en T, que está embebida en el sustrato 714, para realizar dicha conexión paralela.

La Figura 4c muestra un medidor 801 de flujo con un tubo 820 de flujo que comprende una entrada 804 y una salida 806. El tubo 820 de flujo comprende un sensor 811 de flujo de Coriolis y un sensor térmico 812 de flujo, por ejemplo según se muestra en la figura 2a. Dicho medidor de flujo está dotado de uno o más tubos 826, 827 de derivación conectados en paralelo con el sensor térmico de flujo, tubos de derivación que están embebidos en el sustrato 814.

La adición de los tubos 826, 827 de derivación hace que sea posible permitir un mayor flujo a través del sensor 811 de flujo de Coriolis en comparación con el sensor térmico 812 de flujo y, por lo tanto, guiar el flujo hasta el intervalo de los sensores individuales de flujo.

5 La Figura 4d muestra un medidor 901 de flujo con un sensor 911 de flujo de Coriolis y un sensor térmico 912 de flujo, por ejemplo según se muestra en la figura 2a, en el cual los tubos 926, 927 de derivación están colocados de forma ligeramente distinta, y de tal forma que precisamente el sensor 911 de flujo de Coriolis reciba un menor flujo que el sensor térmico 912 de flujo.

10 Las Figuras 5a-5d muestran una representación gráfica del intervalo de medición de un medidor de flujo con un tubo de flujo que comprende al menos un sensor de flujo de Coriolis y al menos un sensor térmico de flujo. El intervalo de medición del sensor de flujo de Coriolis se ilustra en una línea densa de puntos y el intervalo de medición del sensor térmico de flujo se ilustra en una línea continua. En el eje horizontal se muestra el flujo másico real del medio a través del tubo de flujo. En el eje vertical se muestra la señal de salida del sensor.

15 En todas las figuras, es importante la señal de salida de los dos sensores de flujo. La primera señal de salida se representa en el eje Y1; la segunda se representa en el eje Y2. Las señales en cuestión son, por lo tanto, dos señales, representando cada una un intervalo específico del flujo másico X mostrado en el eje horizontal.

El sensor de Coriolis es, por naturaleza, un sensor de flujo másico. Por lo tanto, la señal, en gran medida, solo depende del flujo másico real. El sensor térmico de flujo es más sensible, ciertamente, pero además de eso también es sensible a la densidad y a la capacidad calorífica del medio que fluye.

20 La Figura 5a muestra cómo puede utilizarse el sensor 95 de Coriolis como un medio de calibración para el sensor térmico de flujo. El sensor 95 de Coriolis tiene una sensibilidad específica, con un intervalo de flujo másico desde b hasta e. Esto puede utilizarse para calibrar el sensor térmico de flujo. Esto puede hacerse cambiando de escala la señal de salida a un flujo másico inalterado. La inclinación del sensor térmico de flujo puede calibrarse, por lo tanto, de manera que su sensibilidad a un flujo másico específico del medio se corresponda con la sensibilidad del sensor de Coriolis. La señal 93 tiene la misma sensibilidad que el sensor de Coriolis en ese caso. Las señales 91, 93 son demasiado sensibles; la señal 94 es demasiado poco sensible.

25 La Figura 5b muestra cómo puede regularse la señal procedente del sensor térmico de flujo mediante amplificación con el fin de regular la sensibilidad del sensor térmico de flujo. A un flujo másico específico, se iguala la sensibilidad de los dos sensores seleccionando la amplificación correcta del sensor térmico de flujo. De esta forma, se puede obtener un medidor de flujo que tiene un intervalo dinámico relativamente grande (a a e). Los intervalos de los dos sensores se solapan parcialmente.

30 La Figura 5c muestra cómo se pueden utilizar derivaciones, según se describe con referencia a la figura 4c. La Figura 5c muestra la señal de salida de una combinación de un sensor 95 de Coriolis y un sensor térmico 91, 92, 93, 94 de flujo. La señal 91 muestra un sensor térmico de flujo sin una derivación. Las derivaciones hacen que sea posible aumentar el intervalo de medición a expensas de la sensibilidad del sensor térmico de flujo. El menor intervalo del sensor térmico de flujo cambia de escala a lo largo del eje X de flujo másico, pero no a lo largo del eje Y2 de la señal de salida.

35 La Figura 5d muestra cómo pueden utilizarse derivaciones según se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 4d. La Figura 5d muestra la señal de salida de una combinación de un sensor 91, 93, 94, 95 de Coriolis (con o sin derivaciones) y un sensor térmico 92 de flujo. La señal 91 muestra el sensor de Coriolis sin una derivación. Cuando se utilizan derivaciones, aumentará el intervalo mensurable, pero se reducirá la sensibilidad. Sin embargo, el límite inferior del intervalo de medición también aumentará si se utilizan más derivaciones.

40 Finalmente, la Figura 6 muestra una vista esquemática desde arriba de una realización del *chip* del sistema que comprende un sustrato 14 de silicio monocristalino dotado de dos aberturas 1051, 1052 que han sido decapadas en el mismo. El *chip* monolítico 16 del sistema se combina en una unidad con dos imanes permanentes 1031, 1032 dispuestos enfrentados entre sí, que están montados en un soporte (no mostrado), según se ha descrito ya con referencia a la Figura 1. Hay un tubo 1021, 1022, 1023 proporcionado en y sobre el *chip* del sistema para transportar un medio cuyo flujo ha de ser medido. Este tubo 1021, 1022, 1023 de flujo comprende un primer extremo 1004 en forma de un extremo 1004 de suministro y un segundo extremo 1006 en forma de un extremo 1006 de descarga dispuesto corriente abajo del extremo de suministro. El tubo de flujo está dotado de un primer sensor 1011 de flujo y de un segundo sensor 1012 de flujo, ambos en forma de un sensor de flujo de Coriolis. Con los sensores de flujo de Coriolis, se medirá el flujo a través del tubo 1021, 1022 de flujo en una primera posición y en una segunda.

45 El primer sensor 1011 de flujo de Coriolis está colocado frente al segundo sensor 1012 de flujo de Coriolis, de manera que se forme una línea especular entre el primer sensor 1011 de flujo de Coriolis y el segundo sensor de flujo de Coriolis.

50 En la realización mostrada, los sensores de flujo están colocados en paralelo. Sin embargo, es concebible que en la posición del tubo 1013 que conecta el primer sensor 1011 de Coriolis con el segundo sensor 1012 de Coriolis, haya

presente un punto adicional de conexión, que forma una abertura para suministrar o descargar el medio. Preferentemente, se utiliza este punto como una abertura de suministro. El medio saldrá del *chip* del sistema mediante el extremo 1004 de suministro (que se utiliza, entonces, como una abertura de descarga), a través del extremo 1006 de descarga. Esto permite una disposición paralela de los dos sensores de flujo de Coriolis.

- 5 En una disposición en serie, es posible medir diferencialmente con los dos sensores de Coriolis, de forma que se puedan filtrar las perturbaciones locales en la señal de medición. Además, es posible medir una señal que sea el doble de alta, añadiendo las señales individuales de los sensores de Coriolis.

- 10 En una disposición en paralelo, es posible dejar pasar únicamente una parte del flujo a través del primer sensor de Coriolis, y dejar pasar otra parte del flujo a través del segundo sensor de Coriolis. Los sensores de Coriolis pueden tener las mismas dimensiones, pero también pueden diferir entre sí, y ser adecuados para una medición en distintos intervalos de flujo. Con esto, es posible medir en un primer intervalo de flujo con el primer sensor de Coriolis, y medir en un segundo intervalo de flujo con el segundo sensor de Coriolis, difiriendo el segundo intervalo de flujo, al menos parcialmente, del primer intervalo de flujo.

- 15 En la realización mostrada, el *chip* del sistema comprende, de nuevo, un sensor 1018 de presión absoluta, tal como un sensor 1018 de presión Pirani, para ser utilizado para corregir la vibración medida del tubo 21 de Coriolis para la presión del aire.

Los expertos en la técnica apreciarán que la presente invención ha sido descrita en lo que antecede en función de algunas realizaciones preferentes. Sin embargo, la invención no está limitada a estas realizaciones.

- 20 Por lo tanto, la invención ha sido explicada principalmente en función de una realización en la que se hace uso de un *chip* del sistema.

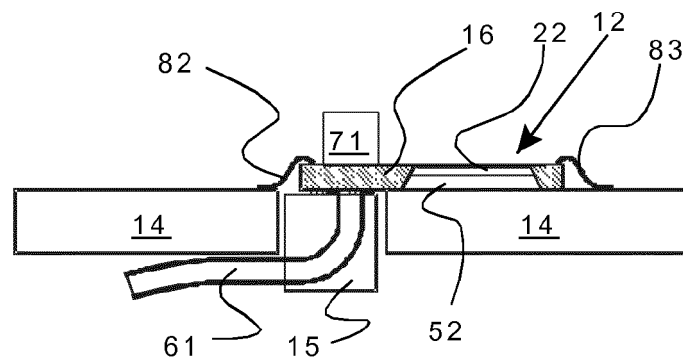
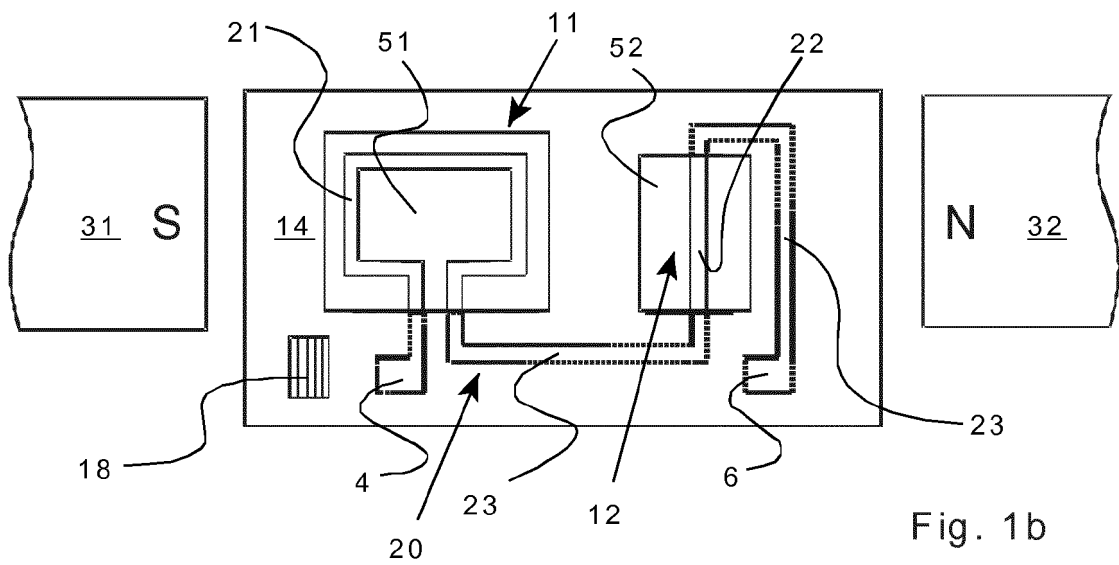
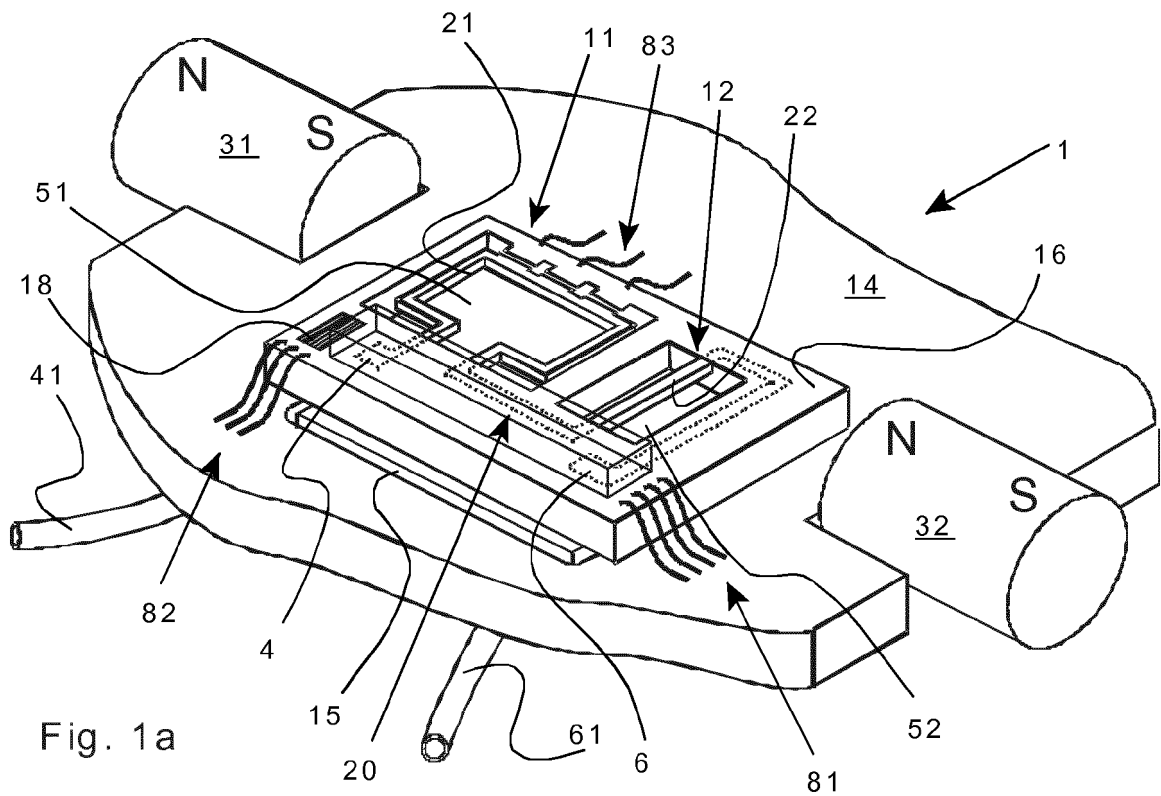
Se conciben variaciones equivalentes y/o variaciones que pueden ser evidentes o no para el experto en la técnica de la invención. Dichas variaciones pueden encontrarse dentro del alcance según se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un medidor (1) de flujo para determinar un flujo de un medio, comprendiendo dicho medidor de flujo un tubo (21, 22) de flujo para transportar el medio cuyo flujo ha de ser medido, en el que el tubo de flujo tiene un primer extremo y un segundo extremo dispuesto a una distancia desde el primer extremo, y en el que el medidor de flujo está dotado de un primer sensor (11) de flujo para medir el flujo del medio en una primera posición del tubo de flujo, y en el que el medidor de flujo está dotado de un segundo sensor (12) de flujo para medir el flujo del medio en una segunda posición del tubo de flujo, en el que el primer sensor de flujo es un sensor de flujo de tipo Coriolis o es un sensor térmico de flujo, y en el que el segundo sensor de flujo es un sensor térmico de flujo, **caracterizado porque** el medidor de flujo comprende un *chip* (16) del sistema que está dotado del tubo (21, 22) de flujo y dichos sensores primero y segundo (11, 12) de flujo están ubicados en dicho *chip* (16) del sistema.
2. Un medidor de flujo según la reivindicación 1, en el que el medidor (1) de flujo comprende un medio (95) de calibración para calibrar el primer sensor de flujo en función de al menos una señal suministrada por el segundo sensor de flujo.
3. Un medidor de flujo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1-2, en el que el primer sensor (11) de flujo está diseñado para medir el flujo en un primer intervalo de medición, y el segundo sensor (12) de flujo está diseñado para medir el flujo en un segundo intervalo de medición, preferentemente en el que se solapan el primer intervalo de medición y el segundo intervalo de medición, y más preferentemente en el que se solapan solo parcialmente el primer intervalo de medición y el segundo intervalo de medición.
4. Un medidor (1) de flujo según una o más de las reivindicaciones precedentes 1-3, en el que el primer sensor (111) de flujo es un sensor térmico de flujo, y en el que el primer sensor térmico (111) está dotado de:
 - un primer circuito de detección, que comprende un primer elemento (131) de resistencia eléctrica, que es sensible a la temperatura y que está conectado térmicamente con el tubo (121) de flujo, y un segundo elemento (132) de resistencia eléctrica que puede estar conectado eléctricamente en serie con el mismo;
 - un primer elemento de medición de la tensión que puede conectarse eléctricamente entre el primer elemento de resistencia eléctrica y el segundo;
 - primeros medios (131, 132) de calentamiento para calentar el tubo de flujo, al menos parcialmente, en la ubicación del primer elemento de resistencia eléctrica;y en el que el segundo sensor térmico de flujo está dotado de:
 - un segundo circuito de detección, que comprende un tercer elemento (133) de resistencia eléctrica que es sensible a la temperatura y que está conectado térmicamente con el tubo de flujo, y un cuarto elemento (134) de resistencia eléctrica que puede estar conectado eléctricamente en serie con el mismo;
 - un segundo elemento de medición de la tensión que puede conectarse eléctricamente entre el tercer elemento de resistencia eléctrica y el cuarto;
 - segundos medios (133, 134) de calentamiento para calentar el tubo de flujo, al menos parcialmente, en la ubicación del tercer elemento de resistencia eléctrica;en el que el primer circuito de detección está conectado eléctricamente con el segundo circuito de detección, de tal forma que dicho primer circuito de detección y dicho segundo circuito de detección formen una primera mitad y una segunda mitad, respectivamente, de un puente de Wheatstone.
5. Un medidor (1) de flujo según la reivindicación 4, en el que el medidor de flujo está dotado de un medio de conmutación para formar, de forma selectiva, la primera mitad del puente de Wheatstone a partir de dos de los elementos (131, 132, 133, 134) de resistencia eléctrica y formar, de forma selectiva, la segunda mitad del puente de Wheatstone a partir de dos de los elementos restantes (131, 132, 133, 134) de resistencia eléctrica.
6. Un medidor de flujo según la reivindicación 4 o 5, en el que el segundo elemento (132) de resistencia eléctrica y/o el cuarto elemento (134) de resistencia eléctrica es/son sensible/s a la temperatura, y/o en el que el segundo elemento (132) de resistencia eléctrica y/o el cuarto elemento (134) de resistencia eléctrica están conectados térmicamente con el tubo de flujo.
7. Un medidor de flujo según una cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en el que el primer elemento (131) de resistencia eléctrica y el segundo (132) están conectados con una primera parte del tubo de flujo, y el tercer elemento (133) de resistencia eléctrica y el cuarto (134) están conectados con una segunda parte del tubo de flujo, cuyas partes primera y segunda están separadas esencialmente entre sí, y en el que, preferentemente, dicha primera parte y dicha segunda parte están dispuestas enfrentadas entre sí, y se extienden, por ejemplo, paralelas entre sí.
8. Un medidor de flujo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 4-7, en el que los primeros medios de calentamiento comprenden al menos el primer elemento (131) de resistencia eléctrica y/o el segundo (132),

y/o en el que los segundos medios de calentamiento comprenden al menos el tercer elemento (133) de resistencia eléctrica y/o el cuarto (134).

9. El uso de un medidor de flujo según una o más de las reivindicaciones precedentes 1-8.



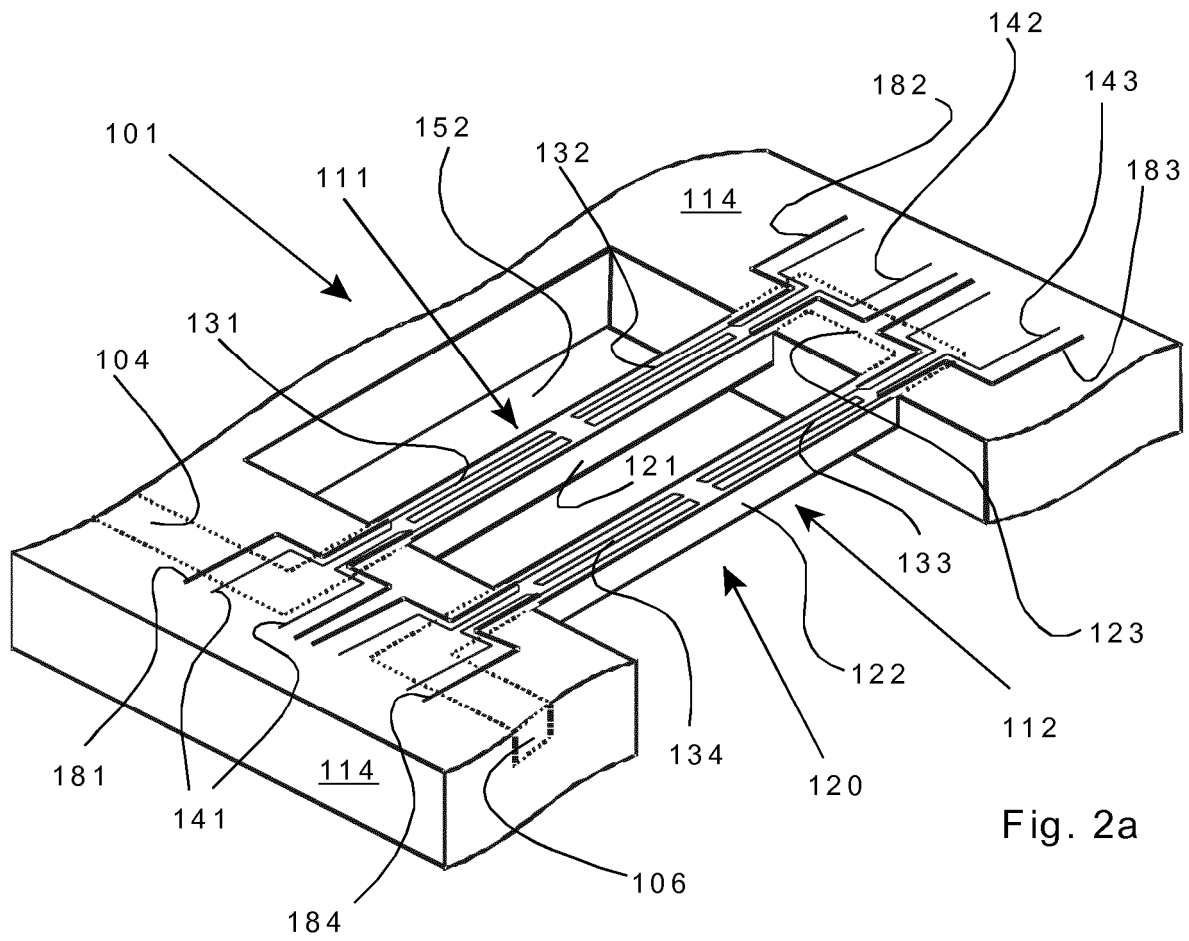


Fig. 2a

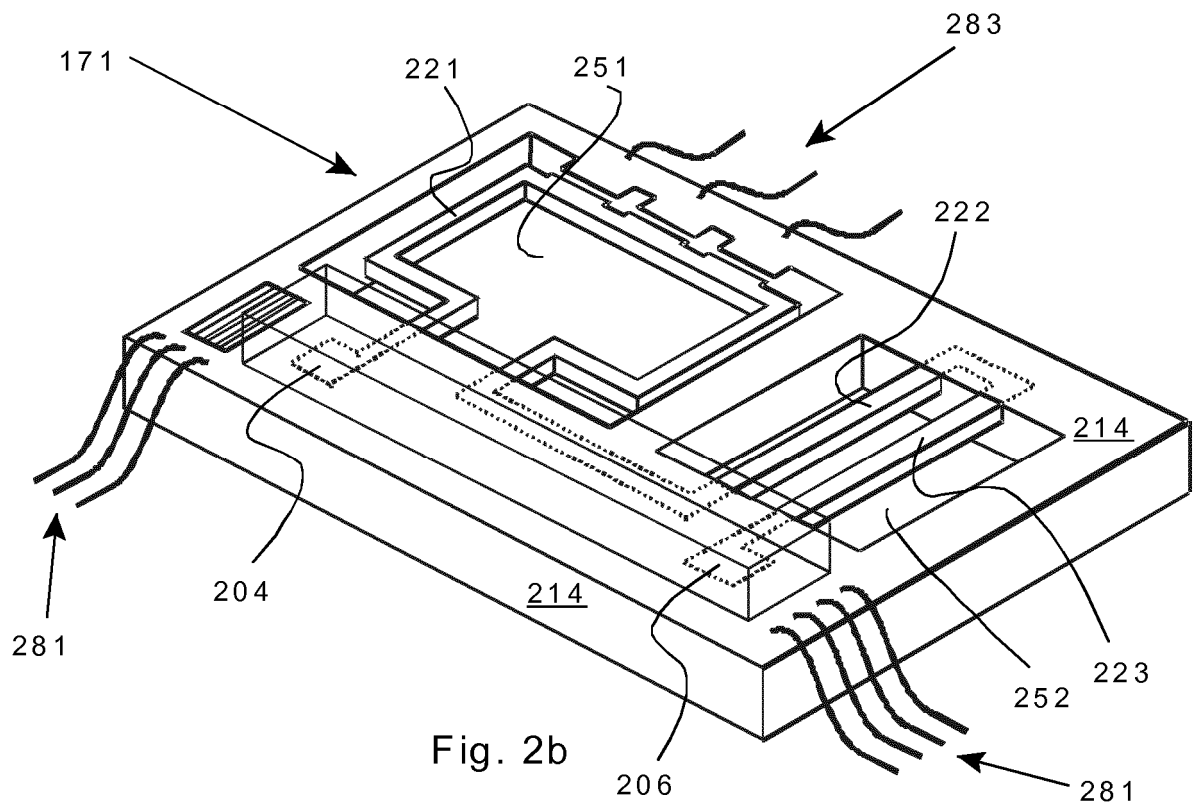
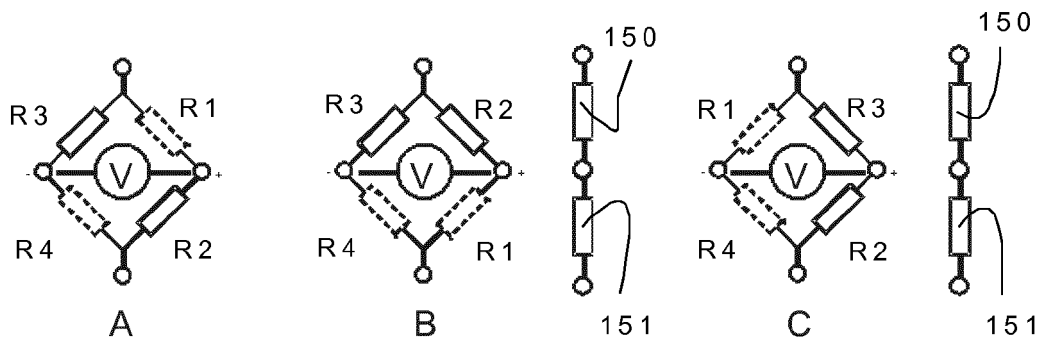
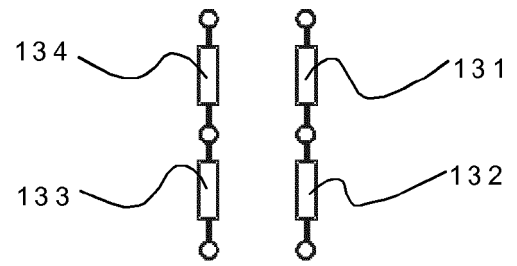
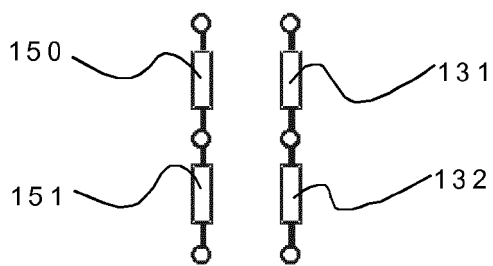
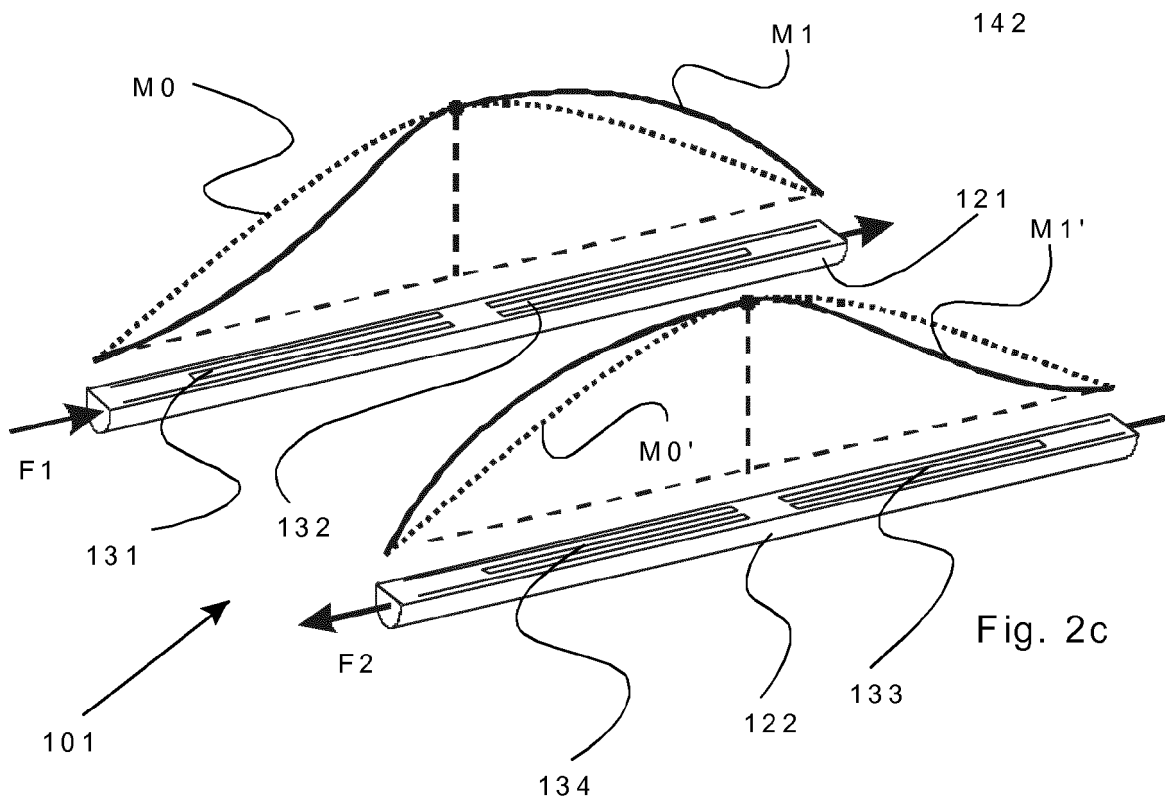
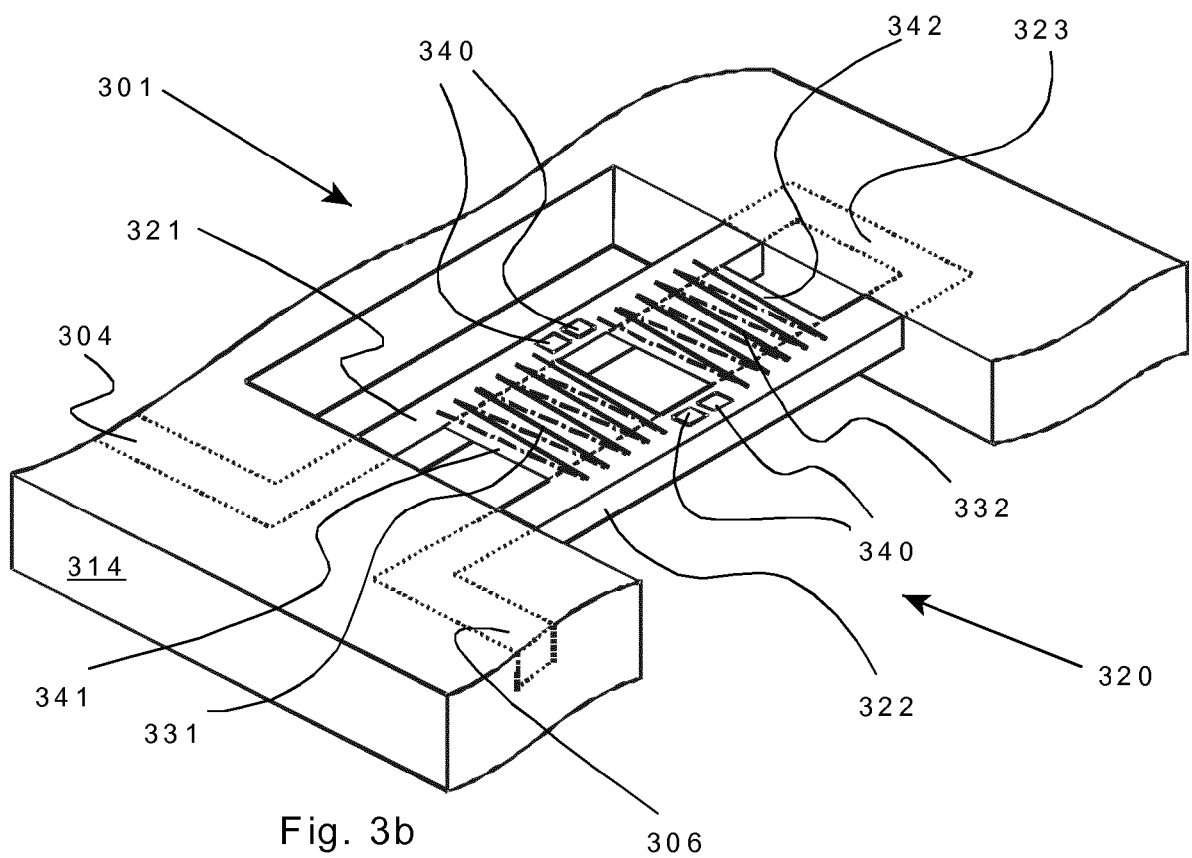
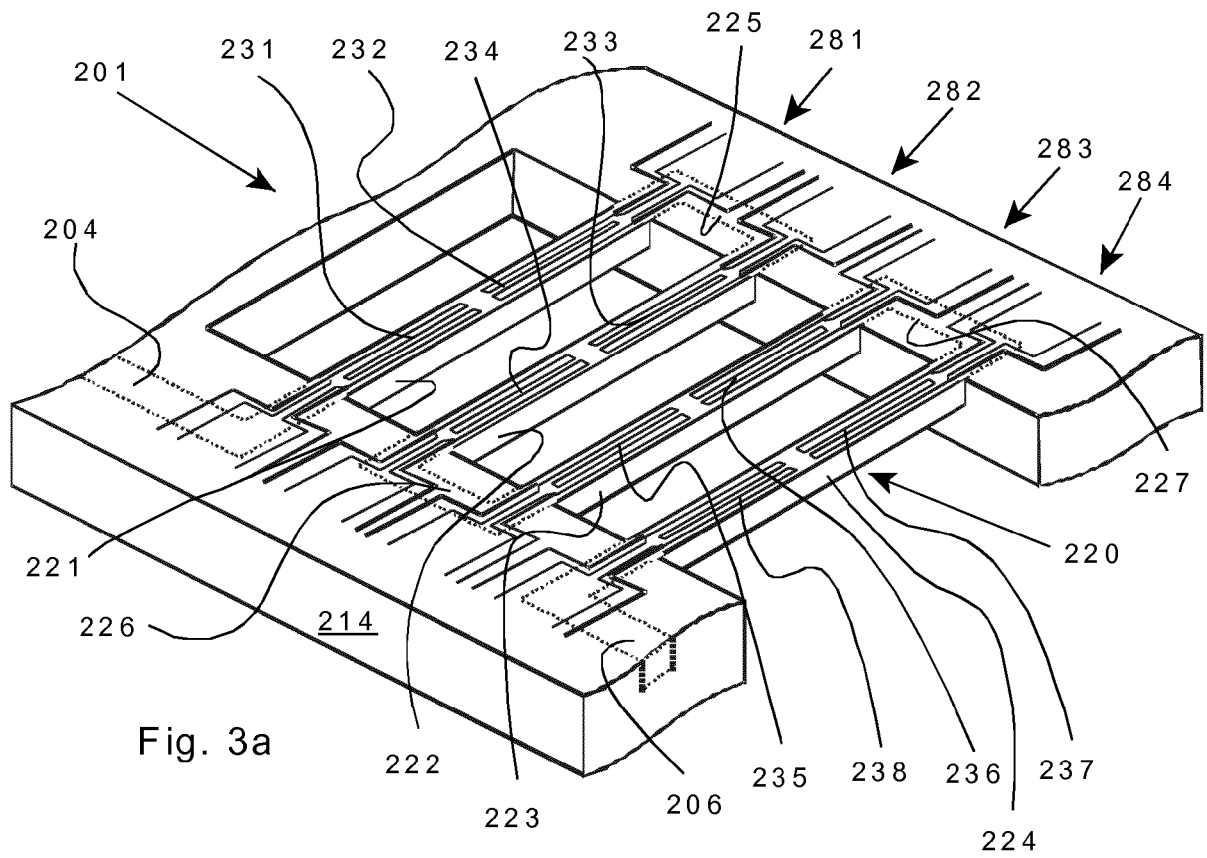
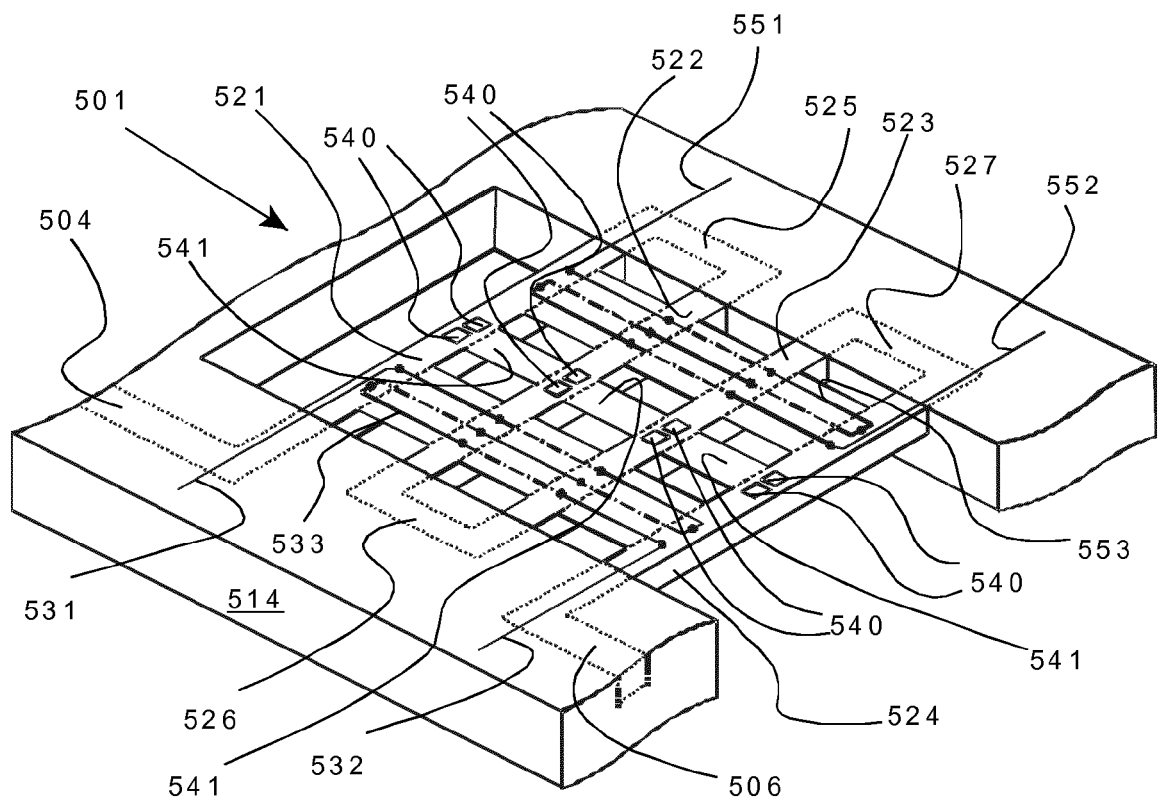
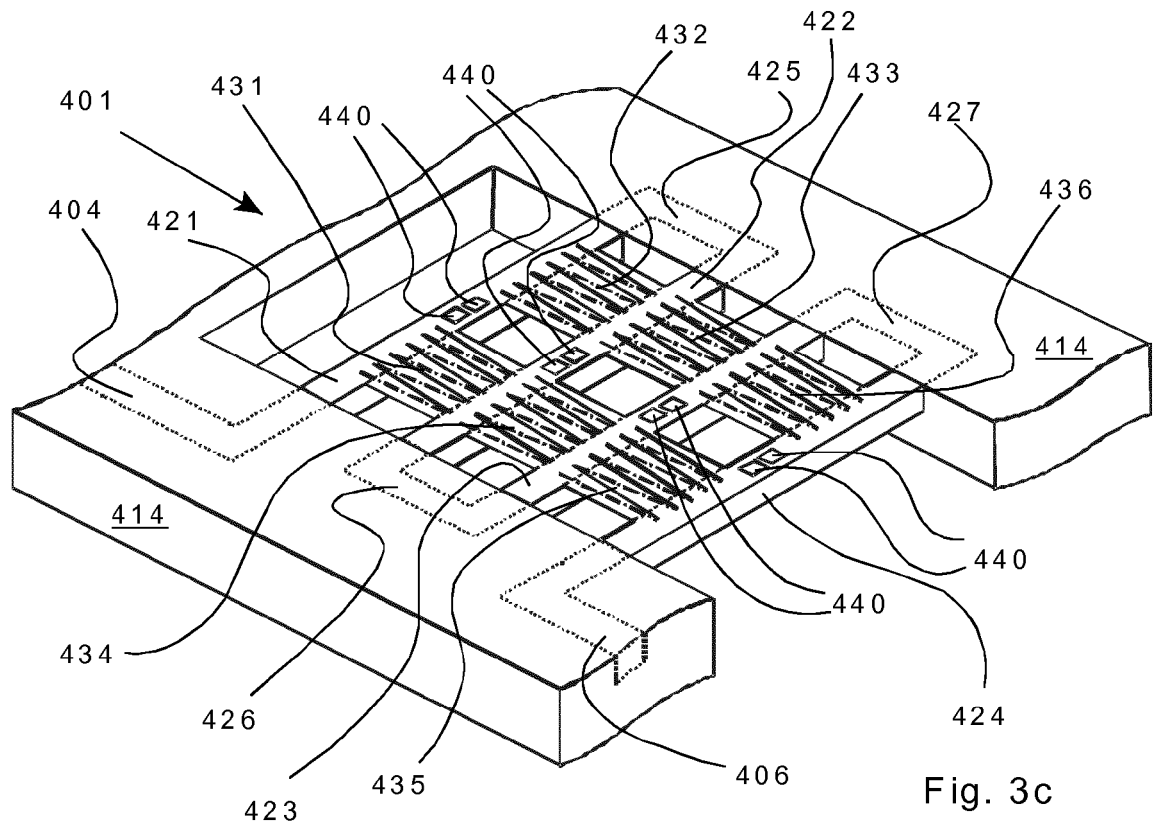
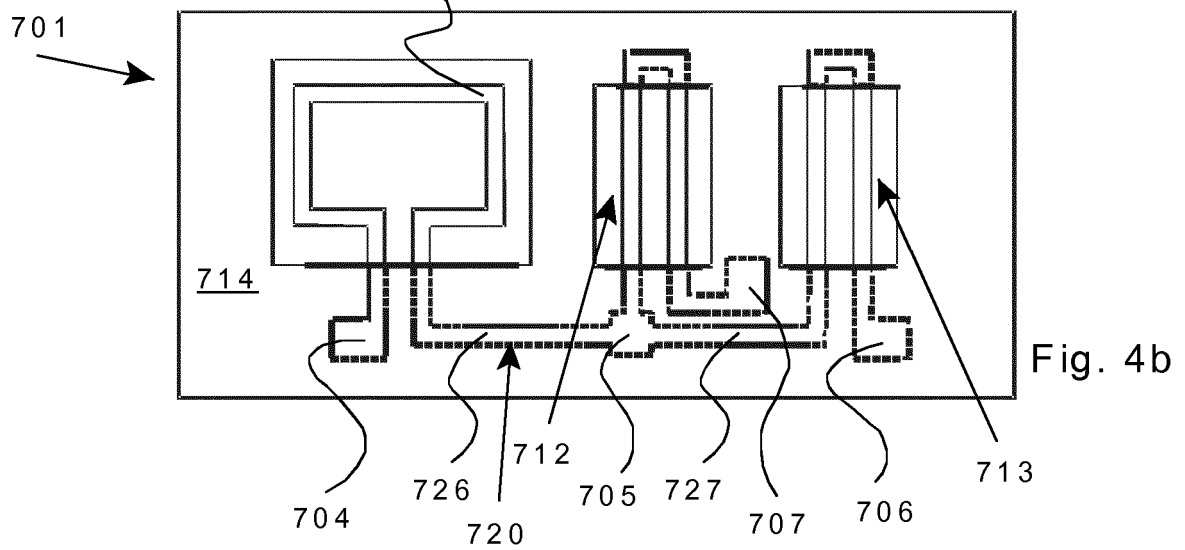
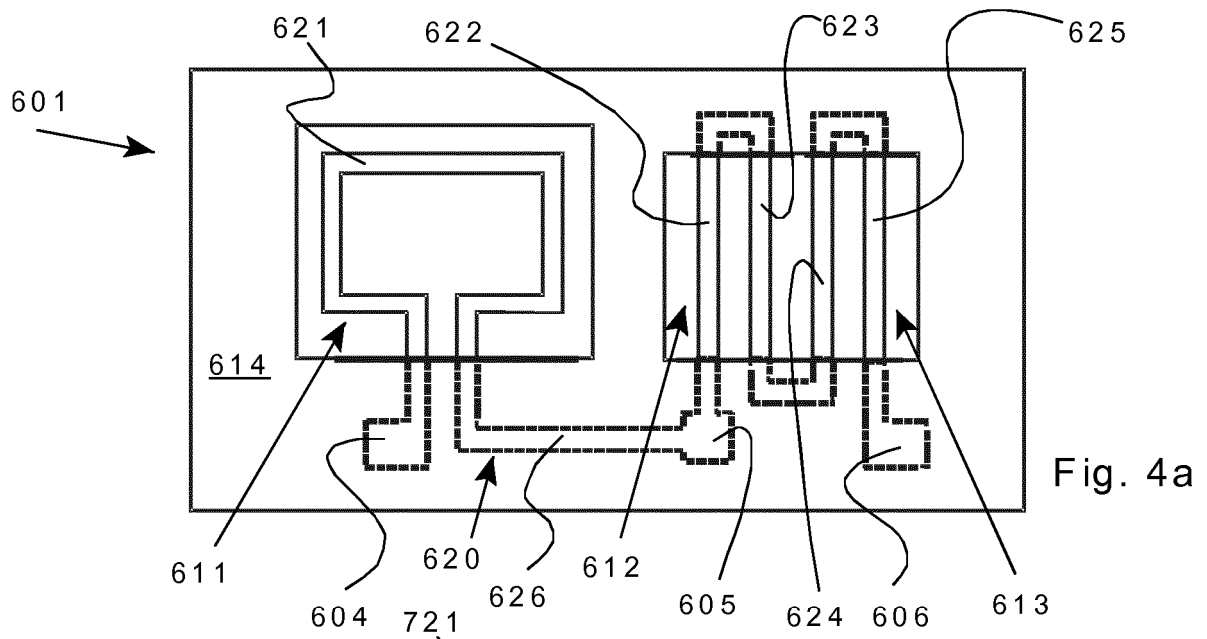


Fig. 2b









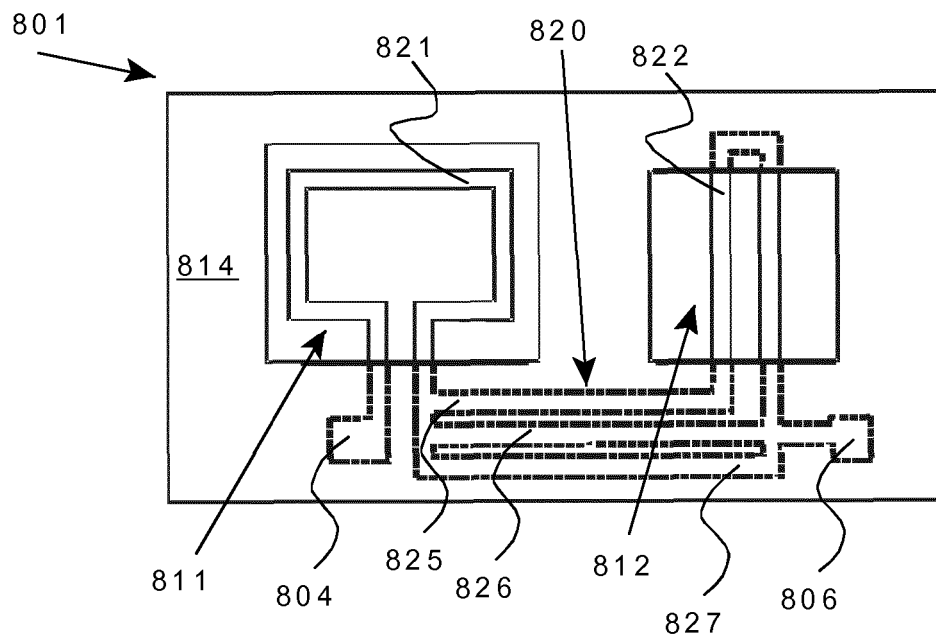


Fig. 4c

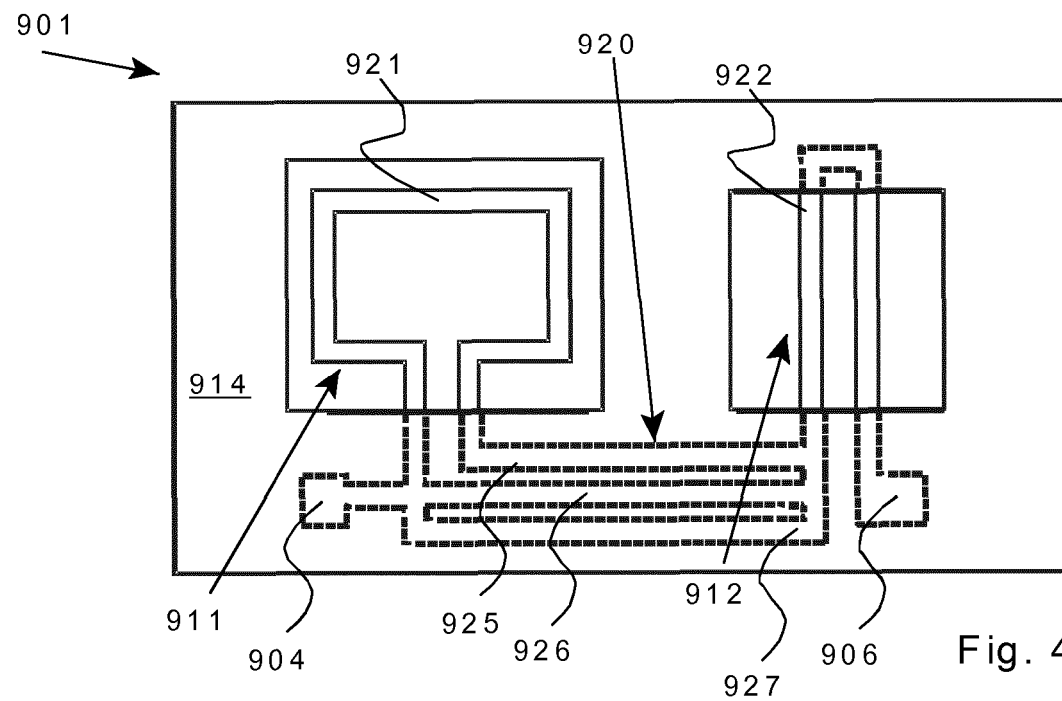


Fig. 4d

