

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 505**

51 Int. Cl.:

G01F 1/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2018** **E 18000573 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** **EP 3435041**

54 Título: **Módulo de medición, dispositivo de medición y procedimiento para la determinación de una característica de fluido**

30 Prioridad:

20.07.2017 DE 102017006909

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

16.11.2020

73 Titular/es:

**DIEHL METERING GMBH (100.0%)
Industriestrasse 13
91522 Ansbach, DE**

72 Inventor/es:

**PLOSS, PETER y
MAYLE, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 793 505 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

Módulo de medición, dispositivo de medición y procedimiento para la determinación de una característica de fluido

5 La invención se refiere a un módulo de medición para la determinación de una característica de fluido. La invención se refiere además a un dispositivo de medición y a un procedimiento para la determinación de una característica de fluido.

10 En el campo de los contadores de agua y de calor es especialmente relevante un registro de las características del fluido. En este caso se sabe que en muchas aplicaciones es necesario cambiar o mantener regularmente los contadores correspondientes. Con esta finalidad suele ser necesario sustituir el contador completo. Esto representa un inconveniente, dado que la tubería en la que se encuentra el contador debe abrirse, con lo que, por una parte, es posible que el fluido escape al entorno, y siendo preciso, por otra parte, tener cuidado de no contaminar la tubería.

15 Para facilitar un cambio de contadores se conoce la posibilidad de utilizar los así llamados contadores de cápsula de medición en los que sólo se cambia una cápsula de medición. Sin embargo, en este caso los componentes de la cápsula de medición siguen en contacto con el fluido a medir durante la operación de medición, lo que significa que, aunque los costes de sustitución del contador pueden reducirse mediante el uso de cápsulas de medición, sigue siendo necesaria una apertura de la tubería de fluido.

En el documento WO 2015/191775 A1 se revela un módulo de medición para la determinación de una característica de fluido.

20 Por consiguiente, la invención se basa en la tarea de proponer un módulo de medición que permita, en cambio, una sustitución del contador más sencilla.

25 Según la invención, la tarea se resuelve mediante un módulo de medición para la determinación de una característica de fluido referida a una propiedad de un fluido que se encuentra en un tubo de medición configurado a distancia del módulo de medición o que fluye por el mismo y/o referida a su flujo, comprendiendo el módulo de medición un cuerpo base, un dispositivo de control y un primer y un segundo transductor de vibración fijados en o dentro del cuerpo base a distancia uno de otro, pudiéndose controlar mediante el dispositivo de control el primer y/o el segundo transductor de vibración, a fin de excitar una vibración de una pared lateral o de una pared lateral respectiva del tubo de medición cuando una superficie de contacto o una superficie de contacto respectiva del módulo de medición se acopla directamente o a través de una capa de acoplamiento a la pared lateral o a la pared lateral respectiva del tubo de medición, excitando la vibración de la pared lateral vibraciones de compresión del fluido que se pueden conducir a través del fluido al otro transductor de vibración respectivo, pudiéndose detectar éstas aquí mediante el dispositivo de control para la determinación de una magnitud de medición, siendo posible determinar la característica del fluido mediante el dispositivo de control en dependencia de la magnitud de medición.

35 Según la invención, se propone utilizar el transporte de las vibraciones de compresión a través del fluido para determinar propiedades del fluido, acoplándose estas vibraciones a través de un módulo de medición separado o registrándose las mismas después del transporte a través del fluido. La principal ventaja del módulo de medición según la invención, en comparación con los contadores de ultrasonidos convencionales, consiste en que el módulo de medición puede cambiarse sin abrir el tubo de medición. Para lograrlo, mediante el módulo de medición se pueden acoplar vibraciones en la pared lateral o en la pared lateral respectiva del tubo de medición o desacoplarlas. Por lo tanto, el fluido no se excita directamente a través de los transductores de vibración, sino que en primer lugar se excita la pared lateral o la pared lateral respectiva del tubo de medición que excita a su vez el fluido en vibraciones de compresión, excitando a continuación las vibraciones de compresión del fluido una pared lateral del tubo de medición, pudiéndose detectar estas vibraciones de la pared lateral de nuevo por medio del módulo de medición. El tubo de medición puede disponerse en una pared lateral del tubo de medición para acoplar las vibraciones en esta pared lateral o para desacoplarlas de esta pared lateral. No obstante, dicho tubo también puede comprender varias superficies de contacto que actúan sobre una pared lateral respectiva, a fin de acoplar y desacoplar allí las vibraciones. En particular, una primera superficie de contacto puede actuar sobre una primera pared lateral y una segunda superficie de contacto puede actuar sobre una segunda pared lateral especialmente opuesta a la primera pared lateral.

50 En principio, el uso de un transporte de vibraciones para el registro de propiedades de fluido se conoce por el estado de la técnica. En los contadores de ultrasonidos, por ejemplo, se detectan a menudo diferencias en el tiempo de propagación de una vibración entre un primer y un segundo transductor de ultrasonidos y viceversa, pudiéndose determinar a partir de las mismas la velocidad de flujo. Sin embargo, también se pueden evaluar otras magnitudes de medición para determinar las propiedades del fluido. Se puede evaluar, por ejemplo, la amplitud de señal en el transductor de vibración de recepción, a fin de detectar una amortiguación de la vibración durante el transporte a través del fluido. Las amplitudes también pueden evaluarse en función de la frecuencia, siendo posible evaluar amplitudes absolutas o relativas de determinadas zonas espectrales para detectar en el fluido un comportamiento de amortiguación espectralmente diferente. También se pueden evaluar las posiciones de fase de las diferentes bandas de frecuencia para, por ejemplo, obtener información sobre la relación de dispersión en el fluido. Alternativa o adicionalmente pueden evaluarse también las variaciones en la composición espectral o en la amplitud a lo largo del tiempo, por ejemplo, dentro de un impulso de medición.

Mediante la evaluación de estas magnitudes pueden determinarse como características del fluido, por ejemplo, una velocidad de flujo y/o un volumen de flujo y/o una densidad, temperatura y/o viscosidad del fluido. Adicional o alternativamente se pueden determinar, por ejemplo, una velocidad sónica en el fluido y/o una composición del fluido, por ejemplo, una relación de mezcla de diferentes componentes. Por el estado de la técnica se conocen diversos enfoques para la obtención de estas características de fluido a partir de las magnitudes de medición antes explicadas, por lo que no requieren una representación detallada. Por ejemplo, se pueden determinar empíricamente correlaciones entre una o varias magnitudes de medición y la característica del fluido, pudiéndose utilizar para la determinación de la característica del fluido, por ejemplo, una tabla de consulta o una fórmula correspondiente.

Como vibración de la pared lateral se puede excitar especialmente una onda guiada a través de la pared lateral del tubo de medición, en particular una onda Lamb. Se produce una excitación de las ondas Lamb si el grosor de pared es comparable a la longitud de onda de la onda transversal del cuerpo sólido. Las ondas guiadas de este tipo son ondas de presión y de cizallamiento combinadas y, por lo tanto, también dan lugar a una desviación de la superficie interior de la pared lateral en la dirección del fluido o en dirección opuesta al fluido. Esta desviación desencadena a su vez ondas de compresión en el fluido. Toda la zona dentro de la cual la onda guiada se propaga en la pared lateral puede servir así como superficie de excitación para una vibración de compresión del fluido. A la inversa, una vibración de compresión del fluido en una zona de pared de la pared lateral puede excitar ondas Lamb correspondientes que a continuación se guían en la pared lateral hacia el otro transductor de vibración.

En el caso de los transductores de vibración puede tratarse especialmente de transductores de ultrasonidos. Éstos pueden realizarse, por ejemplo, con la ayuda de al menos un elemento vibratorio piezoeléctrico y un control correspondiente mediante el dispositivo de control. Los detalles sobre la estructura de posibles transductores de vibración y especialmente sobre la posibilidad de excitaciones selectivas de modos de ondas guiadas se explicarán en detalle más adelante.

La superficie de contacto se puede apoyar directamente en una superficie lateral exterior de la pared lateral o la superficie lateral exterior y la superficie de contacto se pueden ajustar ambas a la capa de acoplamiento. Es posible presionar el módulo de medición contra la pared lateral o la capa de acoplamiento mediante elementos de sujeción. Sin embargo, también puede ser suficiente que el módulo de medición se apoye en la pared lateral o en la capa de acoplamiento.

Para permitir un control o una lectura del módulo de medición, el módulo de medición comprende preferiblemente una pantalla, que puede utilizarse para la indicación de valores de medición y/o de información referente al estado, y/o elementos de control para el control y/o la configuración del módulo de medición.

Dado que el módulo de medición según la invención ya presenta dos transductores de vibración a una distancia definida, así como un dispositivo de control correspondiente, la ventaja con respecto a la disposición de distintos transductores de vibración en el tubo de medición consiste en que los parámetros de medición ya están definidos en gran medida en el propio módulo de medición, de manera que, a pesar de una instalación simple, se pueda obtener una alta precisión de medición. Si se preestablece además una posición definida del módulo de medición en relación con el tubo de medición mediante la previsión de los correspondientes elementos de retención, escotaduras o similares en el tubo de medición, también es posible calibrar el módulo de medición independientemente del tubo de medición utilizado en concreto. Por consiguiente, no es necesario calibrar o validar el sistema completo realmente utilizado compuesto por el módulo de medición y el tubo de medición, sino que es posible calibrar o validar los distintos componentes independientemente unos de otros, con lo que se pueden intercambiar sin problemas los módulos de medición incluso si, por ejemplo, deben cumplirse ciertos requisitos relacionados con el sistema o legales para obtener una medición precisa.

El cuerpo base es o comprende una placa vibratoria plana, estando formada la superficie de contacto por una primera superficie lateral de la placa vibratoria, disponiéndose el primer y el segundo transductor de vibración en una segunda superficie lateral de la placa vibratoria opuesta a la primera superficie lateral. El primer y/o el segundo transductor de vibración se pueden apoyar directamente en la placa vibratoria.

La placa vibratoria puede ser, por ejemplo, de metal o de plástico. La placa vibratoria puede componerse, por ejemplo, del mismo material que el tubo de medición. El uso de una placa vibratoria permite guiar las vibraciones inducidas en la placa vibratoria, de manera que pueda producirse una excitación de la superficie lateral fundamentalmente en todo el rango de propagación de la onda guiada en la placa vibratoria.

La placa vibratoria puede presentar un elemento reflectante y/o un elemento amortiguador dispuestos entre el primer y el segundo transductor de vibración, mediante los cuales es posible reflejar y/o dispersar y/o amortiguar una onda acoplada a la placa vibratoria por el primer y/o por el segundo transductor de vibración. El elemento reflectante puede configurarse en una sola pieza con la placa vibratoria o fijarse en la misma. Por ejemplo, el elemento reflectante puede ponerse a disposición gracias a que la placa vibratoria es más gruesa o más fina en la zona del elemento reflectante que en las zonas circundantes, variando el grosor preferiblemente de forma brusca. Los cambios bruscos en el grosor de la placa vibratoria pueden dar lugar a cambios repentinos en la estructura de modos y, por lo tanto, a reflejos de la onda que entra en este límite. Mediante la aplicación de un elemento amortiguador, que es elásticamente deformable y que presenta una alta fricción interna, es posible amortiguar de forma específica la onda guiada. Por ejemplo, se puede aplicar a la placa vibratoria, por ejemplo, pegar, un elemento amortiguador especialmente plano de plástico, en particular de un elastómero.

5 El elemento reflectante se extiende preferiblemente por toda la anchura de la placa vibratoria, de manera que el primer y el segundo transductor de vibración puedan desacoplarse uno de otro con respecto a una guía de vibración a través de la placa vibratoria. De este modo, en caso de una excitación a través del primer transductor de vibración, el segundo transductor de vibración sólo recibe fundamentalmente vibraciones guiadas a través del fluido, dado que las vibraciones guiadas a través de la placa vibratoria o a través de la pared lateral se reflejan o dispersan, al menos en gran medida, mediante el elemento reflectante. A fin de evitar una configuración de ondas estacionarias, resulta ventajoso que al menos una superficie lateral del elemento reflectante orientada hacia el respectivo transductor de vibración esté situada en ángulo con la línea recta de conexión entre los transductores de vibración. Por ejemplo, el elemento reflectante puede tener forma de rombo, estando los vértices del rombo orientados respectivamente hacia los transductores de vibración.

10 La placa vibratoria puede configurarse de manera que una onda guiada a través de la placa vibratoria o conjuntamente a través de la placa vibratoria y de la pared lateral pueda excitar mediante un accionamiento del primer y/o del segundo transductor de vibración por medio del dispositivo de control. En este caso puede excitarse especialmente una onda Lamb. El material y/o el grosor de la placa vibratoria pueden elegirse de manera que, para al menos una frecuencia utilizada para el funcionamiento de los transductores de vibración, la longitud de onda de la onda guiada resultante en la placa vibratoria y en la pared lateral sea igual.

15 El cuerpo base puede limitar un volumen interior cerrado en el que se disponen el primer y el segundo transductor de vibración. El volumen interior está limitado, especialmente por un lado, por la placa vibratoria. Gracias a la disposición en un volumen interior cerrado, los transductores de vibración quedan protegidos de las influencias ambientales. Así se puede lograr además una protección contra la manipulación del módulo de medición, de manera que, por ejemplo, las manipulaciones de una calibración realizada una vez para la determinación de la característica del fluido no sean posibles o sólo sean posibles con un gran esfuerzo.

20 Dependiendo de las propiedades del tubo de medición utilizado, no conforme a la invención, puede resultar ventajoso excitar, en lugar de una placa vibratoria en la que se han dispuesto los transductores de vibración, la pared lateral del tubo de medición directamente o a través de la capa de acoplamiento. Por este motivo, al menos una sección respectiva de la superficie de contacto o de la superficie de contacto respectiva puede estar formada por el primer y/o por el segundo transductor de vibración o por un elemento de acoplamiento acoplado al transductor de vibración respectivo y configurado a distancia del cuerpo base. En especial, una sección de la primera superficie de contacto puede estar formada por el primer transductor de vibración y una sección de la segunda superficie de contacto puede estar formada por el segundo transductor de vibración, o ambos transductores de vibración pueden formar secciones separadas de la misma superficie de contacto. Los transductores de vibración pueden fijarse, por ejemplo, en el cuerpo base lateralmente o con una superficie lateral opuesta a la superficie de contacto. Preferiblemente, el cuerpo base y los transductores de vibración forman juntos una superficie de contacto sin juntas.

25 El primer y/o el segundo transductor de vibración pueden fijarse en el cuerpo base por medio de un elemento de desacoplamiento respectivo que sirve para el desacoplamiento de la vibración. Esto resulta especialmente ventajoso si se pretende llevar a cabo una excitación directa de la pared lateral del tubo de medición con el transductor de vibración o mediante un elemento de acoplamiento acoplado al mismo. De este modo, el cuerpo base puede desacoplarse en gran medida de la vibración del primer y/o del segundo transductor de vibración, con lo que a través del cuerpo base se reduce o evita, por ejemplo, una influencia de los modos propios de estos transductores de vibración.

30 El elemento de desacoplamiento puede configurarse de manera que un grado de transmisión de las vibraciones, que sirven para la excitación de la pared lateral, sea inferior a 0,5, especialmente inferior a 0,3 o 0,1. Pueden obtenerse unos bajos grados de transmisión, por una parte, mediante fuertes cambios en la impedancia acústica entre el elemento de vibración y el elemento de desacoplamiento o entre el elemento de desacoplamiento y el cuerpo base. Por otra parte, como material del elemento de desacoplamiento se puede utilizar un material con una fuerte amortiguación de las vibraciones en el rango de vibración relevante, por ejemplo, un material celular con poros cerrados.

35 Las impedancias acústicas del transductor de vibración y del elemento de desacoplamiento o del elemento de desacoplamiento y del cuerpo base pueden diferir en un factor de al menos 2 o 5 o 10. Dado que el coeficiente de reflexión se calcula como el cociente entre la diferencia y la suma de las impedancias, en caso de un factor de 3 resulta, por ejemplo, un coeficiente de reflexión de 0,5. El factor entre las impedancias citadas puede ser como máximo de 20, 30 o 50. Se pueden conseguir diferencias grandes en la impedancia acústica, por ejemplo, entre el metal y el plástico.

40 Como ya se ha explicado al principio, mediante el primer o el segundo transductor de vibración deben excitarse preferiblemente ondas guiadas en la placa vibratoria o en la pared lateral. En este caso resulta ventajoso poder lograr una excitación en gran parte pura en relación con los modos. La relación de dispersión de, por ejemplo, ondas Lamb presenta ramificaciones o modos, por lo que, en caso de una frecuencia de excitación preestablecida, pueden resultar diferentes longitudes de onda de la onda Lamb en la placa vibratoria o en la pared lateral. No obstante, dado que el ángulo en el que las vibraciones de compresión se irradian al fluido depende de la velocidad de fase de la onda guiada, que normalmente es diferente para los distintos modos de excitación a la misma frecuencia, resultan, en relación con los distintos modos, diferentes rutas de propagación para las vibraciones de compresión en el fluido. Si bien esto puede utilizarse potencialmente para obtener información adicional sobre el fluido, la separación de las señales

5 resultantes de las diferentes rutas de propagación es a menudo muy costosa. Además, una separación como ésta no es posible de manera fiable en todas las aplicaciones. Por esta razón resulta ventajoso utilizar transductores de vibración en el módulo de medición según la invención que permiten una excitación selectiva en cuanto a los modos de las ondas guiadas en la placa vibratoria o en la pared lateral. Para ello es posible imaginar diversos enfoques que se tratan a continuación.

10 Por medio del primer y/o del segundo transductor de vibración se pueden excitar la placa vibratoria y/o la pared lateral y/o un elemento de contacto dispuesto entre la superficie de contacto o la pared lateral y el respectivo transductor de vibración respectivamente en varias secciones de excitación separadas unas de otras. De aquí resulta finalmente una excitación localmente no homogénea de la placa vibratoria o de la pared lateral. Dicha excitación puede utilizarse de forma específica para excitar modos de vibración determinados de la pared lateral o de la placa vibratoria, especialmente modos de vibración de ondas guiadas, por ejemplo, de ondas Lamb, con una alta pureza de modos. Esto puede lograrse ajustando el patrón de excitación utilizado a una longitud de onda de una onda guiada a excitar.

15 Para obtener una excitación correspondiente, el primer y/o el segundo transductor de vibración pueden comprender un elemento vibratorio respectivo que contacta con la placa vibratoria, la pared lateral o el elemento de contacto en varias zonas de contacto separadas unas de otras. Alternativa o adicionalmente, el elemento de contacto puede contactar con la pared lateral o la placa vibratoria en zonas de contacto separadas unas de otras. Alternativa o adicionalmente se pueden utilizar varios elementos vibratorios dispuestos a distancia unos de otros en la placa vibratoria, la pared lateral o el elemento de contacto.

20 Los centros de las secciones de excitación pueden presentar una distancia entre sí que corresponde a un múltiplo entero de la longitud de onda de la onda guiada a excitar.

Las zonas de excitación separadas pueden realizarse, por ejemplo, utilizando un elemento de contacto que presente varios nervios separados unos de otros preferiblemente unidos al menos por una sección de unión. Un solo elemento vibratorio puede extenderse a lo largo de varios de estos nervios o pueden preverse elementos vibratorios separados para los distintos nervios.

25 Las secciones de excitación separadas unas de otras también pueden realizarse presentando la placa vibratoria o la pared lateral una estructura de contacto que comprende varios salientes y/o al menos una escotadura, apoyándose el elemento vibratorio o los elementos vibratorios exclusivamente en los salientes o fuera de las escotaduras.

30 El primer y/o el segundo transductor de vibración pueden ser transductores de vibración planos, especialmente piezoeléctricos, dispuestos paralelamente a la superficie de contacto. Para lograr una selectividad de modos de la excitación, puede llevarse a cabo, como se ha explicado antes, una excitación en secciones de excitación separadas. Alternativamente cabe la posibilidad, por ejemplo, de que el transductor de vibración sea un transductor interdigital con una estructura de electrodos en la que los electrodos con polos opuestos encajan unos en otros a modo de dedos. La excitación de vibraciones con longitudes de onda determinadas puede resultar preferible o puede suprimirse mediante un ajuste de las distancias de los electrodos que encajan unos en otros.

35 Sin embargo, una excitación selectiva de modos también puede ser posible con electrodos o estructuras de control simples. Por ejemplo, el primer y/o el segundo transductor de vibración pueden ser un transductor de vibración piezoeléctrico que presente exactamente un electrodo por el lado del tubo de medición y exactamente un electrodo por el otro lado del tubo de medición que se disponen en las superficies laterales opuestas del transductor de vibración respectivo. Alternativamente, el respectivo transductor de vibración puede presentar varios electrodos en el lado del tubo de medición y al menos un electrodo en el lado opuesto del tubo de medición o varios electrodos en el lado opuesto del tubo de medición y al menos un electrodo en el lado del tubo de medición, diseñándose el dispositivo de control para preestablecer la tensión entre los electrodos de manera que el signo de polaridad de la tensión entre un electrodo respectivo en el lado del tubo de medición y un electrodo respectivo en el lado opuesto del tubo de medición sea el mismo para todos los pares de electrodos en el lado del tubo de medición y los electrodos en el lado opuesto del tubo de medición del transductor de vibración respectivo. En especial, entre los electrodos en el lado del tubo de medición no puede caer fundamentalmente ninguna tensión y/o entre los electrodos del lado opuesto del tubo de medición no puede caer fundamentalmente ninguna tensión. Se puede obtener una excitación selectiva de modos especialmente mediante el uso de un transductor de vibración piezoeléctrico que se adapta a la estructura de modos de la pared lateral o de la placa vibratoria. Por ejemplo, el transductor de vibración puede configurarse de manera que una vibración propia del transductor de vibración presente la misma frecuencia y la misma longitud de onda que una onda guiada a excitar que se guía por la pared lateral y/o por la placa vibratoria. En este caso, mediante la utilización de la vibración propia del transductor de vibración se puede conseguir una excitación no homogénea de la placa vibratoria y/o de la pared lateral para una excitación de vibraciones fundamentalmente pura en relación con los modos.

55 En otra posibilidad no conforme a la invención para la excitación de ondas guiadas de la placa vibratoria o de la pared lateral, el primer y/o el segundo transductor de vibración comprenden respectivamente un elemento vibratorio que se puede controlar por medio del dispositivo de control, o varios de estos elementos vibratorios, y un cuerpo vibratorio, situándose una superficie lateral o las superficies laterales del cuerpo vibratorio, que porta o portan el elemento vibratorio o los elementos vibratorios, en ángulo con respecto a la superficie de contacto. El elemento vibratorio puede excitarse en vibraciones mediante los dispositivos de control. Por ejemplo, el elemento vibratorio puede excitarse piezoeléctricamente. Se pueden utilizar un cuerpo vibratorio en forma de cuña o un cuerpo vibratorio en forma de varilla. El elemento vibratorio puede disponerse en una superficie lateral del cuerpo vibratorio opuesta a la superficie

ES 2 793 505 T3

de contacto. Alternativamente, un elemento vibratorio o preferiblemente varios elementos vibratorios se puede o se pueden disponer en una o varias superficies laterales del cuerpo vibratorio que presentan un canto en la zona de la superficie de contacto o de la placa vibratoria. Por medio de estos elementos vibratorios, un cuerpo vibratorio en forma de varilla, por ejemplo, se puede convertir en vibraciones de flexión que pueden utilizarse para acoplar las ondas de superficie a la placa vibratoria y/o a la pared lateral.

En una forma de realización preferida, el cuerpo vibratorio puede ser alargado y presentar en especial una forma plana a modo de chapa, apoyándose una primera sección del cuerpo vibratorio en el tubo de medición o en la placa vibratoria, estando el cuerpo vibratorio curvado, al menos por secciones, de manera que una segunda sección del cuerpo vibratorio se separe en ángulo desde el tubo de medición o la placa vibratoria, disponiéndose los elementos vibratorios en la segunda sección del cuerpo vibratorio.

Además del módulo de medición según la invención, la invención se refiere a un dispositivo de medición para la determinación de una característica de fluido relacionada con una propiedad de un fluido, que se encuentra en un tubo de medición o que fluye por el mismo, y/o relacionada con su flujo, comprendiendo el dispositivo de medición un módulo de medición según la invención, acoplándose la superficie de contacto o la superficie de contacto respectiva del módulo de medición, directamente o a través de una capa de acoplamiento, a una pared lateral o a una pared lateral respectiva del tubo de medición del dispositivo de medición.

La capa de acoplamiento puede estar formada por otro fluido dispuesto entre el módulo de medición y la pared lateral o por una lámina dispuesta entre el módulo de medición y la pared lateral. Como fluido adicional puede utilizarse especialmente un fluido con una alta viscosidad, por ejemplo, una pasta, un gel o un lubricante. La viscosidad del fluido adicional puede ajustarse, por ejemplo, mediante la adición de partículas, especialmente de partículas metálicas. Una lámina usada como capa de acoplamiento puede en particular deformarse elásticamente.

Alternativa o adicionalmente es posible que el dispositivo de medición comprenda un elemento de sujeción mediante el cual la superficie de contacto se presiona contra la pared lateral. Por ejemplo, alrededor del módulo de medición y del tubo de medición se puede guiar una cinta de sujeción que presiona el módulo de medición en el tubo de medición o similar.

La pared lateral del tubo de medición puede presentar una escotadura cuya superficie de base se acopla directamente o a través de la capa de acoplamiento a la superficie de contacto del módulo de medición. La forma de la escotadura puede elegirse de manera que el módulo de medición penetre en arrastre de forma en esta escotadura, manteniéndose así en una posición definida. De este modo se puede determinar la posición relativa del módulo de medición con respecto al tubo de medición y, por consiguiente, también la posición relativa de los transductores de vibración con respecto al tubo de medición, con lo que se pueden lograr mediciones reproducibles incluso después de un cambio de módulo o en caso de uso del módulo de medición en otro tubo de medición.

La invención se refiere además a un procedimiento para la determinación de una característica de fluido relacionada con una propiedad de un fluido que se encuentra en un tubo de medición configurado a distancia de un módulo de medición, o que fluye por el mismo, y/o relacionada con su flujo, comprendiendo el módulo de medición un cuerpo base y un primer y un segundo transductor de vibración separados uno de otro y fijados en o dentro del cuerpo base, acoplándose una superficie de contacto o una superficie de contacto respectiva del módulo de medición, directamente o a través de una capa de acoplamiento, a una pared lateral o a una pared lateral respectiva del tubo de medición, accionándose a continuación el primer y/o el segundo transductor de vibración para excitar una vibración de la pared lateral, excitándose mediante la vibración de la pared lateral vibraciones de compresión del fluido que se guían a través del fluido respectivamente al otro transductor de vibración y que se detectan allí por medio del dispositivo de control para la determinación de una magnitud de medición, determinándose la característica del fluido en dependencia de la magnitud de medición. El procedimiento según la invención puede perfeccionarse con las características que se han explicado en relación con el módulo de medición según la invención o con el dispositivo de medición según la invención y viceversa.

De los siguientes ejemplos de realización, así como de los dibujos correspondientes resultan otras ventajas y detalles de la presente invención. Aquí se muestra esquemáticamente en la:

Figura 1 una vista seccionada de un ejemplo de realización de un dispositivo de medición según la invención que comprende un ejemplo de realización de un módulo de medición según la invención, y

Figuras 2 - 8 vistas detalladas de otros ejemplos de realización de dispositivos de medición según la invención.

La figura 1 muestra un dispositivo de medición 1 para la determinación de una característica de fluido referida a una propiedad de un fluido que se encuentra en un tubo de medición 3 o que fluye por el mismo y/o referida a su flujo. El proceso se describe a continuación en el ejemplo de la medición de una velocidad de flujo mediante mediciones del tiempo de tránsito de las ondas ultrasónicas transmitidas a través del fluido. No obstante, por el estado de la técnica también se conocen métodos para determinar, por ejemplo, la densidad, la temperatura, la viscosidad, la velocidad del sonido o la composición del fluido mediante un envío de ondas ultrasónicas a través del fluido. Sin embargo, dado que aquí el objetivo se centra en el diseño mecánico del dispositivo de medición, no se explicarán en detalle estos procedimientos que se refieren principalmente a la evaluación de los datos de medición.

Además del tubo de medición 3, el dispositivo de medición comprende un módulo de medición 2 configurado a distancia del tubo de medición 3. Así es posible, por ejemplo, sustituir el módulo de medición 2 cuando sea necesario sin abrir el tubo de medición 3, con lo que se evita, por ejemplo, una salida del fluido o una posible contaminación del espacio interior del tubo. El módulo de medición 2 comprende un cuerpo base 4, un dispositivo de control 5, así como un primer y un segundo transductor de vibración 6, 7 separados uno de otro y fijados en el cuerpo base 4. El primer y el segundo transductor de vibración 6, 7 pueden controlarse mediante el dispositivo de control 5 para excitar una vibración de la pared lateral 8 del tubo de medición cuando una superficie de contacto 9 del módulo de medición 2 se acopla a la pared lateral 8 del tubo de medición 3.

En el ejemplo de realización mostrado, la excitación de la pared lateral se realiza de forma indirecta. Los transductores de vibración 6, 7 se disponen en una placa vibratoria 11 que forma una parte del cuerpo base 4. La superficie de contacto 9 está formada por una primera superficie lateral de la placa vibratoria 11 y los dos transductores de vibración 6, 7 se disponen en las superficies laterales opuestas a ésta. En caso de una activación correspondiente mediante el dispositivo de control 5, los transductores de vibración 6, 7 pueden excitar ondas guiadas, especialmente ondas Lamb, en la placa vibratoria 11. Dado que en el caso de las ondas Lamb se trata de ondas de presión y de cizallamiento combinadas, esta vibración también se transmite a la pared lateral 8, excitándose también, si los componentes están adecuadamente ajustados entre sí, una onda Lamb en la pared lateral 8.

Mediante esta vibración de la pared lateral se excitan vibraciones de compresión del fluido, como se representa por medio de las flechas 10. Una radiación de estas vibraciones de compresión se produce fundamentalmente en toda la zona dentro de la cual la onda guiada se propaga en la pared lateral 8. Esto se representa a través del desplazamiento lateral de las flechas 10.

La onda de compresión se guía a través del fluido al otro transductor de vibración 6, 7, pudiendo reflejarse, en ocasiones también varias veces, en las paredes laterales del tubo de medición. El paquete de ondas entrante se detecta mediante el dispositivo de control 5 a través del respectivo transductor de vibración 6, 7 no utilizado para la transmisión, a fin de determinar una magnitud de medición. En el ejemplo mostrado debe medirse una velocidad de flujo. Para ello se puede determinar una diferencia de tiempo de tránsito de la vibración del transductor de vibración 6 al transductor de vibración 7 y a la inversa, pudiéndose determinar a partir de ésta la velocidad de flujo, como se conoce en general por el campo de los contadores de ultrasonidos. No obstante, también podrían evaluarse en principio otras magnitudes, por ejemplo, la amplitud de la señal recibida, su composición espectral como, por ejemplo, las amplitudes absolutas o relativas de las diferentes bandas espectrales, y los cambios temporales de la señal, por ejemplo, de una fase de la vibración recibida, de la composición espectral o de la amplitud.

El cuerpo base 4 forma un volumen interior cerrado 12 del módulo de medición 2 en el que se disponen los transductores de vibración 6, 7. Esto sirve, por una parte, para proteger los transductores de vibración 6, 7 de la suciedad o de los daños, pudiéndose, por otra parte, evitar o dificultar, mediante un blindaje de los transductores de vibración 6, 7 y del dispositivo de control 5, una manipulación del módulo de medición o del dispositivo de medición, por ejemplo, si el dispositivo de medición se utiliza con fines de contabilización.

Para mejorar el acoplamiento de vibración entre la placa vibratoria 11 y la pared lateral 8, el módulo de medición 2 se presiona contra la pared lateral 8 mediante un elemento de sujeción 13, por ejemplo, una abrazadera de sujeción.

Para garantizar mediciones reproducibles, incluso en caso de un cambio de módulo, resulta ventajoso definir claramente la posición del módulo de medición 2 con respecto al tubo de medición 3. Por este motivo, el tubo de medición 3 presenta una escotadura 14 en la que encaja en arrastre de forma una sección del módulo de medición 2.

El módulo de medición 2 presenta, con fines de mantenimiento y lectura, un panel de mando 15 que puede comprender, por ejemplo, una unidad de visualización y varios elementos de mando.

En algunos casos puede resultar deseable mejorar el acoplamiento entre el módulo de medición 2 y la pared lateral 8. Por consiguiente, como se representa en la figura 2, se puede prever una capa de acoplamiento 16 entre el módulo de medición 3 y la pared lateral 8. La capa de acoplamiento 16 puede estar formada por un fluido, en particular un fluido con una alta viscosidad como, por ejemplo, una pasta, un gel o un lubricante, o una lámina en especial elásticamente deformable. Una capa de acoplamiento de este tipo puede compensar las irregularidades de la pared lateral 8 o de la superficie de contacto 9 y mejorar así el acoplamiento de vibración.

Según el material y el grosor de la pared lateral 8, en determinadas circunstancias puede resultar ventajoso acoplar las vibraciones directamente del transductor de vibración 6, 7 a la pared lateral 8, como se representa a modo de ejemplo en la figura 3. En este caso, una sección respectiva 17, 18 de la superficie de contacto 9 está formada por el primer o por el segundo transductor de vibración 6, 7. Alternativamente sería posible prever de forma adicional, entre el respectivo transductor de vibración 6, 7 y la pared lateral, un elemento de acoplamiento configurado a distancia del cuerpo base 4, como se explicará más adelante en relación con la figura 4.

En caso de un acoplamiento directo del transductor de vibración 6, 7 a la pared lateral 8, a menudo resulta ventajoso desacoplar los transductores de vibración 6, 7 del cuerpo base 4. Por este motivo, los transductores de vibración 6, 7 se acoplan al cuerpo base 4 mediante un elemento de desacoplamiento respectivo 19, siendo el grado de transmisión de las vibraciones utilizadas para la excitación de la pared lateral 8, por ejemplo, inferior a 0,3 o 0,1.

5
Para lograrlo se utilizan dos métodos. Por una parte, se utiliza como material del elemento de desacoplamiento 19 un material cuya impedancia acústica es considerablemente diferente de la impedancia acústica del transductor de vibración 6 y del cuerpo base 4. Como cuerpo base 4 se puede utilizar, por ejemplo, un metal, el transductor de vibración 6 puede estar formado en gran parte por un material cerámico y el elemento de desacoplamiento puede ser un material plástico con, por ejemplo, una baja impedancia acústica. Por otra parte se utiliza un material con un fuerte aislamiento acústico en el rango de frecuencias relevante. Se puede usar, por ejemplo, un plástico espumado con poros cerrados.

10
Las figuras 1 - 3 muestran esquemáticamente los transductores de vibración 6, 7 respectivamente como un bloque apoyado de forma plana en la placa vibratoria 11 o en la pared lateral 8. Este es el caso, por ejemplo, si se utiliza un transductor interdigital como transductor de vibración 6, 7 o si, por ejemplo, se utiliza un bloque de piezocerámica u otro material piezoeléctrico cuyos modos de vibración propia se ajustan a los modos de vibración propia de la placa vibratoria 11 o de la pared lateral 8, de manera que en al menos una frecuencia de una vibración propia del transductor de vibración 6, 7 presente la misma longitud de onda que una onda guiada inducida. Sin embargo, en principio también pueden utilizarse otras configuraciones de los transductores de vibración 6, 7, con las que se puede obtener una mejor selectividad de modos en determinadas circunstancias. En las figuras 4 - 8 se muestran ejemplos de dichas configuraciones. En los ejemplos mostrados, los transductores de vibración se colocan sobre una placa vibratoria 11. Como se muestra en la figura 3, naturalmente también cabe la posibilidad de disponer transductores de vibración correspondientes, es decir, en caso de una disposición del módulo de medición 2 en el tubo de medición 3, los transductores de vibración se apoyan directamente en la pared lateral 8 del tubo de medición en lugar de apoyarse en la placa vibratoria 1.

20
El transductor de vibración 24 mostrado en la figura 4 comprende un elemento vibratorio 20, por ejemplo, un bloque de piezocerámica o de otro material piezoeléctrico que se acopla a la placa vibratoria 11 mediante un elemento de contacto 21. El elemento de contacto tiene una estructura a modo de peine, con lo que sólo tiene lugar una excitación de la placa vibratoria 11 fundamentalmente en los rangos de excitación 22, 23. Mediante la elección de una distancia adecuada entre los rangos de excitación 22, 23 se puede preestablecer una longitud de onda para la onda guiada a excitar, lográndose así una mejor selectividad de modos.

25
En lugar de utilizar un elemento de contacto separado, la estructura a modo de peine mostrada en la figura 4 también puede implementarse, por ejemplo, mediante la previsión en la pared lateral 8 o en la placa vibratoria 11 de estructuras correspondientes a modo de peine en las que se apoya el elemento vibratorio 20. En lugar de un único elemento vibratorio, también podría utilizarse un elemento vibratorio separado para cada alma del elemento de contacto 21 o para cada saliente.

30
También se puede obtener una selectividad de modos mediante un acoplamiento de vibraciones en ángulo en la placa vibratoria 11 o en la pared lateral 8. En la figura 5 se muestra una posibilidad a este respecto. Aquí, el elemento vibratorio 25 se compone de un elemento vibratorio 26, por ejemplo, de un elemento vibratorio piezoeléctrico, y de un cuerpo vibratorio 27. El cuerpo vibratorio presenta una forma de cuña alargada, disponiéndose el elemento vibratorio 26 en el lado del cuerpo vibratorio 27 opuesto a la placa vibratoria 11 o a la superficie de contacto 9. En este caso, el modo de excitación depende del ángulo entre el cuerpo vibratorio 27 y la superficie de contacto 9 o la placa vibratoria 11.

35
La figura 6 muestra una estructura similar, siendo el cuerpo vibratorio 30 del transductor de vibración 28 más largo y en forma de varilla, es decir, especialmente redondo. Los elementos vibratorios 29 se disponen en la superficie lateral del cuerpo vibratorio que se extiende hasta la placa vibratoria 11 o hasta la superficie de contacto 9. Éstos se disponen opuestos y desplazados unos respecto a otros, a fin de excitar las vibraciones de flexión del cuerpo vibratorio 30 que pueden acoplarse como una onda guiada a la placa vibratoria 11 o a la pared lateral 8.

40
La figura 7 también muestra una estructura similar, presentando el cuerpo vibratorio 34 del transductor de vibración 33 una forma plana a modo de chapa. Una primera sección del cuerpo vibratorio 34 se apoya de forma plana en la placa vibratoria 11. Debido a una curvatura por secciones del cuerpo vibratorio 34, otra sección del cuerpo vibratorio 34 se separa en ángulo de la placa vibratoria 11, disponiéndose los elementos vibratorios 35 en esta sección.

45
En los ejemplos de realización comentados hasta ahora, en principio es posible que una onda guiada en la pared lateral 8 o en la placa vibratoria 11 se guíe directamente del transductor de vibración 6 al transductor de vibración 7 o viceversa. Con determinadas geometrías de medición, esta señal recibida directamente puede dificultar o perturbar la medición de la vibración guiada a través del fluido. Por este motivo, puede resultar deseable perturbar la ruta de acoplamiento directa entre los transductores de vibración 6 y 7. En la figura 8 se representa una posibilidad para llevar a cabo dicha perturbación. A excepción de los elementos reflectantes adicionales 32, el diseño del dispositivo de medición 1 mostrado en la figura 8 es idéntico al del dispositivo de medición mostrado en la figura 1, por lo que se utilizan las mismas referencias, mostrándose una vista diferente. La placa vibratoria 11 se configura considerablemente más gruesa en la zona de un elemento reflectante romboidal 32, cambiando así la estructura de modos de la placa vibratoria 11 en esta zona. Por lo tanto, una onda de la placa vibratoria 11 excitada por el transductor de vibración 6 o 7 se refleja en gran medida en las superficies límite 31 del elemento reflectante 32. Dado que las superficies límite 31 están inclinadas con respecto a una línea de conexión de los transductores de vibración 6, 7, se evita la formación de una onda estacionaria.

Alternativa o adicionalmente, también podría disponerse entre los transductores de vibración 6, 7 en la placa vibratoria al menos un elemento amortiguador no mostrado, por ejemplo, un elemento plástico plano, a fin de amortiguar la onda guiada.

5	Lista de referencias
	1 Dispositivo de medición
	2 Módulo de medición
	3 Tubo de medición
	4 Cuerpo base
10	5 Dispositivo de control
	6 Transductor de vibración
	7 Transductor de vibración
	8 Pared lateral
	9 Superficie de contacto
15	10 Flecha
	11 Placa vibratoria
	12 Volumen interior
	13 Elemento de sujeción
	14 Escotadura
20	15 Panel de mando
	16 Capa de acoplamiento
	17 Sección
	18 Sección
	19 Elemento de desacoplamiento
25	20 Elemento vibratorio
	21 Elemento de contacto
	22 Zona de excitación
	23 Zona de excitación
	24 Transductor de vibración
30	25 Transductor de vibración
	26 Elemento vibratorio
	27 Cuerpo vibratorio
	28 Transductor de vibración
	29 Elemento vibratorio
35	30 Cuerpo vibratorio
	31 Superficie límite
	32 Elemento reflectante
	33 Transductor de vibración
	34 Cuerpo vibratorio
40	35 Elemento vibratorio

REIVINDICACIONES

- 5 1. Módulo de medición para la determinación de una característica de fluido referida a una propiedad de un fluido que se encuentra en un tubo de medición (3) configurado a distancia del módulo de medición (2) o que fluye por el mismo y/o referida a su flujo, comprendiendo el módulo de medición (2) un cuerpo base (4), un dispositivo de control (5) y un primer y un segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) fijados en o dentro del cuerpo base a distancia uno de otro, pudiéndose controlar mediante el dispositivo de control (5) el primer y/o el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28), a fin de excitar una vibración de una pared lateral o de una pared lateral respectiva (8) del tubo de medición (3) cuando una superficie de contacto o una superficie de contacto respectiva (9) del módulo de medición (2) se acopla directamente o a través de una capa de acoplamiento (16) a la pared lateral o a la pared lateral respectiva (8) del tubo de medición (3), excitando la vibración de la pared lateral (8) vibraciones de compresión del fluido que se pueden conducir a través del fluido al otro transductor de vibración respectivo (6, 7, 24, 25, 28), pudiéndose detectar éstas aquí mediante el dispositivo de control (5) para la determinación de una magnitud de medición, siendo posible determinar la característica del fluido mediante el dispositivo de control (5) en dependencia de la magnitud de medición, caracterizado por que el cuerpo base (4) es o comprende una placa vibratoria (11), estando formada la superficie de contacto (9) por una primera superficie lateral de la placa vibratoria (11), disponiéndose el primer y el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) en una segunda superficie lateral de la placa vibratoria (11) opuesta a la primera superficie lateral.
- 20 2. Módulo de medición según la reivindicación 1, caracterizado por que la placa vibratoria (11) presenta un elemento reflectante y/o un elemento amortiguador (30) dispuestos entre el primer y el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28), mediante los cuales es posible reflejar y/o dispersar y/o amortiguar una onda acoplada a la placa vibratoria (11) por el primer y/o por el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28).
- 25 3. Módulo de medición según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la placa vibratoria (11) se configura de manera que, mediante un control del primer y/o del segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) por parte del dispositivo de control (5), pueda excitarse una onda guiada a través de la placa vibratoria (11) o conjuntamente a través de la placa vibratoria (11) y de la pared lateral (8).
- 30 4. Módulo de medición según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el cuerpo base (4) puede limitar un volumen interior cerrado (12) en el que se disponen el primer y el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28).
- 35 5. Módulo de medición según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer y/o el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) se fijan en el cuerpo base (4) mediante un elemento de desacoplamiento respectivo (19) que sirve para el desacoplamiento de la vibración.
- 40 6. Módulo de medición según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que por medio del primer y/o del segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) se pueden excitar la placa vibratoria (11) y/o la pared lateral (8) y/o un elemento de contacto (21) dispuesto entre la superficie de contacto (9) o la pared lateral (8) y el respectivo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) respectivamente en varias secciones de excitación separadas unas de otras.
- 45 7. Módulo de medición según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer y/o el segundo transductor de vibración (6, 7, 24) son transductores de vibración (6, 7, 24) planos que se disponen paralelamente a la superficie de contacto (9).
- 50 8. Módulo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el primer y/o el segundo transductor de vibración (25, 28) comprenden respectivamente un elemento vibratorio (26, 29) que se puede controlar por medio del dispositivo de control, o varios de estos elementos vibratorios (26, 29), y un cuerpo vibratorio (27, 30), situándose una superficie lateral o las superficies laterales del cuerpo vibratorio (27, 30), que porta o portan el elemento vibratorio o los elementos vibratorios (26, 29), en ángulo con respecto a la superficie de contacto (9).
- 55 9. Dispositivo de medición para la determinación de una característica de fluido relacionada con una propiedad de un fluido que se encuentra en un tubo de medición (3) o que fluye por el mismo y/o relacionada con su flujo, caracterizado por que el dispositivo de medición comprende un módulo de medición (2) según una de las reivindicaciones anteriores, acoplándose la superficie de contacto o la superficie de contacto respectiva (9) del módulo de medición (2), directamente o a través de una capa de acoplamiento (16), a una pared lateral o a una pared lateral respectiva (8) del tubo de medición (3) del dispositivo de medición (1).
- 60 10. Dispositivo de medición según la reivindicación 9, caracterizado por que la capa de acoplamiento (16) está formada por otro fluido dispuesto entre el módulo de medición (2) y la pared lateral (8) o por una lámina dispuesta entre el módulo de medición (2) y la pared lateral (8).
- 65 11. Dispositivo de medición según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que el mismo comprende un elemento de sujeción (13) mediante el cual la superficie de contacto (9) se presiona contra la pared lateral (8).

12. Dispositivo de medición según la reivindicación 9 a 11, caracterizado por que la pared lateral (8) del tubo de medición (3) presenta una escotadura (14), cuya superficie de base se acopla a la superficie de contacto (9) del módulo de medición (2) directamente o a través de la capa de acoplamiento (16).

5
13. Procedimiento para la determinación de una característica de fluido relacionada con una propiedad de un fluido que se encuentra en un tubo de medición (3) configurado a distancia de un módulo de medición (2) o que fluye por el mismo y/o relacionada con su flujo, comprendiendo el módulo de medición (2) un cuerpo base (4) y un primer y un
10
segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) separados uno de otro y fijados en o dentro del cuerpo base (4),
acoplándose una superficie de contacto o una superficie de contacto respectiva (9) del módulo de medición (2),
directamente o a través de una capa de acoplamiento (16), a una pared lateral o a una pared lateral respectiva (8) del
tubo de medición (3), accionándose a continuación el primer y/o el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28)
15
para excitar una vibración de la pared lateral (8), excitándose mediante la vibración de la pared lateral (8) vibraciones
de compresión del fluido que se guían a través del fluido respectivamente al otro transductor de vibración (6, 7, 24, 25,
28) y que se detectan allí para la determinación de una magnitud de medición, determinándose la característica del
fluido en dependencia de la magnitud de medición, caracterizado por que se utiliza un cuerpo base (4) que es o que
comprende una placa vibratoria (11), estando formada la superficie de contacto (9) por una primera superficie lateral
de la placa vibratoria (11), disponiéndose el primer y el segundo transductor de vibración (6, 7, 24, 25, 28) en una
20
segunda superficie lateral de la placa vibratoria (11) opuesta a la primera superficie lateral.

FIG. 1

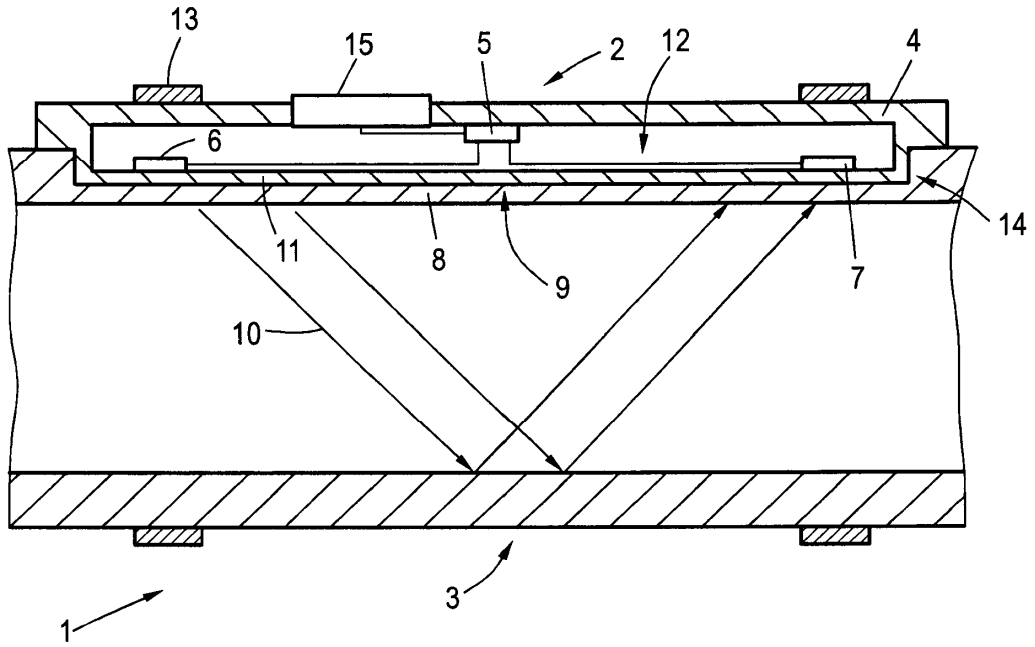


FIG. 2

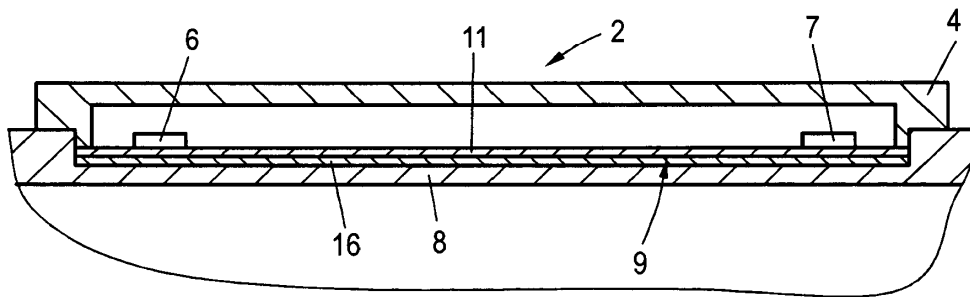


FIG. 3

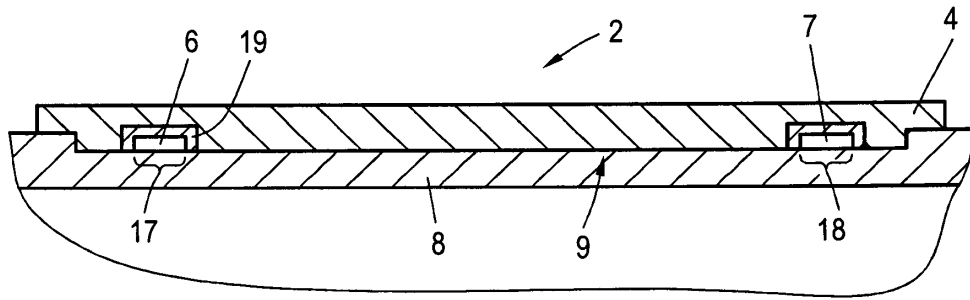


FIG. 4

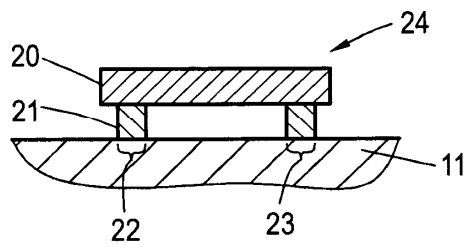


FIG. 5

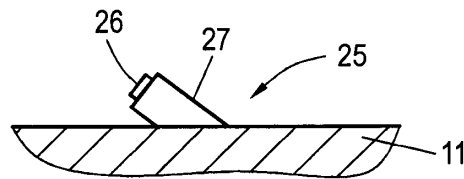


FIG. 6

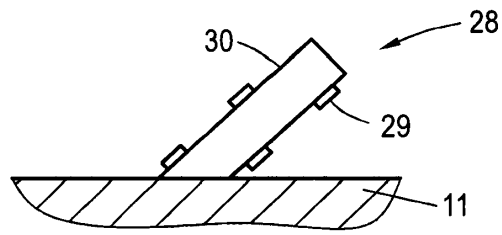


FIG. 7

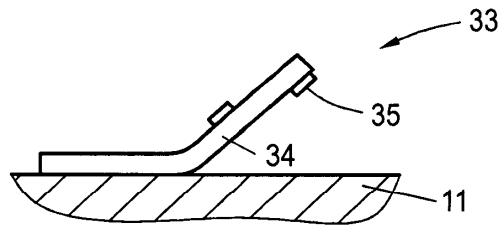


FIG. 8

