



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 295 184**

51 Int. Cl.:
G01H 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01953806 .5**

86 Fecha de presentación : **29.06.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1301762**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2003**

54 Título: **Sensor piezoeléctrico.**

30 Prioridad: **04.07.2000 DE 100 31 793**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

73 Titular/es: **Heidemarie Kristen
Adamistrasse 4
50259 Pulheim, DE
Peter Apel**

72 Inventor/es: **Apel, Peter**

74 Agente: **Botella Reyna, Antonio**

ES 2 295 184 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor piezoeléctrico.

La invención concierne a un sensor piezoeléctrico con un soporte de base, un captador de valor de medida piezoeléctrico dispuesto sobre el soporte de base, una capa de cubierta que tapa el captador de valor de medida y una electrónica de evaluación, estando formado el captador de valor de medida por una capa piezoeléctrica, presentando el soporte de base una primera capa de contacto unida eléctricamente con la capa piezoeléctrica, presentando la capa de cubierta una segunda capa de contacto que está unida eléctricamente con la capa piezoeléctrica y siendo la electrónica de evaluación capaz de determinar una carga mecánica de la capa piezoeléctrica por medio de la evaluación de la diferencia del potencial eléctrica entre la primera capa de contacto y la segunda capa de contacto.

Un sensor de este tipo es conocido por la patente alemana 28 431 938. En este sensor se utiliza como magnitud de medición el desplazamiento de carga de una película piezoeléctrica, que se transforma en la señal de medición deseada por medio de una electrónica de evaluación externa. Estos sensores tienen la desventaja de que las trayectorias a la electrónica de evaluación están limitadas en su longitud y un componente adicional debe disponerse en un lugar descentralizado con la electrónica de evaluación.

Además, algunos sensores del tipo citado anteriormente son conocidos como sensores de choque con una masa sísmica, presionándose la masa sísmica como consecuencia de un choque y la aceleración condicionada por ello contra la capa piezoeléctrica. Esta presión sobre la capa piezoeléctrica provoca a su vez un desplazamiento de carga que puede tomarse y evaluarse por contactados a ambos lados de la superficie de la capa piezoeléctrica. Un sensor de este tipo ha sido descrito por Gevatter en "Handbuch der Mess- und Automatisierungstechnik", Editorial VDI, 1998.

Los sensores con masa sísmica, además de las desventajas de los sensores de tipo película anteriormente citados presentan la desventaja de que debe excitarse la masa sísmica. Además, debido al guiado móvil de la masa sísmica ha de preverse una mecánica relativamente costosa que, como consecuencia de las partes movidas, lleva a elevados costes de fabricación y, además, a un mayor riesgo de fallo. Finalmente, es posible el montaje de sensores muy sensibles con un coste desproporcionadamente elevado, ya que sólo es posible una medición cuando se excita la masa sísmica por medio de la señal débil. Por este motivo, un sensor de este tipo apenas puede utilizarse, por ejemplo, como medidor de vibraciones.

Por tanto, el problema de la invención es crear un sensor que pueda fabricarse de forma económica y que, con una posibilidad de construcción sencilla, pueda medir también de forma económica, utilizando el efecto piezoeléctrico señales débiles como, por ejemplo, vibraciones o deformaciones de material.

Este problema se resuelve según la invención porque el sensor está configurado, junto con la electrónica de evaluación, con el espesor de una película, presentando la capa piezoeléctrica un espesor de menos de 1 mm y estando dispuesta la electrónica de evaluación, junto con el captador de valor de medida, sobre el soporte de base configurado a modo de película, que está fabricado de un material elástico que sólo

amortigua un poco las vibraciones.

Debido a la configuración del sensor según la invención se renuncia a la masa sísmica y se utiliza como captador de valor de medida una delgada capa piezoeléctrica que está dispuesto sobre el soporte de base elásticamente deformable y que convierte las deformaciones de éste en una señal de medición. La electrónica de evaluación está dispuesta sobre el soporte de base, de modo que se suprima una transmisión de la débil señal de medición piezoeléctrica desde la película a la electrónica de evaluación sobre una distancia bastante larga. Así, los costes de fabricación y de montaje del sensor pueden reducirse considerablemente y los sensores se prevén por primera vez como sensores piezoeléctricos para fines de utilización completamente nuevos.

Grupos estructurales esenciales del novedoso sensor son el soporte de base flexible y la capa de cubierta, así como la capa piezoeléctrica dispuesta entre ellos. La capa de cubierta y el soporte de base están configurados de modo que pueda tomarse por medio de éstos el desplazamiento de carga dentro de la capa piezoeléctrica como consecuencia de una deformación. La deformación de la capa piezoeléctrica puede ser tanto una torsión alrededor de un eje cualquiera como también de una presión sobre la propia capa en dirección vertical.

Todos los componentes del sensor son suficientemente flexibles, de modo que el sensor, que puede estar pegado sobre una superficie, pueda convertir las vibraciones presentes en el componente que lo soporta como consecuencia del ruido corporal en vibraciones de la capa piezoeléctrica. Esto provoca a su vez una capa de carga temporalmente variable en función de la amplitud y duración de las vibraciones, que se toma a través del soporte de base y la capa de cubierta y puede ser convertida en la señal deseada por la electrónica de evaluación.

El sensor así constituido puede utilizarse en un gran número de fines de utilización y, dado que puede fabricarse de forma especialmente económica, puede ser integrado a menudo como miembro adicional en una cadena de regulación. Así, por ejemplo, en una configuración preferida del sensor, éste puede utilizarse en el marco del disparo de un airbag de un vehículo automóvil, que hoy en día se disponen casi exclusivamente por medio de sensores de choque. Especialmente en accidentes en los que el vehículo es expuesto primeramente a un choque, pero no se accidenta, por ejemplo en caso de un impacto contra una valla protectora y el consiguiente proceso de patinamiento, se dispara entonces el airbag frecuentemente y, dado que éste se vuelve a relajar ya al cabo de unas pocas fracciones de segundo, no está ya disponible para el impacto propiamente dicho del vehículo. En esta situación, el sensor según la invención puede utilizarse adicionalmente a la electrónica y, por ejemplo, pegarse sobre el lado interior de una chapa del vehículo. Por medio de la electrónica de evaluación puede ajustarse la sensibilidad del sensor de modo que, adicionalmente al choque, deba ser necesaria también una mayor deformación para disparar el airbag.

La capa piezoeléctrica del sensor es de un espesor de sólo unos pocos μm y se fabrica preferiblemente a partir de una película. Tal película piezoeléctrica se puede obtener como artículo vendido por metros, correspondiendo el precio para 1 m² de película aproximadamente al precio de los sensores piezoeléctricos

utilizados hasta ahora con masa sísmica. A partir de 1 m² de película se pueden fabricar un gran número de sensores, de modo que, teniendo en cuenta el hecho de que los restantes componentes del sensor no generan ningún coste importante, el sensor según la invención puede ser de fabricación aproximadamente 10 a 50 veces más económica que la de los sensores conocidos y utilizados hasta ahora. Esto hace que el uso en muchos lugares sea rentable. Asimismo, se hace posible y económica ahora una vigilancia múltiple por medio del uso de varios sensores.

Debido al uso de las películas piezoeléctricas con casi cualquier forma puede montarse, por ejemplo, un sensor de choque como protección contra atrapamiento. Así, por ejemplo, en el caso de un portón enrollable, un labio de caucho inferior puede ser provisto del captador de valor de medida, estando formado el soporte de base por una capa de caucho exterior y la capa de cubierta por una capa de caucho interior. Al hacer contacto el labio de caucho con un lugar cualquiera, el sensor emitirá una señal que puede utilizarse para la desconexión final o para la desconexión en el caso de un atrapamiento. Esto puede utilizarse también para puertas de un medio de transporte público o para elevadores eléctricos.

Otros casos de utilización a modo de ejemplo del sensor según la invención son la averiguación de vibraciones como consecuencia de daños en una máquina, como las que pueden aparecer, por ejemplo, en carcasas de bombas, en apoyos de árboles o también en la construcción de vehículos ferroviarios. Así, por ejemplo, puede detectarse la rotura de un neumático de rueda que pone en peligro el funcionamiento de un tren por medio de las vibraciones adicionales que se originan como consecuencia de la rotura, y a su debido tiempo antes de un descarrilamiento del tren puede emitirse una señal o realizar una intervención de regulación. En el caso de una carcasa de bomba, que debe soportar usualmente una vibración uniforme como consecuencia del chapoteo del líquido a bombear o como consecuencia de los ruidos de los cojinetes, se tiene que en el caso de un daño de los cojinetes puede determinarse esta desviación de las frecuencias o amplitudes usuales e intervenir antes de un daño mayor. Finalmente, el sensor puede usarse también para el montaje de instalaciones de alarma o detectores de movimiento, por ejemplo cuando deban protegerse lunas de escaparate o vehículos automóviles frente a arañazos mal intencionados.

El soporte de base está fabricado preferiblemente de un material flexible, por ejemplo un plástico flexible. Sobre este material puede colocarse entonces la primera capa de contacto que, por ejemplo, puede estar formada por una capa de plata evaporada. Asimismo, es posible la pegadura de una chapa o de una película de otro material conductor.

En una configuración preferida de la invención, el soporte de base está dividido en este caso en dos zonas, estando dispuesto el sensor propiamente dicho en una zona de sensor, mientras que en una zona que está junto a ésta se encuentra dispuesta al menos una parte de la electrónica de evaluación. En la zona de sensor, mientras se somete a carga un borde, se aplica entonces la primera capa de contacto, sobre la cual puede pegarse después la película piezoeléctrica delgada con el mismo tamaño. Sobre esta película piezoeléctrica se aplica a su vez la capa de cubierta, que presenta la segunda capa de contacto en la zona de la

película piezoeléctrica. Asimismo, esta segunda capa de contacto puede depositarse al vapor sobre la capa de cubierta o pegarse como una película. La primera capa de contacto y la segunda capa de contacto están unidas entonces con la electrónica de evaluación, presentan en particular una unión de cable a los correspondientes contactos o están configuradas de tal modo que presentan prolongaciones de tipo vía conductora en dirección a la electrónica de evaluación, las cuales están unidas entonces con los correspondientes contactos.

En una configuración alternativa de la invención, la capa de contacto puede estar dispuesto también dentro o debajo del soporte de base o de la capa de cubierta, realizándose entonces el contacto eléctrico con la capa piezoeléctrica por medio de contactados continuos.

Los espesores preferidos de la capa piezoeléctrica son menores de 1 mm, en particular sólo de unos pocos μm y especialmente de menos de 20 μm , siendo posibles también espesores por debajo de 10 μm . En una configuración concreta del sensor como medidor de vibraciones se utiliza, por ejemplo, un espesor de la capa piezoeléctrica de 6 μm . Esta película piezoeléctrica está unida con el soporte de base y la capa de cubierta con inclusión de la primera capa de contacto y de la segunda capa de contacto, provocándose la unión, en particular, por medio de pegadura durante el proceso de fabricación.

El soporte de base puede estar fabricado de un material eléctricamente no conductor, pero es posible también que el soporte de base sea en sí mismo conductor. En este caso, se suprime la necesidad de aplicar una primera capa de contacto separada y es suficiente que el soporte forme él mismo la primera capa de contacto. Análogamente, ocurre lo mismo para la capa de cubierta, que, por supuesto, puede estar formada también de manera eléctricamente conductora. El soporte de base y la capa de cubierta pueden presentar un espesor de menos de 1 mm, prefiriéndose en este caso un espesor de material entre 120 μm y 160 μm . En el caso de un ejemplo de realización concreto, la primera capa de contacto y la segunda capa de contacto presentan un espesor de 5 a 50 μm , de modo que resulta un espesor total del sensor en la zona del captador de valor de medida de menos de 300 μm (sin carcasa).

Por tanto, debido a la supresión de la masa sísmica, el sensor puede mantenerse muy delgado, lo que posibilita un uso allí donde hasta ahora no puede utilizarse ningún sensor piezoeléctrico o, en general, ningún sensor. Simultáneamente, el sensor presenta una buena resistencia a la presión. Así, puede utilizarse como arandela de una unión atornillada, sujetándose el captador de valor de medida por la fuerza de atornillamiento y estando la electrónica de evaluación dispuesta junto al sensor. Con este sensor se pueden vigilar la fuerza de atornillamiento y una carga de choque sobre el tornillo y, por ejemplo, puede apreciarse de forma temprana una liberación del tornillo o una tensión inadmisibles.

La posibilidad del uso del sensor como sensor de choque cargado por presión en una unión atornillada hace posible la medición y regulación de la fuerza de sellado de una máquina de empaquetado, en la que dos mitades de herramienta se ajustan una contra otra en el marco del empaquetado al vacío. Aquí, por medio de la medición de la fuerza de retención de los

tornillos de sujeción puede medirse y, eventualmente, también regularse la fuerza de sellado. Finalmente, por medio de tal sensor puede medirse también, por ejemplo, una presión interior en una cavidad.

En el caso de un extrusor puede medirse la presión interior en la zona delantera del extrusor, por ejemplo por medio de la fuerza de retención - medida según el principio anteriormente citado - de los tornillos con los que la cabeza de boquilla está fijada a la carcasa de extrusor, sin que deba conducirse un manómetro al espacio interior por medio de soluciones constructivas costosas. En el caso de un motor Otto podría disponerse en la zona de la leva del sistema de control de válvula un sensor que mida la fuerza de cierre de la válvula y con ello la presión en la cámara de combustión. Así, al comparar las presiones interiores de los cilindros puede apreciarse un defecto con rapidez y seguridad, así como sin grandes costes.

Debido a la renuncia a la masa sísmica resulta un sensor muy sensible con costes de fabricación pequeños. Un sensor fabricado según el principio anteriormente descrito, por ejemplo pegado a un tablero de una masa, puede detectar si se habla o no en una habitación. Por tanto, es tan sensible que puede transformar las ondas sonoras transmitidas al tablero de la mesa y retransmitidas allí como ruido corporal en una señal de medición. Un sensor piezoeléctrico convencional con masa sísmica requería un montaje muy costoso de esta masa.

Las capas de contacto primera y segunda pueden estar divididas también en segmentos para la construcción de un sensor todavía más sensible, de modo que la electrónica de evaluación deberá tomar entonces la respectiva diferencia de potencial de dos segmentos opuestos de las capas de contacto primera y segunda. De esta manera, no sólo puede obtenerse una información espacial por medio del desplazamiento de carga dentro de la capa piezoeléctrica, sino que también puede reducirse el riesgo de fallo del sensor, dado que están presentes varios contactos y el fallo de un par de segmentos no llevará al fallo del sensor. En particular, en el caso de una calibración automática del sensor se tiene que, en caso de fallo de un par de sensores, por ejemplo a consecuencia de una rotura de un cable, se ajusta el sensor por medio del proceso de calibrado subsiguiente de modo que unos segmentos contiguos puedan asumir la función de la parte que ha fallado.

El sensor está integrado preferiblemente, junto con la electrónica de evaluación, en una carcasa, pudiendo crearse ésta de forma especialmente sencilla incrustando por colada los componentes funcionales en un bloque de plástico. El soporte de base puede instalarse sobre una placa de soporte adicional que puede montarse en el lugar de utilización propiamente dicho, por ejemplo una chapa de vehículo o una carcasa de bomba. Para transmitir las vibraciones de la carcasa que deben medirse en el caso de un medidor de vibraciones, el soporte de base o el elemento de soporte adicional dispuesto entre ellos está pegado con la correspondiente carcasa a vigilar.

En lugar de una carcasa fija, la carcasa puede estar formada también por una película que envuelve las partes funcionales restantes del sensor propiamente dicho. Para ello, pueden preverse, por ejemplo análogamente a como se conoce por la técnica de empaquetado al vacío, una película superior y una película inferior, estando dispuesto el sensor completa o par-

cialmente entre estas películas. Las películas se unen una con otra después de la puesta bajo vacío del espacio intermedio, por medio de una costura periférica, por ejemplo mediante soldadura o mediante una costura adhesiva. El sensor así fabricado puede pegarse entonces, por ejemplo, sobre el componente que se quiere vigilar.

La electrónica de evaluación presenta preferiblemente un amplificador programable que hace posible adaptar la electrónica de evaluación a la vibración a medir en relación con la señal de fondo. La electrónica de evaluación puede estar dispuestos complementa sobre el soporte de base, pero también es posible que esta electrónica de evaluación esté colocada sólo parcialmente sobre el soporte y una parte externa de la electrónica de evaluación esté alojada en una carcasa separada. Ésta se une entonces con el sensor propiamente dicho, en particular por medio de cables digitales u otros cables correspondientes a un usual Bus-Estándar usual. Tanto la electrónica de evaluación sobre el soporte de base como también una electrónica de evaluación externa presentan preferiblemente un interfaz para un sistema de Bus-Estándar. De esta manera, el sensor según la invención puede integrarse de forma simple y sencilla en un sistema de control, por ejemplo en el marco de una fabricación supervisada.

La electrónica de evaluación presente preferiblemente un procesador de señal y una memoria de programas en la que está almacenado un software que controla el sensor y evalúa la medición o la magnitud medida. El software determina, con ayuda de un análisis de frecuencia del transcurso temporal de la diferencia de potencial medida, una variación de frecuencia inusual y emite en este caso una señal. Así, por ejemplo, en el caso de una supervisión de una bomba, el ruido regular de la bomba causado por el chapoteo y los ruidos de los cojinetes no puede emitir ninguna señal, mientras que una avería en un cojinete y una frecuencia inusual provocada por ella en el ruido corporal emite una señal de control o incluso puede provocar una reducción de prestaciones o una descarga de la bomba.

Para poder realizar la función, el software debe poder diferenciar el ruido de funcionamiento usual de los ruidos inusuales. Para ello, está prevista preferiblemente una rutina de calibración automática que se realiza de vez en cuando y al comienzo del funcionamiento. El software registra para ello, durante un periodo de tiempo predeterminado, la variación temporal del ruido corporal, interpretándose este periodo de tiempo primeramente como caso normal. En las mediciones siguientes se compara entonces la señal de medición con la respectiva señal medida en el periodo de referencia y se interpreta una desviación inusual como error o daño. En este caso, puede emitirse una alarma o intervenir automáticamente en la regulación del aparato supervisado. Para evitar alarmas erróneas u otras funciones erróneas, puede prefijarse un límite de tolerancia que debe ser superado para que se emita la señal de error. Este límite de tolerancia puede establecerse también de forma ajustable.

Debido a la configuración especial de la electrónica de evaluación, el sensor, que trabaja en principio como sensor dinámico, puede utilizarse también como estático al menos durante un cierto intervalo temporal. Para ello, la electrónica presenta un integrador que integra la señal medida y, con ello, determina el estado actual incluso sin variación temporal de la se-

ñal. Empleando una electrónica de evaluación digital puede determinarse también de forma duradera el valor de la magnitud medida.

Por medio de una masa de presión adicional, el sensor según la invención puede usarse también como sensor de presión o como sensor de aceleración. Esta masa de presión puede estar formada, por ejemplo, por una placa de presión plana que está dispuesta en forma desplazable en ángulo recto con respecto al sensor. El sensor puede estar dispuesto entre una superficie de un componente a supervisar y la placa de presión, pudiendo medirse en ambas direcciones una aceleración por medio de una fuerza de resorte adicional entre la placa de presión y el sensor. Esta fuerza de presión adicional puede estar formada por uno o varios resortes o bien por una capa intermedia elástica que, por ejemplo, está dispuesta entre el sensor y la placa de presión y que provoca una carga continua del sensor.

Durante la aceleración de la placa de presión se logra entonces una fuerza en la dirección al captador de valor de medida o una descarga del captador de valor de medida que provoca un desplazamiento de carga dentro de la capa piezoeléctrica. La placa de presión puede cubrir entonces todo el sensor o bien actuar sólo sobre una zona parcial. En el caso de una configuración posible del sensor concebido como medidor de aceleración, la carcasa puede estar atornillada sobre un componente a supervisar y la placa de presión puede presentar taladros de paso suficientemente grandes, de modo que ésta pueda fijarse al sensor con los tornillos utilizados. Como es natural, la carcasa debe configurarse en este caso de modo que sea posible una transmisión de las fuerzas de presión de la placa de presión al captador de valor de medida piezoeléctrico.

Con esta ampliación del captador de valor de medida, se monta ciertamente de nuevo una masa sísmica, pero pueden combinarse ahora las favorables propiedades del sensor según la invención con la característica de capacidad adicional de medición de la aceleración. Así, puede construirse un sensor muy sensible y barato de acuerdo con el principio según la invención, que pueda detectar también una aceleración sin torsión u otra deformación de un componente. En contraposición a ello, un sensor convencional con masa sísmica podría medir ciertamente la aceleración, pero debería construirse de forma mucho más costosa para lograr la misma sensibilidad en la medición del ruido corporal, dado que pueden medirse vibraciones únicamente cuando se excite la masa sísmica. Gracias a la invención, puede prescindirse de este rodeo a través del uso de la excitación de la masa.

Otras características y ventajas de la invención resultan de las reivindicaciones subordinadas y de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos con ayuda de los dibujos.

En los dibujos muestran:

La figura 1, un alzado lateral de un sensor según la invención,

La figura 2, una vista en planta del sensor representado en la figura 1 y

La figura 3, una conexión en red de varios sensores para vigilar un proceso de producción industrial.

En la figura 1 está representado un sensor piezoeléctrico que está formado por un soporte de base 2 y una capa piezoeléctrica 1 de tipo película dispuesta encima del mismo. La capa piezoeléctrica 1 está tapa-

da por una capa de cubierta 3, estando configurados de forma eléctricamente conductora tanto la capa de cubierta 3 como el soporte de base 2 en los lados de la capa piezoeléctrica 1. Para ello, el soporte de base 2 está provisto - al menos en su lado vuelto hacia la capa piezoeléctrica 1 - de una primera capa de contacto 5 y la capa de cubierta 3 está provista de una segunda capa de contacto 6. Ambas capas, la primera capa de contacto 5 y la segunda capa de contacto 6, pueden fabricarse por evaporación sobre el respectivo componente; alternativamente, también pueden pegarse unas delgadas películas de metal o de metal noble.

La capa de cubierta 3 está unida en la zona delantera con el soporte de base 2, estando unida la segunda capa de contacto conductora 6 con una electrónica de evaluación 4 interna dispuesta también sobre el soporte de base por medio de pistas conductoras. Asimismo, la primera capa de contacto 5 está unida con la electrónica de evaluación 4 por medio de pistas conductoras. Esta electrónica de control 4 puede realizar la evaluación completa de la señal de medición o bien asumir sólo una parte del procesamiento de señal y transferir una señal intermedia a un procesamiento de señal externo 8 (no representado aquí). Para ello, el cable de conexión en el caso representado a modo de ejemplo está provisto de un interfaz 9 estandarizado que hace posible una fácil conexión del sensor a un sistema de bus de campo.

Por motivos de representabilidad, en las figuras no se representa fielmente a escala la dimensión. La capa piezoeléctrica 1 será sustancialmente más delgada en la práctica, y lo mismo ocurrirá también con la primera capa de contacto 5 y la segunda capa de contacto 6. En el ejemplo de realización mostrado, el sensor está rodeado por una carcasa 7 que está representada aquí como una carcasa hueca. No obstante, la carcasa 7 se aplica preferiblemente por inyección alrededor de los componentes funcionales, de modo que éstos estén rodeados en forma libre de aire. La carcasa 1 puede rodear también el soporte de base 2 o quedar enrasada lateralmente con éste. En ambos casos, la carcasa 7 debe diseñarse de tal modo que siga siendo posible una torsión de la capa piezoeléctrica 1 análoga a la vibración o deformación del componente sobre el que está dispuesto el sensor.

En la figura 2 se muestra el sensor representado en la figura 1 en una vista en planta parcialmente en sección. En la zona de la derecha, la capa piezoeléctrica 1 con la capa de cubierta 3 y, quedando respectivamente colocadas entre ellas, con la primera capa de contacto 5 y la segunda capa de contacto 6 está dispuesta según el modo de construcción en emparedado, sobre el soporte de base 2. La electrónica de evaluación interna está representada aquí esquemáticamente y consiste en una miniplata con los componentes electrónicos usuales para el procesamiento de señal, que pueden estar formados por la parte izquierda del soporte de base 2 o colocados sobre ésta. La capa de cubierta 3, por ejemplo, una película de plata delgada, está unida, en la zona vuelta hacia la electrónica de evaluación 4, con un elemento de contacto que a su vez está unido con la electrónica de evaluación 4 por medio de pistas conductoras convencionales. Asimismo, el contacto de la primera capa de contacto inferior 5 se realiza de manera similar.

En una de las posibles configuraciones de la invención, la evaluación de la señal de medición no se realiza exclusivamente por medio de la electrónica de

evaluación interna 4. En este caso, se utiliza entonces el interfaz 9 para la unión con una electrónica de evaluación externa 8 que asume el procesamiento adicional de la señal. Además, puede realizarse entonces una activación e inicialización del sensor. Especialmente con señales muy débiles, que pueden aparecer, por ejemplo, durante el uso del sensor como sensor de vibración para detectar señales perturbadoras, puede reducirse el coste necesario para la miniaturización por medio de una electrónica de evaluación externa 8.

En la figura 3 se muestra una aplicación ventajosa de la invención en la que se descubren perturbaciones y daños de bombas por medio de la supervisión del ruido corporal en la carcasa de las bombas. En este caso, aparecen vibraciones usuales por efecto de los ruidos de la bomba, que están modificadas en frecuencia o amplitud en caso de un daño, por ejemplo cuando se estropea un rodete de bomba. El sensor según la invención mide para ello primeramente el ruido de bomba "normal" y lo establece como ruido de funcionamiento. En caso de variaciones de este ruido puede efectuarse entonces un filtrado y separación de las mismas por medio de análisis de frecuencia, la variación puede interpretarse como error o variación usual condicionada por el funcionamiento.

En el caso de utilización representado en la figura 3, los sensores individuales están unidos unos con otros por medio de un bus de campo que hace posible la conexión del interfaz 9 a la electrónica de evaluación externa 8. Un aparato de evaluación y control común está unido para ello con los sensores mediante la intercalación de un elemento de indicación y mando. En caso de que se reconozcan errores, pueden adoptarse las medidas necesarias a través de circuitos de regulación usuales.

Lista de símbolos de referencia

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 | Capa piezoeléctrica |
| 2 | Soporte de base |
| 3 | Capa de cubierta |
| 4 | Electrónica de evaluación |
| 5 | Primera capa de contacto |
| 6 | Segunda capa de contacto |
| 7 | Carcasa |
| 8 | Electrónica de evaluación externa |
| 9 | Interfaz para la conexión a un bus. |

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sensor piezoeléctrico con un soporte de base (2), un captador de valor de medida dispuesto sobre el soporte de base (2), una capa de cubierta (3) que tapa el captador de valor de medida y una electrónica de evaluación (4), estando formado el captador de valor de medida por una capa piezoeléctrica (1), presentando el soporte de base (2) una primera capa de contacto (5) eléctricamente unida con la capa piezoeléctrica (1), presentando la capa de contacto (3) una segunda capa de contacto (6) que está eléctricamente unida con la capa piezoeléctrica (1), y siendo la electrónica de evaluación (4) capaz de determinar una carga mecánica de la capa piezoeléctrica (1) por medio de la evaluación de la diferencia del potencial eléctrico entre la primera capa de contacto (5) y la segunda capa de contacto (6), **caracterizado** porque el sensor está configurado, junto con la electrónica de control, con el espesor de una película, presentando la capa piezoeléctrica (1) un espesor de menos de 1 mm y estando dispuesta la electrónica de evaluación (4), junto con el captador de valor de medida, sobre el soporte de base (2) configurado a modo de película, que está fabricado de un material elástico que sólo amortigua un poco las vibraciones.

2. Sensor piezoeléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el soporte de base y la capa piezoeléctrica están unidos de plano uno con otra en forma adherente.

3. Sensor piezoeléctrico según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque el espesor de la capa piezoeléctrica (1) es menor de 10 μm .

4. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el soporte de base (2) presenta una capa de soporte fabricada de un material eléctricamente no conductor, que está provista de la primera capa de contacto (5) y sobre la cual está dispuesta, aparte de la capa piezoeléctrica (1), la electrónica de evaluación (4).

5. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque, junto a la electrónica de evaluación (4), está formada una zona de sensor plana, según el modo de construcción en emparedado, estando provisto el soporte de base (2), en la zona de sensor, de la primera capa de contacto (5), estando dispuesta sobre la primera capa de contacto (5), eléctricamente unida con ésta, la capa piezoeléctrica (1) y estando dispuesta sobre ésta la capa de cubierta (3), que presenta la segunda capa de contacto (6) conductora vuelta hacia la capa piezoeléctrica (1).

6. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el soporte de base (2) y/o la capa de cubierta (3) están formados por una película flexible, cuyo espesor es menor de 200 μm .

7. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el espesor de la primera capa de contacto (5) y el espesor de la segunda capa de contacto (6) son respectivamente menores de 70 μm .

8. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque presenta una carcasa (7) que aloja los componentes restantes.

9. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la carcasa (7) se ha fabricado por colada de plástico alrededor

del sensor.

10. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la carcasa (7) está formada por unas películas superior e inferior que están unidas una con otra por medio de una costura de unión que corre alrededor de las partes restantes del sensor.

11. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la primera capa de contacto (5) y la segunda capa de contacto (6) están formadas por películas delgadas de un material metálico.

12. Sensor piezoeléctrico según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque las películas de la primera capa de contacto (5) y de la segunda capa de contacto (6) presentan al menos una respectiva prolongación de tipo cable que está unida con la electrónica de evaluación (4) para fines de contactado.

13. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la primera capa de contacto (5) y la segunda capa de contacto (6) están subdivididas en segmentos eléctricamente aislantes por rendijas y la electrónica de evaluación (4) está unido con cada uno de los segmentos de tal modo que sea capaz de determinar la diferencia potencial entre un par de segmentos de la primera capa de contacto (5) y la segunda capa de contacto (6).

14. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la electrónica de evaluación (4) presenta un amplificador programable.

15. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la electrónica de evaluación (4) presenta un interfaz (9) para su conexión a un bus de campo, en particular a un bus CAN.

16. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la electrónica de evaluación (4) presenta un procesador de señal y una memoria de programas con software almacenado en ella, siendo el software capaz de detectar una variación de frecuencia inusual para medir el sonido corporal con ayuda del análisis de frecuencia de la diferencia de potencial medida.

17. Sensor piezoeléctrico según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque el software presenta una rutina de calibración que, después de un periodo prefijado, determinar la variación temporal del sonido corporal como caso normal y éste sirve de base para las mediciones de control siguientes, comparándose la señal medida con la del caso normal y siendo el software capaz de emitir una señal en caso de desviaciones por encima de un límite de tolerancia predeterminado.

18. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque presenta una segunda electrónica de evaluación externa (8) que está unida por medio de una conexión digital con la electrónica de evaluación (4) y que presenta un interfaz (9) para su conexión a un sistema de bus de campo.

19. Sensor piezoeléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque presenta una placa de presión dispuesto en paralelo a la capa piezoeléctrica (1) y que es guiada de forma móvil en la dirección que forma ángulo recto con la capa piezoeléctrica (1).

20. Sensor piezoeléctrico según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque entre la capa piezoe-

létrica (1) y la placa de presión está dispuesto un elemento elástico sometido a pretensado.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

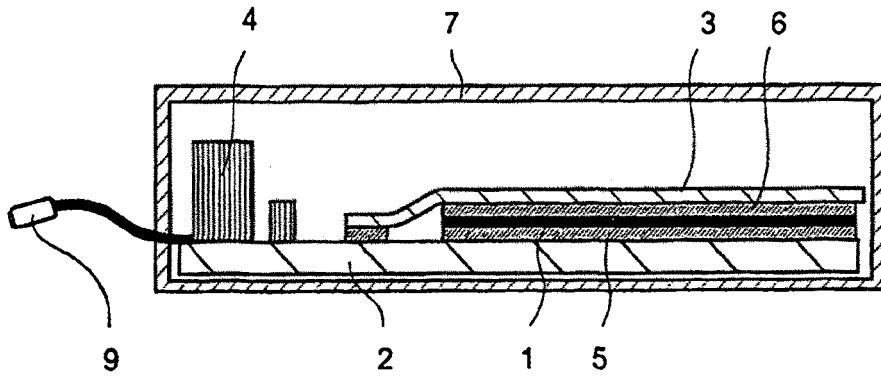


Fig. 1

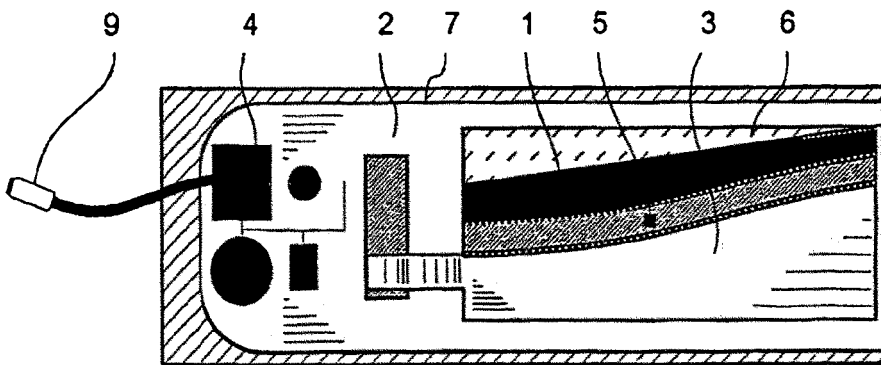


Fig. 2

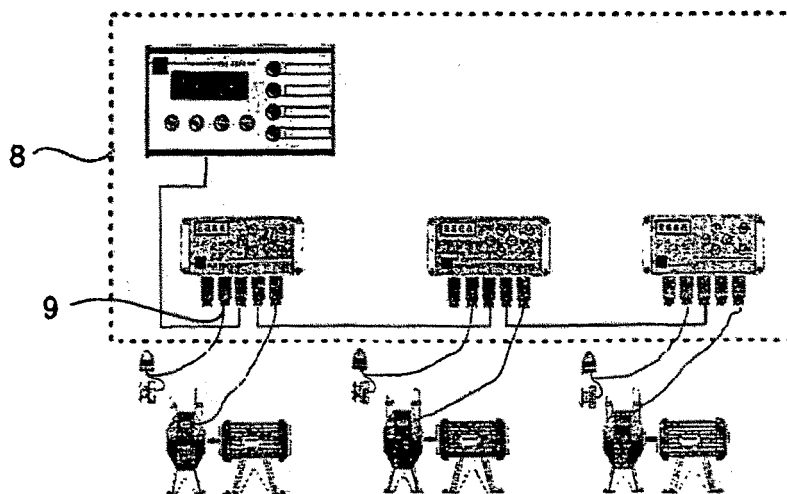


Fig. 3