

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 837**

51 Int. Cl.:
G01D 11/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09735798 .2**
- 96 Fecha de presentación: **24.04.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2269009**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2011**

54 Título: **Transductor de medición para la instrumentación de procesos, y método para la monitorización del estado del sensor**

30 Prioridad:
25.04.2008 DE 102008020862

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.03.2012

73 Titular/es:
**Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:
**CHEMISKY, Eric;
ESSERT, Thomas;
MEUNIER, Delphine;
PRAMANIK, Robin y
SPATZ, Martin**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 376 837 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

Transductor de medición para la instrumentación de procesos, y método para la monitorización del estado del sensor

La presente invención hace referencia a un transductor de medición para la instrumentación de procesos con un sensor para la detección de una variable física o química de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 1, así como un método para la monitorización del estado del sensor de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 5.

En las instalaciones de procesos técnicos, para el control de los procesos se utilizan una pluralidad de dispositivos del área de instrumentación de procesos. Los transductores de medición se utilizan para la detección de variables de proceso, como por ejemplo, temperatura, presión, caudal, nivel de llenado, densidad o concentración de gas de un medio. Mediante elementos de ajuste, se puede modificar el desarrollo de procesos en relación con las variables de proceso detectadas, en correspondencia con una estrategia predeterminada, por ejemplo, por una estación de control. Como ejemplo para los elementos de ajuste se mencionan una válvula reguladora, un calentador o una bomba.

A partir de la patente DE 693 09 123 T2 se conoce un sensor de un transductor de presión con un sustrato en forma de lámina. Una membrana delgada, compuesta de silicio y provista de elementos eléctricos, se aplica sobre una cámara abierta. Las variaciones de presión conducen a que la membrana se desvíe hacia el interior o hacia el exterior de la cámara. Las desviaciones generan variaciones de un parámetro eléctrico, generalmente de una capacitancia o de un valor de resistencia, que se pueden medir y se pueden convertir en una información correspondiente a la presión. En la aplicación de sensores de presión de estado sólido en un ambiente de trabajo adverso, se requiere generalmente una carcasa que encierre el sensor y que proteja dicho sensor ante un contacto directo con el medio. Además, la carcasa presenta piezas de metal resistentes a la presión, en las cuales se encuentran dispuestas una o una pluralidad de cámaras de medición que se encuentran cubiertas respectivamente por una membrana flexible y hermética al medio, que separa las cámaras de medición del medio, y que se deforma ante una variación de la presión del medio. Un fluido de llenado no corrosivo e inerte, por ejemplo, un aceite de silicona, se encuentra en la cámara de medición entre la membrana de separación y la membrana del sensor, y transmite la presión a medir a la membrana del sensor. Las líneas eléctricas que conducen señales desde el sensor a contactos exteriores, se conducen hacia el exterior de la carcasa a través de pasos de líneas resistentes a la presión, y se conectan a una unidad de activación y evaluación para la evaluación de las señales que, por ejemplo, a través de un bus de campo, emite un valor de medición correspondiente a la respectiva presión, a una estación de control o a un control de programa almacenado. De dicha declaración de patente no se pueden obtener otros datos en relación con el diseño técnico de los elementos eléctricos que se utilizan para la detección de las desviaciones de la membrana del sensor generadas por la presión.

En general, los elementos sensores que convierten las variables físicas como presión, temperatura o concentraciones de gas, en señales eléctricas, se pueden montar sobre un sustrato plano. Por lo tanto, dicho sustrato se utiliza como una fijación mecánica del elemento sensor sensible sobre un soporte y, además, como protección contra las influencias exteriores, por ejemplo, para el perfeccionamiento de la compatibilidad electromagnética. En particular, en el caso de los sensores de presión piezorresistivos, existe la opción de montar los elementos eléctricos sobre el sustrato de manera que dichos elementos se alojen en el sustrato, y que el sustrato se adultera en las proximidades de dichos elementos, en donde existe un contacto eléctrico entre el elemento eléctrico y el sustrato. Una unión PN en forma de diodo, se ocupa de la aplicación apropiada de una tensión para una separación eléctrica del elemento y el sustrato. Además, las propiedades eléctricas de la unión PN dependen del material del sustrato y de la adulteración. Una modificación del material del sensor, por ejemplo, mediante contaminación química, puede conducir a modificaciones en la señal de medición y, por lo tanto, puede conducir a un error en el valor de medición.

A partir de la patente WO 98/29719 A1, se conoce un sensor para la medición de la carga de peso de un asiento en un vehículo a motor. Paralelamente a un elemento eléctrico del sensor que se utiliza para la detección del peso, se encuentra conectado un diodo con una unión PN. Para la monitorización del estado del sensor se evalúa la tensión del diodo. Además, con la ayuda del diodo se determina la temperatura ambiente, para que se pueda realizar una compensación de los efectos de la temperatura ambiente sobre las propiedades de los elementos eléctricos utilizados para la medición del peso.

El objeto de la presente invención consiste en crear un transductor de medición para la instrumentación de procesos, en el cual se pueda monitorizar el estado de un sustrato que presenta elementos eléctricos para generar una señal de medición.

Para solucionar dicho objeto, el nuevo transductor de medición de la clase mencionada en la introducción, presenta las características indicadas en la parte identificativa de la reivindicación 1. En las reivindicaciones relacionadas se describen los perfeccionamientos ventajosos de la presente invención, y en la reivindicación 5 se describe un método de monitorización.

La presente invención presenta la ventaja de que se puede realizar una monitorización del estado del sensor, por ejemplo, en el caso de modificaciones en el material del sensor mediante contaminación química. Hasta el momento, esta clase de modificaciones no se podían detectar, y podían conducir a apariciones de variaciones del valor de medición que se determina y se emite mediante el transductor de medición. La posibilidad de detectar modificaciones del sensor resulta particularmente ventajosa, dado que cada vez en más aplicaciones de transductores de medición se requiere de una fiabilidad muy elevada en la medición de variables físicas o químicas. Dicha fiabilidad se confirma mediante las certificaciones correspondientes, por ejemplo, de acuerdo con la norma IEC61508, en donde debido a la nueva posibilidad de una monitorización del estado del sensor, las mediciones de diagnóstico en el sensor ya no se deben limitar sólo a la medición de la falla eléctrica en los propios elementos eléctricos o en las líneas de conexión eléctricas. Más bien, ahora se pueden detectar modificaciones en las uniones entre los elementos eléctricos y el sustrato, así como en el propio sustrato.

De manera ventajosa, se permite adicionalmente una monitorización de la precisión del sensor de temperatura, cuando la propiedad eléctrica de la unión PN que se determina y se evalúa para la monitorización del estado del sensor, depende de la temperatura, cuando además se proporciona un sensor de temperatura para la detección de la temperatura del sustrato, y cuando los medios para la monitorización del estado del sensor están diseñados para determinar un primer valor de la temperatura de acuerdo con la propiedad eléctrica, y para comparar con un segundo valor que se determina con el sensor de temperatura. Los sensores de temperatura se integran generalmente junto a los propios elementos eléctricos provistos en el sensor para generar la señal de medición, dado que justo en los sensores con sustrato de silicio no se puede desatender la sensibilidad a la temperatura. En esta clase de sensores es usual un error de 2 %/10 K de diferencia de temperatura, y una medición incorrecta de la temperatura conduce inevitablemente a una compensación incorrecta del valor de medición detectado en relación con la señal de medición. Dado que hasta el momento la medición de la temperatura sólo se ha realizado con la ayuda de un único sensor de temperatura, el diagnóstico del circuito utilizado para la medición de la temperatura se debía limitar a la detección de una falla del propio sensor de temperatura o en sus líneas de alimentación. En comparación, hasta el momento no se podían detectar las apariciones lentas de variaciones. Dado que existe un valor de referencia para la temperatura medida con el sensor de temperatura, debido a que la propiedad eléctrica de la unión PN depende de la temperatura, la medición de la temperatura se puede controlar en relación con su precisión, y se pueden detectar errores. No se requiere de una diferenciación entre errores generados por modificaciones de la unión PN o del sustrato, o errores generados por modificaciones del sensor de temperatura, dado que ante la aparición de un error mencionado, se puede emitir un mensaje de error mediante el transductor de medición, y se puede llevar eventualmente un proceso en el cual se utiliza el transductor de medición, a un estado seguro. Un método de esta clase se considera seguro previamente con una certificación de acuerdo con la norma IEC61508, y el sensor se considera diagnosticable en un 100%.

Resulta particularmente ventajoso un acondicionamiento de la presente invención, en el que la propiedad eléctrica de la unión PN es su tensión directa en el sentido de conducción. Dicha tensión depende principalmente de la temperatura y del estado de los materiales utilizados, que pueden variar, por ejemplo, mediante una contaminación química lenta. Por consiguiente, se pueden detectar de manera óptima errores que presenten un desarrollo gradual. La tensión directa se puede medir, por ejemplo, en una calibración del sensor en relación con la temperatura como parámetro variable, y se puede almacenar como una curva de calibración en una memoria EEPROM de un microcontrolador. La unión PN que presenta un comportamiento térmico conocido, puede cumplir la función de un sensor de temperatura calibrado, y se puede recurrir para el diagnóstico del propio sensor de temperatura.

El transductor de medición con el nuevo dispositivo para la monitorización del estado del sensor, se puede fabricar con costes particularmente reducidos, cuando los medios para la monitorización del estado se encuentran dispuestos, al menos, parcialmente en la unidad de activación y evaluación presente de todas formas.

Mediante el dibujo en el que se representa un ejemplo de ejecución de la presente invención, a continuación se explican en detalle la presente invención, así como sus acondicionamientos y ventajas.

La única figura muestra la conformación eléctrica básica de un transductor de medición 1 que se utiliza para la instrumentación de procesos, y que se puede conectar con un bus de campo 2 para las comunicaciones con una estación de control superordinada en una instalación de procesos técnicos. Por una parte, a través del bus de campo 2 se pueden suministrar al transductor de medición 1 sus parámetros de funcionamiento, por ejemplo, direcciones en el bus de campo 2 o el modo de representación del valor de medición y, por otra parte, se pueden emitir valores de medición, mensajes de alarma o mensajes de estado, mediante el transductor de medición 1 a través del bus de campo 2.

Un sensor 3 se utiliza para la detección de una variable física o química, en el ejemplo de ejecución que se muestra para la detección de una presión. Los componentes restantes del transductor de medición 1 cumplen la función de una unidad de activación y evaluación, cuyo núcleo conforma un codificador analógico-digital 4 y un microcontrolador 5. La unidad de activación y evaluación determina un valor de medición de la variable física o química en relación con una señal de medición MS, que reside en las entradas VS+ y VS del codificador analógico-digital 4, y emite dicho valor a través de una salida FB del microcontrolador 5. El sensor 3 comprende cuatro

resistencias R1, R2, R3 y R4 que dependen de la presión, que se encuentran interconectadas logrando un puente de medición. La señal de medición MS se mide como una tensión entre dos puntos de conexión S+ y S-, en donde la medición se realiza mediante una relación métrica en relación con una tensión de alimentación entre los puntos de conexión V+ y V- del sensor 3.

5 Las resistencias R1 ... R4 representan elementos eléctricos que se encuentran alojados en un sustrato del sensor 3. Para el aislamiento eléctrico de dichos elementos en relación con el sustrato, dicho sustrato se encuentra adulterado en las proximidades de los elementos, de manera que entre las resistencias R1 ... R4 se conforme un diodo que en la figura se indica respectivamente con DS, y que se encuentra cerrado en el funcionamiento normal durante las mediciones. Por lo tanto, los diodos DS se realizan mediante una unión PN entre los elementos
10 eléctricos, es decir, las resistencias R1 ... R4, y el sustrato del sensor 3.

Para la medición de la temperatura del sensor 3, sobre el sustrato se encuentra además una resistencia de medición de temperatura TS, cuyas líneas de conexión se conducen a dos puntos de conexión T+ y T- del sensor 3, y que se encuentra conectada con las entradas T1 y T2 del codificador analógico-digital 4.

15 Una fuente de tensión 7 que se encuentra conectada con la masa GND, genera una tensión de alimentación +Vcc que se conduce a través de la resistencia RB, que permite una monitorización del sensor 3 ante fallas. De esta manera, se logra una tensión de referencia +VR que se conecta para la alimentación del sensor 3 en el punto de conexión V+, así como para permitir una medición de relación métrica directa en una entrada VR para una tensión de referencia del codificador analógico-digital 4.

20 En el funcionamiento normal, el codificador analógico-digital 4 mide la señal de medición MS diferencial, que reside en las entradas VS+ y VS- del codificador analógico-digital 4. Adicionalmente, el codificador analógico-digital 4 es capaz de medir el potencial absoluto en relación con la masa, en una entrada VA que se encuentra conectada con el punto de conexión S- del sensor 3. Además, la entrada VA se utiliza para determinar la tensión directa de las uniones PN, que en la figura se representan mediante diodos DS. Para la medición de la tensión directa en el sentido de conducción de los diodos DS como una propiedad eléctrica de las uniones PN, debe circular una corriente eléctrica a través de los diodos DS. Además, en el funcionamiento de prueba, un punto de conexión S en el sustrato del sensor 3 se conecta a masa GND a través de una resistencia RC y un interruptor K1 mediante el cierre del interruptor K1. La resistencia RC es esencialmente menor que una resistencia RP que se encuentra dispuesta entre el punto de conexión S y la tensión de alimentación +Vcc. La resistencia RP también se indica como una resistencia de polarización y presenta aproximadamente un valor diez veces mayor que la resistencia RC. Un condensador C se encuentra dispuesto paralelamente a la resistencia RP, que se ocupa de que la impedancia del punto de conexión del sustrato S en relación con la masa GND para las tensiones alternas sea reducida, de manera que el sustrato del sensor 3 también se pueda utilizar como protección para el perfeccionamiento de la compatibilidad electromagnética. En el caso de un interruptor K1 cerrado para un funcionamiento de prueba mediante el microcontrolador 5 con la ayuda de una señal de control S, una corriente eléctrica circula a través de los diodos DS y de la resistencia RC. Además, entre la tensión de referencia +VR y la conexión del sustrato S se produce una tensión directa que se mide indirectamente mediante el codificador analógico-digital 4 en su entrada VA. Como alternativa a la medición indirecta descrita de la tensión directa, naturalmente se puede detectar directamente la tensión directa con una ejecución apropiada del sensor 3 y un modo de conexión apropiado del codificador analógico-digital 4.

40 La tensión directa de los diodos DS depende principalmente de dos factores de influencia, es decir, la temperatura y el estado de los materiales del sensor 3 que pueden variar, por ejemplo, debido a una contaminación química. En una calibración del transductor de medición 1, se mide la tensión directa para la determinación de su dependencia térmica para diferentes temperaturas, y se puede almacenar como una curva característica con la temperatura como parámetro de la curva característica en una memoria EEPROM del microcontrolador 5. Debido al comportamiento térmico determinado de esta manera, la unión PN que se representa mediante los diodos DS, puede cumplir la función de un sensor de temperatura calibrado. Para el diagnóstico del sensor de temperatura TS, se consulta la tensión directa de los diodos DS que depende de la temperatura en el funcionamiento de prueba, para la determinación de un valor de referencia para la temperatura actual detectada en el funcionamiento normal con el sensor de temperatura TS. Ante divergencias entre el valor de referencia y la temperatura determinada con la ayuda del sensor de temperatura TS, se establece un error y con la ayuda del microcontrolador 5 se emite un mensaje de error a la salida FB y, de esta manera, se emite a través del bus de campo 2, de manera que se puedan introducir las medidas apropiadas para solucionar el error. Las divergencias se pueden producir ya sea mediante una contaminación del sustrato del sensor 3, así como mediante errores en el sensor de temperatura TS, por ejemplo, mediante una falla en la línea.

55 En el funcionamiento normal, el interruptor K1 se encuentra abierto mediante la emisión de una señal de control S correspondiente. El sustrato del sensor 3, a través de la resistencia RP, se encuentra en un potencial que es mayor que la tensión de referencia +VR que reside en el punto de conexión V+ del sensor 3. De esta manera, se encuentran cerradas las uniones PN representadas con los diodos DS, entre el sustrato y los elementos eléctricos, es decir, las resistencias R1 ... R4. Es decir, que no circula corriente eléctrica desde el punto de conexión S hacia los

puentes de medición conformados por las resistencias R1 ... R4, y los elementos electrónicos se encuentran separados eléctricamente del sustrato del sensor 3 mediante las uniones PN. De esta manera, se puede lograr una medición no adulterada de la presión en el funcionamiento normal.

- 5 De manera ventajosa, se utilizan en gran parte medios para la monitorización que se encuentran dispuestos, de todas formas, en una unidad de activación y evaluación de un transductor de medición de presión. Sólo se deben agregar la resistencia RC, el interruptor K1 y los segmentos de programa del microcontrolador 5, que resultan apropiados para la ejecución de un método para la monitorización del estado del sensor 3. El nuevo método de monitorización que permite un diagnóstico múltiple del sensor 3, que comprende una información en relación con la validez de la temperatura del sensor medida y en relación con el estado de los materiales del sensor, por lo tanto, se
- 10 relaciona con costes adicionales comparativamente reducidos en relación con los transductores de medición convencionales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Transductor de medición para la instrumentación de procesos con un sensor (3) para la detección de una variable física o química y para generar una señal de medición (MS), y con una unidad de activación y evaluación (4, 5) para la determinación y emisión de un valor de medición de la variable física o química en relación con la señal de medición, en donde el sensor (3) presenta, al menos, un elemento eléctrico (R1 ... R4) que se encuentra alojado en un sustrato compuesto de un material semiconductor, y que en el funcionamiento normal se encuentra separado eléctricamente de dicho sustrato mediante una unión PN cerrada (DS), y en donde se disponen medios (K1, RC, 4, 5) para la monitorización del estado del sensor (3) mediante los cuales la unión PN se puede conectar en un funcionamiento de prueba en el sentido de conducción, y que están diseñados para determinar una propiedad eléctrica de la unión PN y para evaluar con el fin de monitorizar el estado del sensor.
- 10
2. Transductor de medición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la propiedad eléctrica de la unión PN (DS) depende de la temperatura, porque se proporciona un sensor de temperatura (TS) para la detección de la temperatura del sustrato, porque los medios de monitorización (K1, RC, 4, 5) están diseñados para determinar un primer valor de la temperatura de acuerdo con la propiedad eléctrica, y para comparar con un segundo valor que se determina con el sensor de temperatura (TS).
- 15
3. Transductor de medición de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la propiedad eléctrica de la unión PN (DS) es su tensión directa en el sentido de conducción.
4. Transductor de medición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** los medios (K1, RC, 4, 5) para la monitorización del estado se encuentran dispuestos, al menos, parcialmente en la unidad de activación y de evaluación (4, 5).
- 20
5. Método para la monitorización del estado de un sensor para la detección de una variable física o química, y para generar una señal de medición (MS) en un transductor de medición para la instrumentación de procesos, que presenta una unidad de activación y evaluación (4, 5) para la determinación y emisión de un valor de medición de la variable física o química en relación con la señal de medición (MS), en donde el sensor (3) presenta, al menos, un elemento eléctrico (R1 ... R4) que se encuentra alojado en un sustrato compuesto de un material semiconductor, y que en el funcionamiento normal se encuentra separado eléctricamente de dicho sustrato mediante una unión PN cerrada (DS), en donde el método comprende las siguientes etapas:
- 25
- conmutación de la unión PN (DS) en el sentido de conducción, durante un funcionamiento de prueba,
- determinación de una propiedad eléctrica de la unión PN (DS), y
- 30 evaluación de la propiedad eléctrica para la monitorización del estado del sensor (3).

