

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 013 123**

51 Int. Cl.:

**G01N 27/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.11.2019 PCT/EP2019/082209**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2020 WO20109160**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2019 E 19806242 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025 EP 3987280**

54 Título: **Procedimiento de detección de al menos una cantidad de gas de al menos un gas predeterminado a partir de un sensor de medición de una pluralidad de gases**

30 Prioridad:

**28.11.2018 FR 1871971**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.04.2025**

73 Titular/es:

**ELLONA (100.00%)  
3 Avenue Didier Daurat  
31400 Toulouse, FR**

72 Inventor/es:

**BEN HAMOUDA, FRANCK y  
MIFSUD, JEAN-CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 3 013 123 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**

Procedimiento de detección de al menos una cantidad de gas de al menos un gas predeterminado a partir de un sensor de medición de una pluralidad de gases

**Campo técnico y objeto de la invención**

- 5 La presente invención se refiere al campo de los sensores de gas y más particularmente tiene como objetivo un procedimiento de control de un sensor de gas.

**Estado de la técnica**

Hoy en día, es común utilizar un sensor para medir diferentes gases, en particular, en el aliento de una persona para medir el nivel de alcohol en la sangre, dentro de un edificio para determinar la calidad del aire, etc.

- 10 Para realizar tales mediciones, se conoce un sensor óxido-metálico, también llamado sensor MOX, que tiene un coste y tamaño limitados. Un sensor MOX de este tipo comprende una capa sensible cuya conductividad varía en presencia de ciertos gases y una capa de calentamiento sobre la que está montada la capa sensible. La capa de calentamiento se alimenta de energía eléctrica mediante tensión continua para calentar la capa sensible. Cuando un gas cuya cantidad se quiere medir entra en contacto con la capa sensible, se desencadenan reacciones de óxido-reducción que hacen variar las características de la capa sensible, en particular su resistencia que se mide para detectar dicha variación y determinar así la cantidad de gas. La cantidad de gas permite cuantificar un gas pero también detectar su presencia.

- 15 En la práctica, un sensor de este tipo no es eficiente para detectar una pluralidad de gases. Una solución consiste en multiplicar los sensores de gas heterogéneos para mejorar la detección. Sin embargo, una solución de este tipo tiene la desventaja de aumentar significativamente el coste de detección.

- 20 Otra solución consiste en hacer variar los parámetros de un solo sensor de gas para hacerlo sensible a varios gases de diferente naturaleza. También se ha propuesto alimentar la capa de calentamiento con una tensión que varía en pasos. Esto permite variar la temperatura de la capa sensible para poder medir diferentes gases. Sin embargo, como el número de mediciones es limitado, no es posible discriminar un gran número de gases. Además, como el sensor está alimentado por tensión continua, su vida útil es limitada.

- 25 Además, se ha propuesto aplicar una señal cuadrada con modulación tipo PWM para variar la tensión de alimentación de la capa de calentamiento. Aunque esta solución permite realizar un mayor número de mediciones, las mediciones realizadas son sensibles a las variaciones de la temperatura exterior y la humedad. Además, no se garantiza la repetibilidad de las mediciones cuando varían las condiciones externas. Además, el control mediante una señal PWM depende de las características intrínsecas del sensor que varían de un sensor a otro, lo que penaliza aún más la repetibilidad de las mediciones.

- 30 También se conoce por el artículo publicado por Kohler H *et al.*, bajo el título "New applications of tin oxide gas sensors - I. Molecular identification by cyclic variation of the working temperature and numerical analysis of the signals" y por la solicitud de patente correspondiente DE19639072A1, un procedimiento y un sistema para la identificación molecular mediante la variación cíclica de la temperatura de un sensor semiconductor a lo largo de un periodo. Durante una fase de calibración, el sensor se coloca sucesivamente en medios conocidos que comprenden solventes conocidos en concentraciones conocidas y se mide para cada uno un perfil de conductancia durante todo el periodo. Durante una fase de identificación, el sensor se coloca en un medio desconocido que comprende uno o más de los solventes conocidos de la fase de calibración y se mide un perfil de conductancia durante todo el periodo. La comparación del perfil de conductancia del medio desconocido completo con los perfiles de conductancia de los medios conocidos completos permite determinar una estimación de la concentración relativa de cada sustancia conocida en el medio desconocido.

- 35 También se conoce por la solicitud de patente US5889198A1 un procedimiento y un sistema para detectar metano utilizando un sensor semiconductor de óxido de galio. El procedimiento consiste en medir una primera conductancia a una primera temperatura y luego una segunda conductancia a una segunda temperatura diferente de la primera temperatura, obtenida calentando el sensor con una rampa de tensión lineal. La segunda conductancia combinada con la relación entre la segunda conductancia y la primera permite determinar la concentración de metano asociada mediante comparación con una tabla de datos.

- 40 De manera incidental, se conoce por la solicitud de patente WO2006057550A1 un procedimiento y un sistema para detectar contaminantes en el aire, en particular en un sistema de ventilación de un vehículo, que permite detener la circulación de aire procedente del exterior cuando el nivel de contaminación exterior es demasiado elevado. El sistema de detección comprende un sensor electroquímico que comprende una capa sensible que comprende electrodos y un elemento que calienta la capa sensible siguiendo un perfil de temperatura que comprende una rampa creciente y luego decreciente. El sistema de detección se coloca primero en uno o más entornos de calibración que comprenden gases conocidos en una concentración conocida para medir y almacenar las respuestas del perfil de temperatura. Luego, el sistema de detección se coloca en un entorno que comprende gases conocidos en una concentración desconocida.

La respuesta del perfil de temperatura se compara con las respuestas almacenadas para determinar la concentración de estos gases conocidos.

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento de control de un sensor que permita resolver al menos algunos de estos inconvenientes.

**5 Presentación general de la invención**

Para ello, la invención se refiere a un procedimiento de detección de al menos una cantidad de gas de al menos un gas predeterminado a partir de un sensor de medición de una pluralidad de gases, comprendiendo dicho sensor una capa sensible configurada para medir la pluralidad de gases que tienen una impedancia  $Z_s$  y una capa de calentamiento sobre la que está montada la capa sensible, estando dicha capa de calentamiento configurada para ser alimentada con energía eléctrica con el fin de variar la temperatura de la capa sensible, comprendiendo dicho procedimiento:

- una etapa de alimentación de la capa de calentamiento por al menos una rampa de tensión que define una evolución lineal de la tensión de alimentación entre un valor de tensión baja y un valor de tensión alta para modificar la temperatura de la capa sensible durante un periodo de variación,

- una etapa de medición de variaciones en la impedancia  $Z_s$  de la capa sensible a varias temperaturas de la capa sensible durante el periodo de variación para detectar una pluralidad de cantidad de gas

- una etapa de comparación, con una base de datos, de al menos una variación de la impedancia  $Z_s$  de la capa sensible medida a una temperatura de la capa sensible dada, con el fin de asociar la cantidad de gas medida con un gas predeterminado.

La invención se refiere más específicamente a un procedimiento de detección de al menos una cantidad de gas de al menos un gas predeterminado a partir de un sensor de medición de una pluralidad de gases, comprendiendo dicho sensor una capa sensible configurada para medir la pluralidad de gases que tienen una impedancia  $Z_s$  y una capa de calentamiento sobre la que está montada la capa sensible, estando dicha capa de calentamiento configurada para ser alimentada con energía eléctrica con el fin de variar la temperatura de la capa sensible, comprendiendo dicho procedimiento:

- una etapa de alimentación de la capa de calentamiento por al menos una primera rampa creciente de tensión que define una evolución lineal de la tensión de alimentación y luego de una segunda rampa decreciente de tensión que define una evolución lineal de la tensión de alimentación entre un valor de tensión baja y un valor de tensión alta para modificar la temperatura de la capa sensible durante un periodo de variación según una rampa de temperatura que comprende una parte creciente y una parte decreciente, comprendiendo la rampa de temperatura una pluralidad de rangos  $\Delta T$  de temperatura correspondientes cada uno a un gas a medir,

- una etapa de medición:

- de una primera variación de la impedancia  $Z_s$  de la capa sensible en un rango  $\Delta T$  de temperatura dado de la capa sensible durante la primera rampa creciente y

- de una segunda variación de la impedancia  $Z_s$  de la capa sensible medida en el mismo rango  $\Delta T$  de temperatura dado de la capa sensible durante la segunda rampa decreciente, correspondiendo el rango  $\Delta T$  de temperatura a un gas dado a medir;

- una etapa de comparación, con una base de datos, de la primera variación de la impedancia  $Z_s$  y la segunda variación de la impedancia  $Z_s$  para determinar la cantidad de gas asociada a dicho gas dado.

Mediante el procedimiento según la invención es posible medir diferentes gases con el sensor de medición gracias a la modificación de la temperatura de la capa sensible lo que la hace sensible a diferentes gases. Además, gracias a la alimentación de la capa de calentamiento mediante una rampa, la temperatura de la capa sensible evoluciona de forma lineal y precisa. La detección de una variación asociada a una temperatura de la capa sensible permite asociar de forma precisa y fiable la cantidad de gas medida con un gas predeterminado. La cantidad de gas permite cuantificar un gas pero también detectar su presencia. En otras palabras, el procedimiento según la invención permite determinar la presencia de un gas únicamente a partir de la detección de una variación de impedancia durante la primera rampa creciente y durante la segunda rampa decreciente. El rango  $\Delta T$  de temperatura en el que se mide la variación de impedancia es pequeño, idéntico para la primera rampa creciente y la segunda rampa decreciente y característico de un gas dado. El rango  $\Delta T$  de temperatura permite así determinar la naturaleza del gas y la amplitud de la variación de la impedancia permite determinar la cantidad de dicho gas. Así, cuando un gas induce una variación de impedancia  $Z_s$  diferente para una rampa creciente o una rampa decreciente, su cantidad se puede determinar con mayor precisión mediante el análisis de las variaciones de impedancia.

5 Preferiblemente, durante el periodo de variación, estando alimentada la capa de calentamiento por una primera rampa creciente y luego por una segunda rampa decreciente, una primera variación de la impedancia  $Z_s$  de la capa sensible, medida a una temperatura de la capa sensible dada durante la primera rampa creciente, y una segunda variación de la impedancia  $Z_s$  de la capa sensible, medida a una temperatura de la capa sensible dada durante la segunda rampa decreciente, se comparan con la base de datos para asociar las cantidades de gas medidas con un gas predeterminado.

10 De esta forma, se pueden medir dos veces varias variaciones de la impedancia  $Z_s$  de la capa sensible a la misma temperatura: durante la primera rampa y durante la segunda rampa. Ventajosamente, el comportamiento de la capa sensible puede ser diferente dependiendo de si la temperatura aumenta o disminuye, lo que permite mejorar la identificación del gas medido. La discriminación de gases se ve mejorada.

Preferiblemente, el procedimiento comprende una etapa de determinación de la temperatura  $T_s$  de la capa sensible a partir de la resistencia  $R_{th}$  térmica determinada, la potencia  $P$  generada por la capa (12) de calentamiento y una medición de la temperatura  $T_A$  ambiente según la siguiente fórmula:

$$T_s = P * R_{th} + T_A$$

15 Preferiblemente, la temperatura  $T_A$  ambiente se mide mediante un sensor de temperatura externo al sensor de gas.

Preferiblemente, el procedimiento comprende una etapa preliminar de determinación de la resistencia  $R_{th}$  térmica de la capa de calentamiento poniendo el sensor de gas en contacto con un gas estándar predeterminado. De esta forma, la determinación de la temperatura de la capa sensible es óptima, ya que la resistencia  $R_{th}$  térmica se determina individualmente para cada sensor de gas.

20 Preferiblemente, la amplitud de variación térmica es de al menos 200 °C, preferiblemente de al menos 300 °C. Preferiblemente, el rango de variación de temperatura está comprendido entre 100 °C y la temperatura máxima aceptada por el sensor, por ejemplo del orden de 500 °C. Un rango de temperatura de este tipo permite alcanzar temperaturas en donde se producen reacciones redox.

25 Preferiblemente, la frecuencia de variación térmica es  $F_{th}$  está entre 0,1 Hz y 1 Hz, es decir, un rango de variación de 1 segundo a 10 segundos.

30 La invención también se refiere a un conjunto de un sensor de medición de una pluralidad de gases y a un elemento de cálculo de control de dicho sensor, comprendiendo dicho sensor una capa sensible configurada para medir dicho al menos un gas que tiene una impedancia  $Z_s$  y una capa de calentamiento sobre la que está montada la capa sensible, estando dicha capa de calentamiento configurada para ser alimentada con energía eléctrica con el fin de variar la temperatura de la capa sensible, estando dicho elemento de cálculo configurado para implementar el procedimiento tal como se presentó anteriormente.

Preferiblemente, el elemento de cálculo comprende un área de memoria que comprende la base de datos para implementar el procedimiento como se presentó anteriormente.

### Presentación de las figuras

35 La invención se comprenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a título de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Fig. 1 es una representación esquemática de una realización de un sensor de medición de gas según la invención,

la Fig. 2 es una representación esquemática de una curva de evolución de la temperatura del sensor de la figura 1 a lo largo del tiempo,

40 la Fig. 3 es una representación esquemática de una curva de evolución de la impedancia del sensor de la figura 1 cuando la temperatura varía con el tiempo, y

la Fig. 4 es un ejemplo de implementación de un procedimiento de control de un sensor de medición según la invención.

Se debe tener en cuenta que las figuras exponen la invención en detalle para implementar la invención, pudiendo dichas figuras, por supuesto, servir para definir mejor la invención cuando sea apropiado.

### 45 Descripción detallada de una realización de la invención

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra esquemáticamente un sensor 10 de medición de gas según la invención. El sensor 10 de medición se alimenta de energía de una fuente 20 de alimentación y un elemento 30 de cálculo está configurado para determinar la cantidad de gas medida por el sensor 10.

El sensor 10 de medición tiene la forma de un sensor de óxido metálico, también llamado MOX. Un sensor 10 de este tipo comprende una capa 11 sensible a al menos un gas y una capa 12 de calentamiento sobre la que está montada dicha capa 11 sensible.

5 La capa 11 sensible está configurada para reaccionar con un gas para detectar su presencia en el sensor 10 de medición.

La capa 11 sensible está en contacto con el aire y está adaptada para absorber moléculas del gas a medir. La absorción de estas moléculas varía la conductividad eléctrica a través de la capa 11 sensible, y por tanto la impedancia ZS a través de los bornes de la capa 11 sensible, gracias a una reacción de óxido-reducción, que permite determinar la cantidad de dicho gas presente en el aire en contacto con la capa 11 sensible.

10 La capa 11 sensible comprende un óxido que permite la reacción de óxido-reducción con el gas, por ejemplo, moléculas de dióxido de estaño (SnO<sub>2</sub>), dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), trióxido de tungsteno (WO<sub>3</sub>) y/o óxido de niobio (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) con dopajes de elementos de platino (Pt), oro (Au), germanio (Ge) y/o paladio (Pd). Los elementos químicos que se mezclan con las moléculas permiten dopar estas últimas para optimizar su función de absorción de moléculas del gas a medir.

15 Cuando las moléculas del gas a medir son absorbidas por la capa 11 sensible, la impedancia ZS en sus bornes varía, lo que permite determinar la presencia del gas a medir así como su cantidad. En otras palabras, la cantidad de gas presente en el aire se mide a partir de la variación de la impedancia de la capa 11 sensible. Para medir la variación de la impedancia, la capa 11 sensible es alimentada con energía eléctrica por el elemento 30 de cálculo como se describirá más adelante. Para este fin, la capa 11 sensible está conectada eléctricamente al elemento 30 de cálculo.

20 La capa 12 de calentamiento se controla para modificar la temperatura de la capa 11 sensible.

Tal modificación de su temperatura permite que la capa 11 sensible absorba diferentes gases en función de la temperatura de la capa 11 sensible. En otras palabras, cada temperatura de la capa 11 sensible permite medir la cantidad de un gas. Así, el sensor 10 de medición está configurado para medir diferentes gases modificando la temperatura de la capa 11 sensible. La capa 12 de calentamiento es alimentada con energía eléctrica para controlar su temperatura como se describirá más adelante. Para este fin, la capa 12 de calentamiento está conectada eléctricamente a la fuente 20 de alimentación.

25 Gracias a la capa 12 de calentamiento, una única capa 11 sensible permite medir diferentes gases. Esto permite utilizar un único sensor 10 de medición para medir la cantidad de varios gases, lo que limita el consumo de energía eléctrica y el coste de dichas mediciones.

30 La capa 12 de calentamiento comprende en este ejemplo un sustrato, tal como cerámica o silicio, y elementos, como oro, adaptados para liberar calor cuando una corriente eléctrica pasa a través de los mismos.

Según la invención, la temperatura TS de la capa 11 sensible se controla mediante la capa 12 de calentamiento para permitir mediciones precisas de la capa 11 sensible. Para ello, la temperatura TS de la capa 11 sensible se determina a partir de la siguiente ecuación:

35 
$$T_S = P * R_{th} + T_A$$

en la que P es la potencia generada por la capa 12 de calentamiento, R<sub>th</sub> es la resistencia térmica de la capa 12 de calentamiento a la capa 11 sensible y T<sub>A</sub> es la temperatura ambiente.

40 En otras palabras, la temperatura TS de la capa 11 sensible depende de la temperatura T<sub>A</sub> ambiente y de la potencia P generada por la capa 12 de calentamiento. El uso de la resistencia R<sub>th</sub> térmica permite tener en cuenta las pérdidas de transferencia de calor entre la capa 12 de calentamiento y la capa 11 sensible.

La temperatura TS de la capa 11 sensible se determina así con precisión a partir de la potencia P generada por la capa 12 de calentamiento a partir de la energía eléctrica suministrada por la fuente 20 de alimentación. Al reducirse el rango de temperatura en el que la capa 11 sensible mide un gas determinado, la determinación precisa de la temperatura de la capa 11 sensible permite determinar con precisión el gas que se mide mediante la capa 11 sensible.

45 La temperatura T<sub>A</sub> ambiente se mide mediante un sensor de temperatura, lo que permite una medición precisa. Un sensor de temperatura de este tipo puede ser externo al sensor 10 de medición o estar comprendido en el sensor 10 de medición.

50 La resistencia R<sub>th</sub> térmica de la capa 12 de calentamiento corresponde a las pérdidas de calor entre la capa 12 de calentamiento y la capa 11 sensible. La resistencia R<sub>th</sub> térmica es independiente del gas al que se somete el sensor 10 de medición. Además, se determina antes de las mediciones realizadas por el sensor 10 de medición. En particular, se puede determinar durante el diseño del sensor 10 de medición. Si la resistencia R<sub>th</sub> térmica varía de un sensor 10 de medición a otro, se puede determinar para cada sensor 10 de medición después de su fabricación. Para ello, cada sensor 10 de medición se coloca en presencia de un gas estándar. Un gas estándar de este tipo es un gas para el cual se conoce el comportamiento de la capa 11 sensible. A continuación, la capa 12 de calentamiento se somete a

una curva teórica de potencia P para que la capa 11 sensible detecte el gas estándar. Al conocerse la potencia real a la que la capa 11 sensible detecta el gas estándar, la resistencia Rth térmica se determina a partir del desfase entre la potencia de la curva teórica a la que la capa 1 sensible detectó el gas estándar y la potencia real. Después de esta etapa de calibración, la resistencia Rth térmica se almacena en el elemento 30 de cálculo para permitir controlar la capa 11 sensible de manera óptima.

La fuente 20 de alimentación está configurada para alimentar energía eléctrica a la capa 12 de calentamiento para que ésta genere calor. Como se ilustra en la figura 1, la fuente 20 de alimentación está conectada eléctricamente a la capa 12 de calentamiento.

Según la invención, la fuente 20 de alimentación está configurada para alimentar la capa 12 de calentamiento mediante una rampa de tensión (no representada) que comprende una parte creciente y una parte decreciente. La tensión de dicha rampa evoluciona así linealmente y lentamente de modo que la temperatura de la capa 11 sensible también evoluciona linealmente y lentamente, formando una rampa como la ilustrada en la figura 2. La rampa de temperatura permite así realizar una pluralidad de mediciones para detectar diferentes gases. Para ello, la rampa de temperatura comprende una pluralidad de rangos ΔT de temperatura que corresponden cada uno a un gas a medir. Para mayor claridad, en la figura 2 se ha ilustrado un único rango ΔT de temperatura correspondiente a la medición de un solo gas. Sin embargo, no hace falta decir que la rampa de temperatura comprende tantos rangos ΔT de temperatura como gases a medir.

Como se ilustra en la figura 2, al comprender la rampa de temperatura una parte creciente y una parte decreciente, cada rango ΔT de temperatura está comprendido en la parte creciente y la parte decreciente. En otras palabras, la rampa de temperatura pasa por un rango ΔT de temperatura cuando aumenta la temperatura (entre los tiempos t1 y t2) y cuando disminuye la temperatura (entre los tiempos t3 y t4). Esto permite detectar el mismo gas varias veces y en diferentes tiempos de la rampa de temperatura. Esto también permite identificar fácilmente los gases para los que el comportamiento de la capa 11 sensible difiere según aumente o disminuya la temperatura, como se describirá más adelante. La presencia de un ascenso y un descenso constituye entonces un criterio para la discriminación de gases como se presentará más adelante.

La fuente 20 de alimentación está controlada por un elemento de cálculo, que puede ser el elemento 30 de cálculo de control.

El elemento 30 de cálculo de control está configurado para determinar la cantidad de una pluralidad de gases en el aire.

Como se ilustra en la figura 1, el elemento 30 de cálculo está conectado eléctricamente a la capa 11 sensible para medir la impedancia de la capa 11 sensible y determinar la presencia de un gas en la misma. Para ello, el elemento 30 de cálculo alimenta energía eléctrica a la capa 11 sensible. Preferiblemente, el elemento 30 de cálculo está configurado para emitir una señal de tensión continua, periódica o pseudoperiódica a la capa 11 sensible.

Como se ilustra en la figura 3, la impedancia Zs de la capa 11 sensible evoluciona con la temperatura. La impedancia Zs sigue una evolución lineal debido a la evolución lineal de la temperatura. En presencia de un gas específico, la impedancia ZS de la capa 11 sensible varía de manera no lineal, formando en particular un pico como se ilustra en la figura 3, en un rango ΔT de temperatura asociado al gas determinado. Esta variación no lineal permite de este modo detectar un gas y medir su cantidad. Ventajosamente, la variación de la impedancia ZS en el rango ΔT de temperatura puede ser, para ciertos gases, diferente en función de si la temperatura evoluciona de manera creciente o decreciente, dicho de otro modo, según se esté en la parte creciente o decreciente de la rampa de temperatura. Esto ayuda a aumentar la fiabilidad de la detección de un gas.

El elemento 30 de cálculo comprende ventajosamente un área de memoria que comprende una base de datos que comprende las diferentes formas de variación de la impedancia ZS de la capa 11 sensible en función del gas medido asociadas a la temperatura Ts de la capa 11 sensible. Esto permite identificar el gas detectado por comparación entre la variación de la impedancia ZS medida y las variaciones registradas. Preferiblemente, como se presentará más adelante, la base de datos asocia un gas predeterminado con un rango Ts de temperatura de la capa sensible y con una o más variaciones de la impedancia Zs, en particular, con una variación ascendente y con una variación descendente. La base de datos puede obtenerse empíricamente o a partir de datos calculados.

La impedancia ZS se mide a partir de la determinación del valor de la tensión U en los bornes de la capa 11 sensible. Esta tensión U se puede determinar en particular mediante un puente divisor de tensión en el caso de una señal de tensión continua generada por el elemento 30 de cálculo.

En el caso de una señal de tensión periódica o pseudoperiódica, en particular del tipo chirp, la capa 11 sensible puede entonces asimilarse a un circuito RLC que permite calcular la tensión U a partir de la ecuación:

$$U = U_C + U_L + U_R \quad (1)$$

## ES 3 013 123 T3

En la que UC es la tensión a través de los bornes de la capacidad C del circuito RLC, UL es la tensión a través de los bornes de la bobina L del circuito RLC y UR es la tensión a través de los bornes de la resistencia R del circuito RLC.

La ecuación (1) también se puede escribir en la forma:

$$U = -\frac{j}{\omega C}I + jL\omega I + RI \quad (2)$$

5 Con  $\omega=2\pi f$  en donde f es la frecuencia de la señal de tensión.

Cuando la frecuencia f de la señal es igual a la frecuencia de resonancia del sistema RLC, la ecuación (2) se convierte en:

$$U = RI$$

10 Además, utilizando la frecuencia de resonancia, es fácil determinar la resistencia R del sistema RLC que es igual a la impedancia ZS de la capa 11 sensible. La frecuencia de resonancia del sistema RLC se puede determinar escaneando todas las frecuencias y determinando la frecuencia para la cual el valor de la corriente I es el más alto. Alternativamente, la frecuencia de resonancia del sistema RLC se puede determinar escaneando todas las frecuencias y determinando la frecuencia en para la cual el cambio de fase entre I y U es cero.

15 La utilización de un sistema RLC de este tipo es también ventajosa porque permite medir, además de las variaciones de la impedancia ZS de la capa 11 sensible, variaciones capacitivas, dicho de otro modo de la capacidad C del sistema RLC, y con reactancia, dicho de otro modo de la bobina L. Estas diferentes variaciones pueden utilizarse entonces para determinar el gas detectado, comprendiendo entonces el área de memoria del elemento 30 de cálculo las diferentes formas de estas variaciones en función del gas medido y en función de la temperatura de la capa sensible.

20 A continuación se describirá una forma de implementación del procedimiento de control de un sensor 10 de medición según la invención con referencia a las figuras 2 a 4.

Durante una etapa E0 preliminar, que puede realizarse en particular en fábrica, se determina la resistencia Rth térmica de la capa 12 de calentamiento. Para este fin, el sensor 10 de medición se coloca en presencia de un gas estándar para el que se conoce el comportamiento del sensor 10 de medición.

25 Al utilizar el sensor 10 de medición, se aplica una rampa de tensión, durante una etapa E1, a la capa 12 de calentamiento para variar la temperatura de la capa 11 sensible.

La temperatura TS de la capa 11 sensible se determina de forma continua, durante una etapa E2, a partir de la ecuación:

$$T_S = P * R_{th} + T_A$$

30 en la que P es la potencia generada por la capa 12 de calentamiento, Rth es la resistencia térmica de la capa 12 de calentamiento y TA es la temperatura ambiente. Luego, la temperatura TS sigue una rampa como se ilustra en la figura 2.

De manera conocida, la potencia P generada por la capa 12 de calentamiento es una función directa de la tensión aplicada a la capa 12 de calentamiento y se puede deducir de manera práctica.

35 El elemento 30 de cálculo mide además, en una etapa E3, la impedancia ZS de la capa 11 sensible para generar una curva de evolución de la impedancia ZS como se ilustra en la figura 3.

40 En una etapa E4, con referencia a la figura 3, el elemento 30 de cálculo detecta dos variaciones V12, V34 no lineales de la impedancia Zs en la curva de evolución. El elemento 30 de cálculo determina entonces el intervalo de tiempo (entre los tiempos t1 y t2, por una parte, y entre los tiempos t3 y t4, por otra parte, como se ilustra en la figura 3) durante los cuales se detectaron las variaciones V12, V34. En este ejemplo, se detecta una variación V12 convexa entre los tiempos t1 y t2, mientras que se detecta una variación V34 cóncava entre los tiempos t3 y t4.

El elemento 30 de cálculo determina entonces el rango  $\Delta T$  de temperatura correspondiente a los intervalos de tiempo determinados a partir de la rampa de evolución de la temperatura.

45 El elemento 30 de cálculo compara entonces en una etapa E5 las variaciones V12, V34 con las variaciones almacenadas en el área de memoria del elemento 30 de cálculo por correspondencia de la forma de la variación y el rango  $\Delta T$  de temperatura.

Finalmente, el elemento 30 de cálculo identifica el gas detectado a partir de las similitudes en la comparación con las variaciones registradas. En otras palabras, se identifica el gas como el correspondiente a la variación registrada cuya forma es más cercana a la forma de la variación detectada. De esta forma, la medición de gas se puede asociar a un gas predeterminado. El uso de variaciones en el ascenso y el descenso puede mejorar el rendimiento de

discriminación.

5 Gracias a la variación de temperatura, es posible detectar diferentes gases durante esta variación gracias a la detección de variaciones no lineales de la impedancia  $Z_s$  de la capa 11 sensible. Cada variación detectada se separa de las demás por rango de temperatura para compararlas con las variaciones presentes en la base de datos y detectar así la naturaleza de los diferentes gases medidos. En otras palabras, el control cuidadoso de un solo sensor de gas permite medir la cantidad de una pluralidad de gases diferentes. Un sensor de este tipo es eficiente y al mismo tiempo económico.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de detección de al menos una cantidad de gas de al menos un gas predeterminado a partir de un sensor (10) de medición de una pluralidad de gases, comprendiendo dicho sensor (10) una capa (11) sensible configurada para medir la pluralidad de gases que tienen una impedancia  $Z_s$  y una capa (12) de calentamiento sobre la que está montada la capa (11) sensible, estando configurada dicha capa (12) de calentamiento para ser alimentada con energía eléctrica con el fin de variar la temperatura de la capa (11) sensible, comprendiendo dicho procedimiento:
- una etapa (E1) de alimentación de la capa (12) de calentamiento por al menos una primera rampa creciente de tensión que define una evolución lineal de la tensión de alimentación, y luego por una segunda rampa decreciente de tensión que define una evolución lineal de la tensión de alimentación entre un valor de tensión baja y un valor de tensión alta, para modificar la temperatura de la capa (11) sensible durante un periodo de variación según una rampa de temperatura que comprende una parte creciente y una parte decreciente,
  - una etapa (E2) de determinación de la temperatura  $T_s$  de la capa (11) sensible a partir de una resistencia  $R_{th}$  térmica determinada, de la potencia  $P$  generada por la capa (12) de calentamiento y de una medición de la temperatura  $T_A$  ambiente según la siguiente fórmula:  $T_s = P * R_{th} + T_A$
  - una etapa (E3) de medición de variaciones de la impedancia  $Z_s$  de la capa (11) sensible a varias temperaturas de la capa (11) sensible durante el periodo de variación para detectar una pluralidad de cantidades de gas,
  - una etapa (E4) de detección:
    - de una primera variación no lineal de la impedancia  $Z_s$  de la capa (11) sensible en un rango  $\Delta T$  de temperatura dado de la capa (11) sensible durante la primera rampa creciente y
    - de una segunda variación no lineal de la impedancia  $Z_s$  de la capa (11) sensible medida en el mismo rango  $\Delta T$  de temperatura dado de la capa (11) sensible durante la segunda rampa decreciente,
    - una etapa de comparación de la primera variación de la impedancia  $Z_s$  y de la segunda variación de la impedancia  $Z_s$  con una base de datos que asocia un gas predeterminado a un rango de temperatura de la capa sensible, con una variación ascendente de la impedancia  $Z_s$  y con una variación descendente de la impedancia  $Z_s$ , correspondiendo cada uno de los rangos de temperatura a un gas que se va a medir,
    - la etapa de comparación se realiza comparando la primera variación y la segunda variación no lineal de la impedancia  $Z_s$  medidas con las variaciones ascendentes y descendentes almacenadas en la base de datos por correspondencia de forma de variación y rango de temperatura, con el fin de asociar la cantidad de gas medida con un gas predeterminado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el método comprende una etapa (E0) preliminar de determinación de la resistencia  $R_{th}$  térmica de la capa (12) de calentamiento poniendo el sensor (10) de gas en contacto con un gas estándar predeterminado.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la amplitud de variación térmica es de al menos 400 °C.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la frecuencia de variación térmica está comprendida entre 0,1 Hz y 1 Hz.
5. Conjunto de un sensor (10) de medición de una pluralidad de gases y de un elemento (30) de cálculo de control de dicho sensor (10), comprendiendo dicho sensor (10) una capa (11) sensible configurada para medir dicho al menos un gas que tiene una impedancia  $Z_s$  y una capa (12) de calentamiento sobre la que está montada la capa (11) sensible, estando configurada dicha capa (12) de calentamiento para ser alimentada con energía eléctrica con el fin de variar la temperatura de la capa (11) sensible, estando configurado dicho elemento (30) de cálculo para implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Conjunto según la reivindicación anterior, en el que el elemento (30) de cálculo comprende un área de memoria que comprende la base de datos para implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4.

Figura. 1

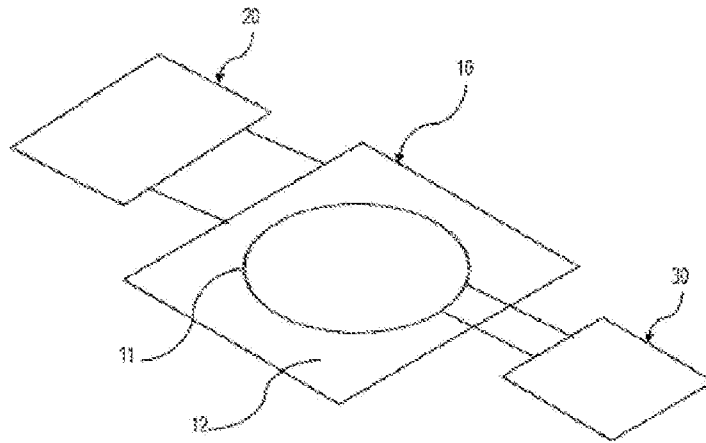


Figura 2

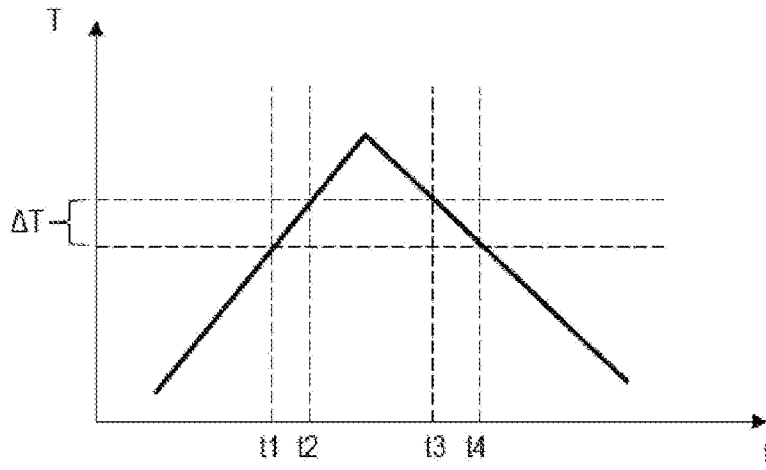


Figura 3

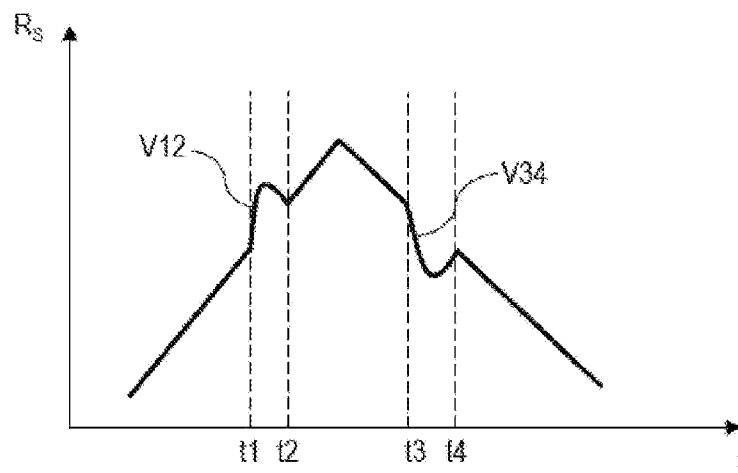


Figura 4

