



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 993**

51 Int. Cl.:
G01N 27/12 (2006.01)
G01N 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04728860 .0**
96 Fecha de presentación : **22.04.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1616172**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2006**

54 Título: **Dispositivo sensor de gas de película semiconductor fina.**

30 Prioridad: **24.04.2003 IT T003A0318**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **SACMI COOPERATIVA MECCANICI
IMOLA SOCIETA' COOPERATIVA
17/A, Via Selice Provinciale
40026 Imola, Bologna, IT**

72 Inventor/es: **Sberveglieri, Giorgio;
Comini, Elisabetta;
Faglia, Guido;
Baratto, Camilla y
Faldasconi, Matteo**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 312 993 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo sensor de gas de película semiconductora fina.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un dispositivo sensor de gas de película semiconductora fina del tipo que comprende un sustrato aislante, una película semiconductora fina aplicada al sustrato y un elemento de calentamiento resistivo para calentar el sustrato y la película semiconductora hasta una temperatura de funcionamiento predeterminada.

10 **Técnica anterior**

Los dispositivos sensores del tipo mencionado anteriormente se conocen muy bien por los expertos en la industria y se han fabricado a gran escala desde los años 70.

Inicialmente, el sensor se fabricaba mediante la deposición de la película sobre un sustrato de cerámica con forma de tubo y usando como elemento de calentamiento un hilo fabricado de metal de alto punto de fusión.

Según los procedimientos de fabricación recientes, puede obtenerse una reproducibilidad de sensor mejorada usando un sustrato de alúmina que tiene, sobre una cara, el elemento de calentamiento fabricado de materiales conductores, y sobre la otra, la película de sensor de gas y los contactos eléctricos.

Se proporciona un estudio completo de los procedimientos de producción de sensores basados en la deposición por pulverización catódica (bombardeo catódico) de todas las películas que constituyen el sensor mediante la bibliografía listada a continuación, enumerada 1-16:

- [1] G. **Sberveglieri et al.**, Sensors and Actuators B 4 (1991), páginas 457-461, *Elsevier Sequoia S.A.*, Lausanne;
- [2] G. **Sberveglieri et al.**, Sensors and Actuators B 5 (1991), páginas 253-255, *Elsevier Sequoia S.A.*, Lausanne;
- [3] G. **Sberveglieri et al.**, Journal of Materials Science Letters 10 (1991), páginas 602-604, *Chapman y Hall*;
- [4] G. **Sberveglieri et al.**, Sensors and Actuators B 7 (1992), páginas 721-726, *Elsevier Sequoia*;
- [5] G. **Sberveglieri**, G. **Faglia**, S. **Groppelli**, P. **Nelli**, Tech. Digest 6^a Int. Conf. Solid State Sensors and Actuators, San Francisco, CA, USA (1991), páginas 165-168;
- [6] G. **Sberveglieri**, Sensors and Actuators B 6 (1992), páginas 239-247, *Elsevier Sequoia S.A.*;
- [7] G. **Sberveglieri et al.**, Sensors and Actuators B 15-16 (1993), páginas 86-89, *Elsevier Sequoia S.A.*;
- [8] G. **Sberveglieri**, Abstract New Developments in Semiconducting Gas Sensor Sept, 13-14, 1993, Castro Marina (Italia);
- [9] G. **Sberveglieri**, S. **Groppelli**, P. **Nelli**, Abstract Eurosensors VIII Sept. 25-28, 1994, Toulouse (Francia);
- [10] G. **Sberveglieri**, Sensors and Actuators B 23 (1995), páginas 103-109, *Elsevier Science S.A.*;
- [11] G. **Sberveglieri et al.**, Advanced Materials 8 N° 4 (1996), páginas 334-337, *VCH Verlagsgesellschaft mbH*;
- [12] M. **Ferroni et al.**, Sensors and Actuators B 44 (1997), páginas 499-502, *Elsevier Science S.A.*;
- [13] G. **Faglia et al.**, Sensors and Actuators B 57 (1999), páginas 188-191, *Elsevier Science S.A.*;
- [14] E. **Comini et al.**, Sensors and Actuators B 68 (2000), páginas 168-174, *Elsevier Science S.A.*;
- [15] E. **Comini et al.**, Sensors and Actuators 70 (2000), páginas 108-114, *Elsevier Science B.V.*;
- [16] E. **Comini et al.**, J. Mater. Res., 16 N° 6 (2001), páginas 1559-1564, *Material Research Society*.

En la mayoría de los casos, el patrón de la película de sensor se obtiene utilizando tecnología de máscara de sombra.

Las figuras 1 a 7, relacionadas con la técnica anterior, ilustran esquemáticamente las etapas en la producción de un sensor de dos lados.

ES 2 312 993 T3

El procedimiento global comprende dos etapas para la cara inferior, es decir, depositar las regiones (reóforos) y depositar el elemento de calentamiento, y tres etapas para la cara superior, que comprende las etapas de depositar la película, las regiones y los electrodos interdigitados.

5 El procedimiento de la técnica anterior descrito anteriormente tiene limitaciones inherentes, principalmente cuando las cuatro clavijas van a soldarse al sustrato y a la cubierta microelectrónica que puede ser, por ejemplo, un T08 o tipo similar de empaquetamiento.

10 En primer lugar, cuando tienen que soldarse dos hilos al elemento de calentamiento tras soldar primero los dos hilos de la película de sensor de gas, o viceversa, es necesario darle la vuelta al sustrato. Esta es una operación bastante difícil que ralentiza el procedimiento de soldadura y puede conducir a daño a las películas que constituyen el sensor.

15 En segundo lugar, el sustrato no puede soldarse directamente a la cubierta, sino que debe soldarse en dos etapas:

- soldar primero los hilos al sensor, y
- soldar después a la cubierta.

20 Esto ralentiza adicionalmente el procedimiento de producción.

25 El documento US 4,338,281 da a conocer un sensor de gas semiconductor de película fina que comprende un sustrato aislante que tiene dos caras; un elemento sensor separado que tiene regiones de contacto respectivas, estando fabricado dicho elemento sensor de película semiconductor fina y aplicándose a una única cara del sustrato; un elemento de calentamiento resistivo para calentar hasta una temperatura predeterminada el sustrato y la película semiconductor aplicada al mismo, aplicándose el elemento de calentamiento a dicha única cara del sustrato y estando equipado con regiones de contacto respectivas para la conexión a una fuente de energía eléctrica. El documento US 4,389,373 da a conocer un sensor de corriente fónica que tiene electrodos de medición en un primer lado del sustrato y un calentador formado en un patrón sinuoso en el mismo lado.

30

Descripción de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo sensor de gas mejorado que alcance la temperatura de funcionamiento de manera rápida y eficaz y que también proporcione una señal de temperatura.

35

Según un aspecto de la misma, la presente invención proporciona un dispositivo sensor de gas como se define en la reivindicación 1.

40 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la producción de un dispositivo sensor de gas, por el que se fabrican al menos un elemento sensor de gas y un elemento de calentamiento resistivo mediante etapas de deposición sucesivas.

45 Según otro aspecto de la misma, la presente invención proporciona un procedimiento para fabricar un dispositivo sensor de gas como se define en la reivindicación 12.

Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones preferidas, ventajosas, de la invención.

Breve descripción de los dibujos

50 Ahora se describirán las realizaciones preferidas de la invención, sin limitarse al alcance del concepto de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1 a 7 ilustran esquemáticamente las etapas en la producción de un sensor de dos lados de tipo conocido, tal como se comentó anteriormente, y, más específicamente:

55

la figura 1 ilustra la cara inferior del sensor como es inicialmente;

la figura 2 ilustra la cara inferior del sensor de gas tras la deposición de las regiones;

60

la figura 3 ilustra la cara inferior del sensor de gas tras la deposición del elemento de calentamiento;

la figura 4 ilustra la cara superior del sensor de gas como es inicialmente;

la figura 5 ilustra la cara superior del sensor de gas tras la deposición de la película;

65

la figura 6 ilustra la cara superior del sensor de gas tras la deposición de las regiones;

la figura 7 ilustra la cara superior del sensor de gas tras la deposición de los contactos interdigitados;

ES 2 312 993 T3

- la figura 8 ilustra esquemáticamente una primera máscara de sombra para depositar la película de sensor;
- las figuras 9 y 10 ilustran esquemáticamente una segunda y una tercera máscaras de sombra usadas para fabricar las regiones de contacto;
- la figura 11 es una imagen registrada con un microscopio óptico de un sensor según la invención;
- la figura 12 ilustra esquemáticamente el sensor de la figura 11;
- las figuras 13 y 14 son diagramas que ilustran respectivamente la respuesta a dos concentraciones de CO (20, 200 ppm) del primer y el segundo sensores semiconductores de SnO₂ del dispositivo según la invención; y
- la figura 15 muestra la curva de calibración de temperatura-potencia para un dispositivo según la invención.

15 Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

La descripción que sigue se proporciona meramente a modo de ejemplo y se refiere a una realización preferida específica del dispositivo sensor, como se ilustra en las figuras 11 y 12. El dispositivo, indicado en su totalidad mediante el número 1, comprende un sustrato 2 aislante, que tiene sobre una única cara del mismo sensores de gas fabricados de dos películas 3, 4 semiconductoras, cada una en contacto eléctrico con regiones conductoras respectivas conectadas a un instrumento para medir la resistencia eléctrica de los sensores, etiquetadas con 5, 6 y 7, y un elemento 8 de calentamiento resistivo dotado de regiones 9 y 10 de contacto conectadas a una fuente de energía eléctrica.

El sustrato 2 normalmente está fabricado de alúmina, pero la invención también contempla el uso de otros tipos de sustrato, tales como sustratos fabricados de silicio revestidos con una capa aislante.

La tabla a continuación muestra las dimensiones, en milímetros, indicadas en los dibujos adjuntos.

Estas dimensiones se facilitan únicamente con fines de información y no son limitantes. Así, por ejemplo, el sustrato puede medir 3 mm x 3 mm (dimensión "a"), pero también podría ser más pequeño, por ejemplo 2 mm x 2 mm, con un espesor del orden de aproximadamente 250 μm.

a = 3,0	s = 2,16
b = 1,24	t = 0,42
c = 0,88	u = 0,54
d = 0,87	v = 0,62
e = 0,3	z = 0,60
f = 0,66	aa = 0,05
g = 1,0	ab = 0,14
h = 0,33	ac = 0,12
i = 0,4	ad = 0,2
l = 0,27	ae = 0,82
m = 0,10	af = 0,64
n = 1,82	ag = 0,98
o = 0,38	ah = 1,28
p = 0,92	ai = 0,71
q = 0,76	al = 0,81
r = 2,8	

El sustrato 2 puede tener un área superficial de entre 1 y 25 mm², y preferentemente entre 4 y 9 mm².

ES 2 312 993 T3

La deposición de las películas de sensor del elemento de calentamiento y de las regiones de contacto relacionadas se lleva a cabo mediante pulverización catódica o proyección catódica usando máscaras de sombra como las ilustradas en las figuras 8, 9 y 10.

5 La primera etapa es depositar la película sensible usando una máscara (figura 8) que tiene sólo dos aberturas 3a y 4a, colocadas preferentemente en la parte central del sustrato. Si tienen que depositarse dos películas sensibles diferentes, la máscara de la figura 8 tendrá una única abertura y se usará en dos procedimientos de deposición sucesivos.

10 Los expertos en la industria conocen la composición química de la película semiconductora y comprende óxidos metálicos tales como óxido de estaño, hierro y zinc.

15 Una vez que se ha depositado la película sensible y, si es necesario, se ha oxidado/estabilizado térmicamente, el procedimiento continúa con la deposición de las regiones de contacto usadas para soldar los hilos de oro. La deposición de las regiones de contacto permite calibrar las propiedades eléctricas de las películas sensibles y posibilita alimentar el elemento 8 de calentamiento resistivo, que consiste preferentemente en metal noble (platino) con un patrón de serpiente, que está diseñado para alcanzar la temperatura de funcionamiento y que también puede usarse como un sensor de temperatura.

20 La deposición de las regiones de contacto se lleva a cabo preferentemente en dos etapas. En una primera etapa, se depositan capas de adhesión de titanio/tungsteno sobre el sustrato 2 usando una máscara similar a la ilustrada en la figura 9 que, para este fin, tiene dos aberturas 14a y 15a para formar las capas de adhesión para los regiones 9 y 10 de contacto del elemento 8 de calentamiento resistivo y tres aberturas 11a, 12a y 13a para formar los regiones 5, 6 y 7 de contacto de película sensible, siendo la abertura 13a para la capa de adhesión para el contacto de tierra.

25 En una segunda etapa, se depositan el elemento 8 de calentamiento resistivo de metal noble (platino) y una segunda capa de metal noble (platino) sobre las capas de adhesión mencionadas anteriormente. Esta etapa se lleva a cabo usando una máscara como la ilustrada en la figura 10 que tiene las aberturas 8a, 9a y 10a usadas, respectivamente, para obtener el patrón del elemento 8 de calentamiento resistivo y la segunda capa de metal noble (platino) de las regiones 9 y 10 de contacto, y las aberturas 5a, 6a y 7a usadas para obtener el patrón de la segunda capa de platino para las regiones 5, 30 6 y 7 de contacto de las dos películas sensibles.

El espesor de esta segunda capa de deposición depende del tipo de mediciones llevadas a cabo, del intervalo de temperatura requerido y de la tensión que va a aplicarse al elemento de calentamiento.

35 En la configuración preferida actualmente, el elemento 8 de calentamiento resistivo presenta un patrón de serpiente con una pluralidad de curvas, y las dos películas 3 y 4 semiconductoras sensibles se disponen sobre el sustrato de tal manera que están dentro de dos curvas no consecutivas de la serpiente con la abertura en el mismo lado.

40 En esta realización, las regiones de contacto de las películas semiconductoras comprenden preferentemente un elemento 7 con forma de U, cuyas ramificaciones, cuyos extremos están respectivamente en contacto con las dos películas 3 y 4 semiconductoras, se extienden hacia las dos curvas no consecutivas.

Se entenderá que el patrón del elemento de calentamiento resistivo puede diferir del descrito e ilustrado en el presente documento, para alcanzar la misma temperatura de funcionamiento con menos potencia eléctrica.

45 Los diagramas de las figuras 13 y 14 muestran los resultados de la caracterización eléctrica realizada en las dos películas de sensor de SnO₂ del dispositivo según la invención.

50 El dispositivo se sometió a prueba usando monóxido de carbono a tres concentraciones diferentes: 5 (no mostrada en el diagrama), 20 y 200 ppm. Los gráficos muestran la variación de la corriente eléctrica con variaciones en la concentración de CO a una temperatura de funcionamiento de 400°C. Las curvas de respuesta para ambas películas de sensor en el dispositivo son casi idénticas.

55 Gracias a la presencia de dos sensores de gas sobre un único sustrato, se proporcionan dos señales eléctricas diferentes (en el caso de dos capas diferentes) para la misma mezcla de gas que va a analizarse. Esto aumenta la selectividad del sensor, dado que puede realizarse un análisis adecuado de las señales con algoritmos apropiados.

60 Una ventaja adicional es la posibilidad de soldar hilos finos de manera más rápida y fácil con menos riesgo de dañarlos. Las películas sensibles y el filamento de calentamiento pueden soldarse en secuencia sin dar la vuelta al sustrato. Además, con un soporte apropiado, el dispositivo puede soldarse directamente a la cubierta, que puede ser, por ejemplo, un empaquetamiento TO8.

65 Aún otra ventaja es que el procedimiento de producción, que requiere sólo tres etapas, es más sencillo en comparación con la técnica anterior, dado que los contactos eléctricos para tanto las películas como el elemento de calentamiento pueden fabricarse en una única etapa.

Además, las capas de adhesión de titanio/tungsteno tanto para el elemento de calentamiento resistivo como para las dos regiones de contacto de película sensible también pueden depositarse en una única etapa.

REIVINDICACIONES

5 1. Un dispositivo sensor de gas de película fina, que comprende un sustrato (2) aislante que tiene al menos dos caras, una pluralidad de elementos (3, 4) sensores fabricados de película semiconductora fina aplicada a una única cara del sustrato (2) y equipados con regiones (5, 6, 7) de contacto respectivas, un elemento (8) de calentamiento resistivo para calentar el sustrato (2) y la película (3, 4) semiconductora hasta una temperatura predeterminada, aplicándose el elemento (8) de calentamiento resistivo a dicha única cara del sustrato (2) y estando equipado con regiones (9, 10) de contacto respectivas para la conexión a una fuente de energía eléctrica; **caracterizado** porque dicho elemento (8) de calentamiento resistivo presenta un patrón de serpentina con una pluralidad de curvas y porque cada película (3, 4) semiconductora está situada en una curva no consecutiva de la serpentina.

15 2. El dispositivo sensor de gas según la reivindicación 1, en el que el dispositivo comprende preferentemente desde dos hasta cuatro sensores, aplicándose cada elemento sensor separado a dicha única cara del sustrato (2).

3. El dispositivo sensor de gas según la reivindicación 1 ó 2, en el que el sustrato (2) está fabricado de alúmina.

4. El dispositivo sensor de gas según la reivindicación 1 ó 2, en el que el sustrato (2) está fabricado de silicio revestido con una capa aislante.

20 5. El dispositivo sensor de gas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sustrato (2) tiene un área superficial de entre 1 y 25 mm², preferentemente entre 4 y 9 mm².

25 6. El dispositivo sensor de gas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las regiones (5, 6, 7, 9, 10) de contacto comprenden una primera capa fabricada de titanio, depositada sobre el sustrato (2), y una segunda capa superpuesta de platino.

30 7. El dispositivo sensor de gas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 anteriores, en el que las regiones (5, 6, 7, 9, 10) de contacto comprenden una primera capa fabricada de tungsteno, depositada sobre el sustrato, y una segunda capa superpuesta de platino.

35 8. El dispositivo sensor de gas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que comprende al menos dos películas (3, 4) semiconductoras y en el que las regiones (5, 6, 7) de contacto para la conexión de las películas semiconductoras comprenden un elemento (7) con forma de U, cuyas ramificaciones, que están en contacto con una película (3, 4) semiconductoras respectiva, se extienden hacia las curvas del elemento (8) de calentamiento resistivo.

9. El dispositivo sensor de gas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la película (3, 4) semiconductoras está fabricada de óxido de estaño.

40 10. El dispositivo sensor de gas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la película (3, 4) semiconductoras está fabricada de óxido de zinc.

11. El dispositivo sensor de gas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la película (3, 4) semiconductoras está fabricada de óxido de hierro.

45 12. Un procedimiento para fabricar un dispositivo sensor de gas de película fina **caracterizado** porque comprende las etapas de:

50 depositar mediante pulverización catódica una pluralidad de elementos sensores separados fabricados de película (3, 4) semiconductoras fina sobre una única cara de un sustrato (2) aislante;

depositar capas de adhesión metálicas sobre el sustrato aislante

55 depositar sobre las capas de adhesión sobre la cara de sustrato un elemento (8) de calentamiento resistivo de metal noble que presenta un patrón de serpentina con una pluralidad de curvas; disponer cada una de dichas películas (3, 4) semiconductoras finas sobre dicho sustrato (2) aislante dentro de una curva no consecutiva de la serpentina; y

60 depositar simultáneamente regiones (5, 6, 7, 9, 10) de contacto de metal noble sobre dicha cara de capa de adhesión de la superficie aislante para conectar eléctricamente el elemento (3, 4) sensor y el elemento (8) de calentamiento resistivo.

65 13. El procedimiento para fabricar un dispositivo sensor según la reivindicación 12, en el que la etapa de depositar capas de adhesión metálicas forma una capa de titanio para las regiones (9, 10) de contacto para la conexión de los elementos sensores y del elemento (8) de calentamiento resistivo.

14. El procedimiento para fabricar un dispositivo sensor según la reivindicación 12, en el que la etapa de depositar capas de adhesión metálicas forma una capa de tungsteno para los regiones (9, 10) de contacto para la conexión de los elementos sensores y del elemento (8) de calentamiento resistivo.

ES 2 312 993 T3

15. El procedimiento para fabricar un dispositivo sensor según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 anteriores, en el que la etapa de depositar mediante pulverización catódica un elemento sensor separado se realiza una pluralidad de veces, por lo que se depositan una pluralidad de elementos (3, 4) sensores separados sobre una única cara del sustrato (2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

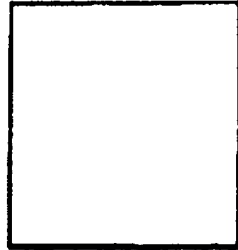


FIG.4

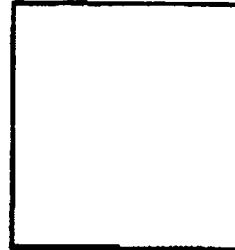


FIG.2

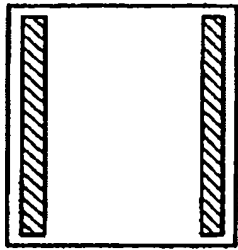


FIG.5

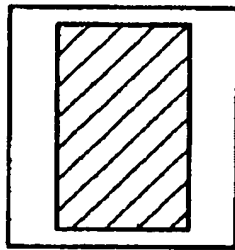


FIG.3

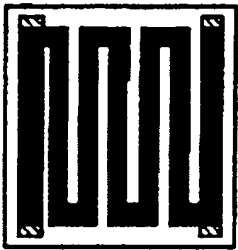


FIG.6

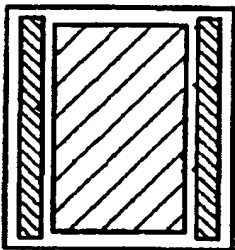


FIG.7

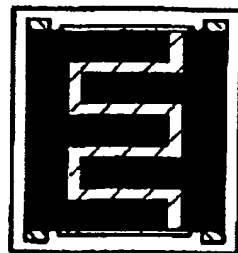
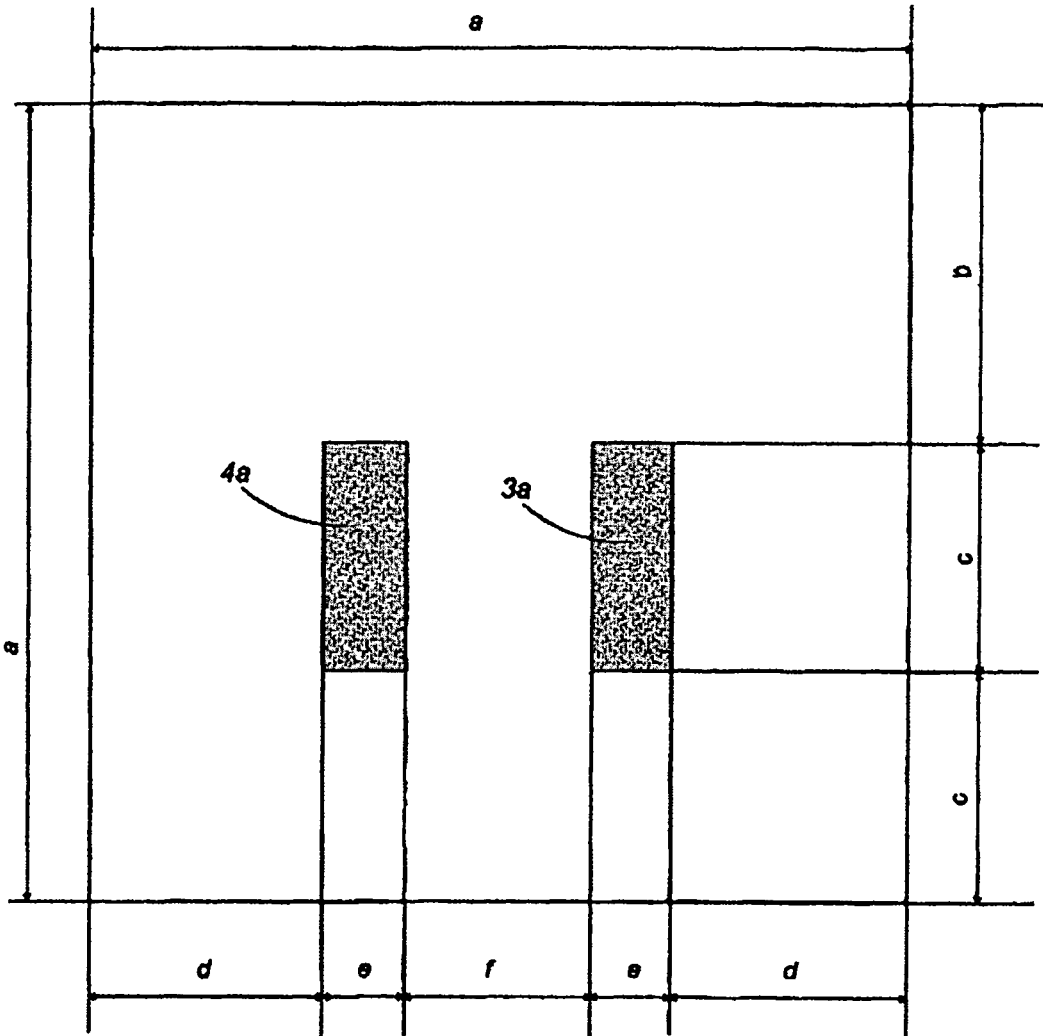


FIG.8




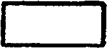
 VACÍO
 LLENO

FIG.9

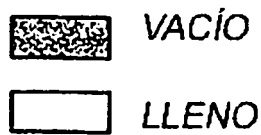
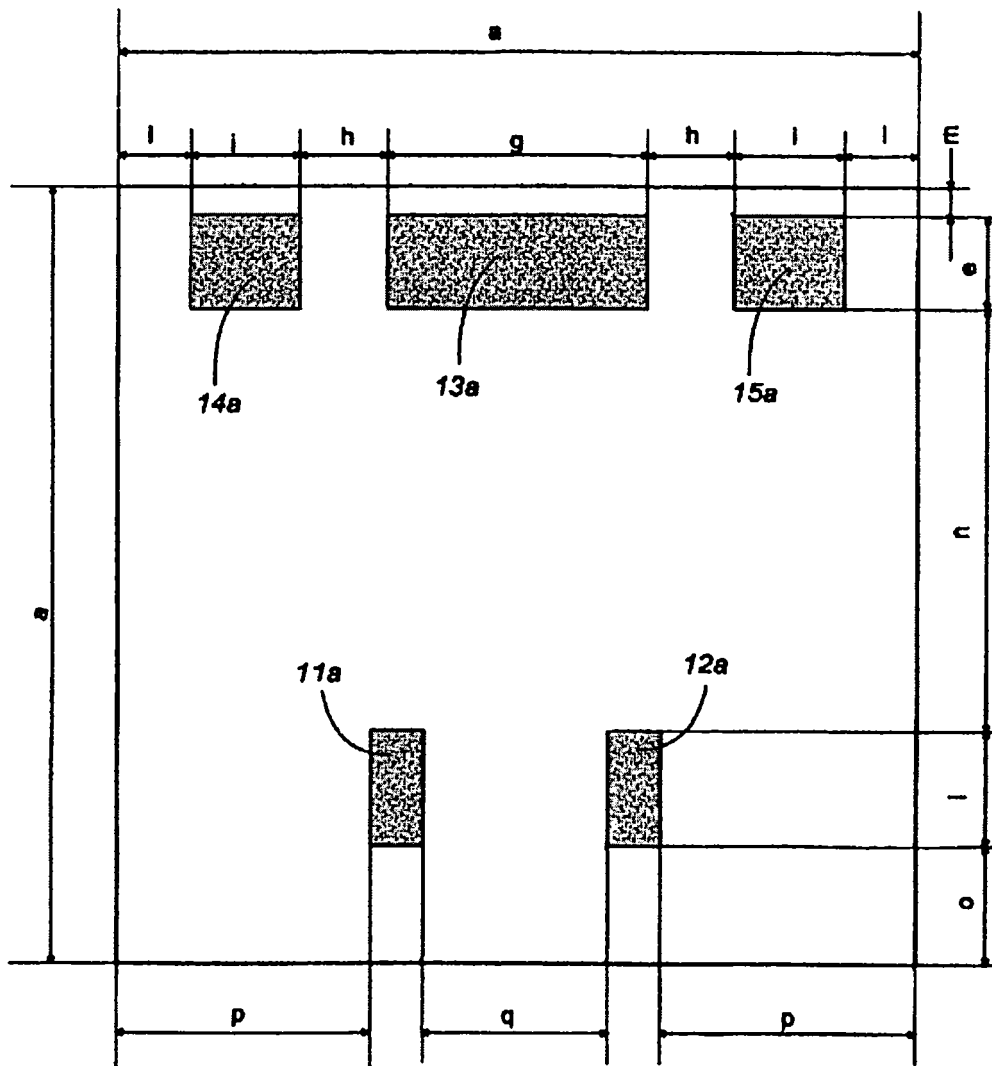
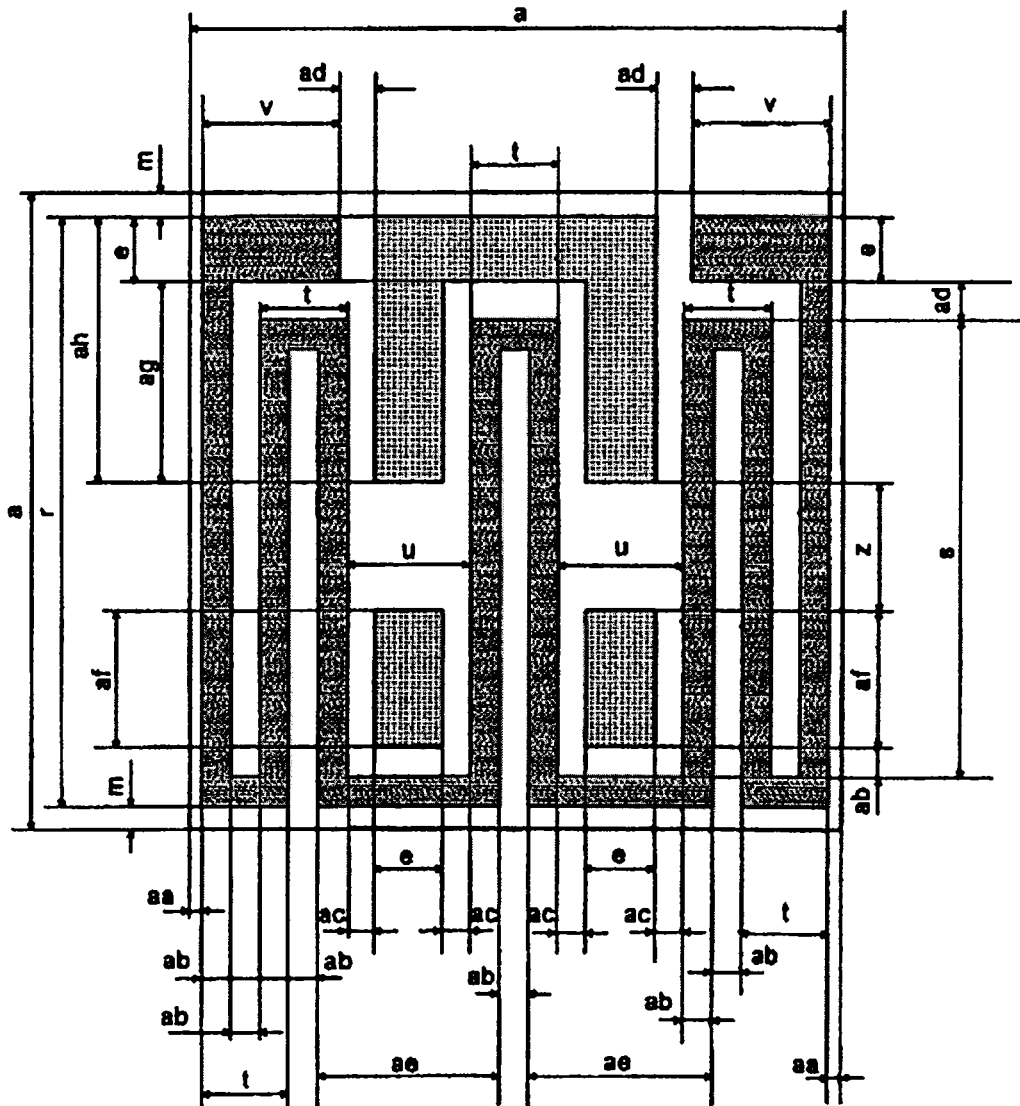


FIG.10



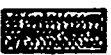

 VACÍO
 LLENO

FIG.11

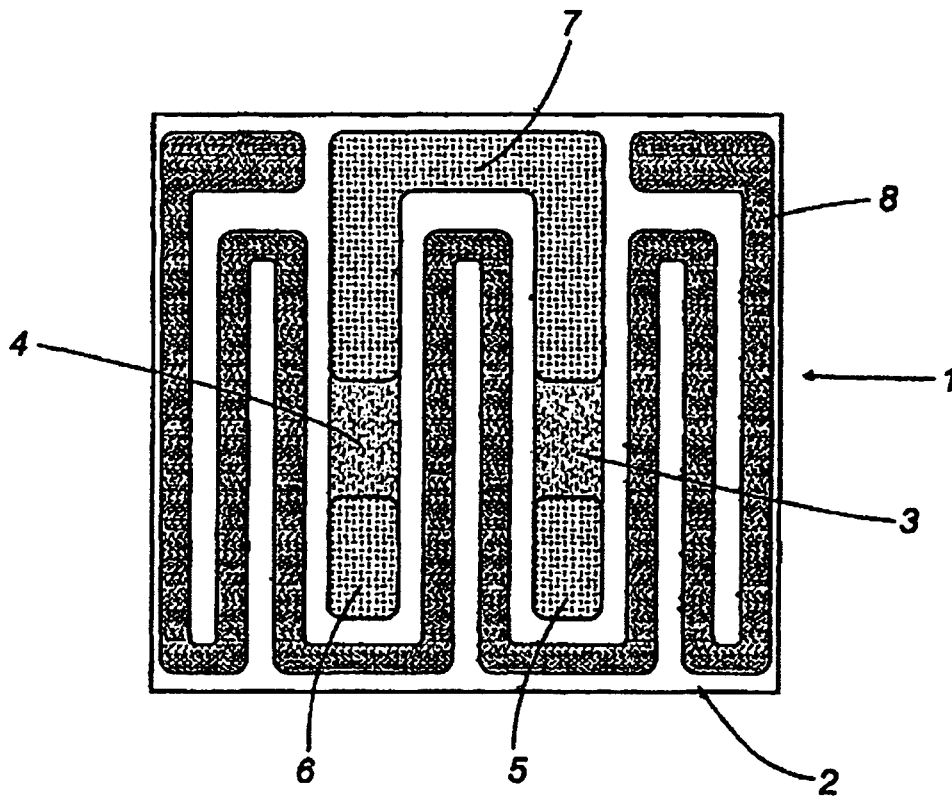


FIG.13

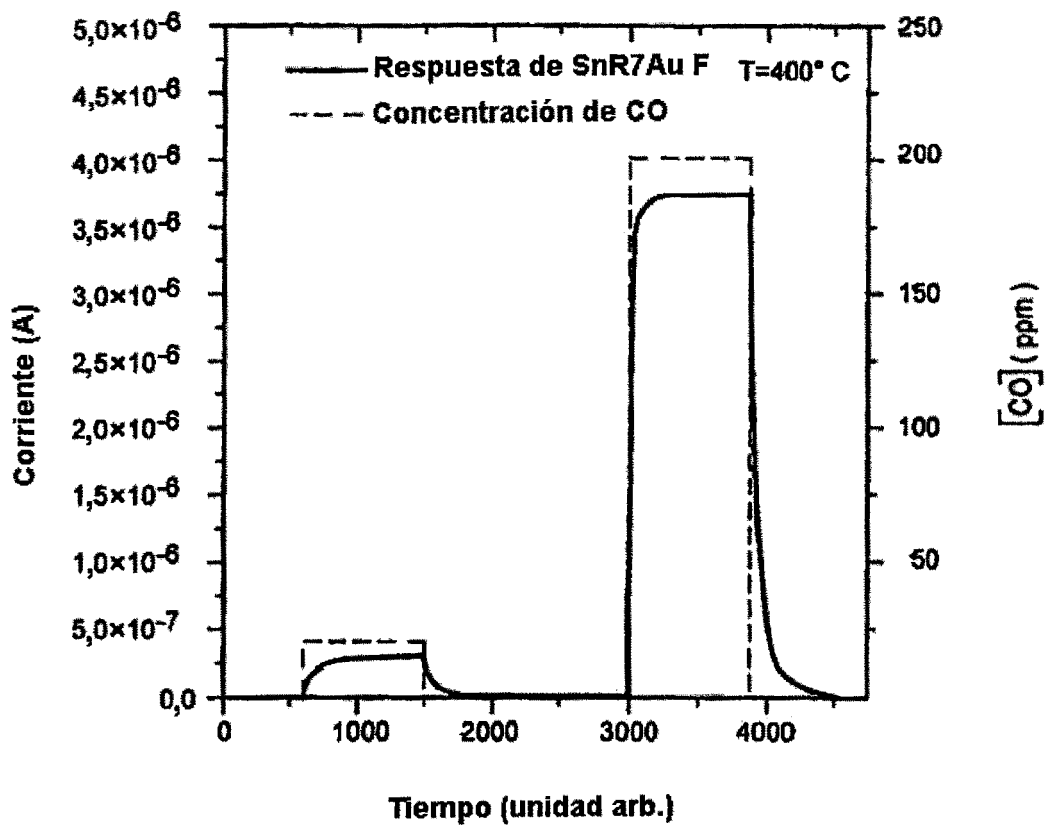


FIG.14

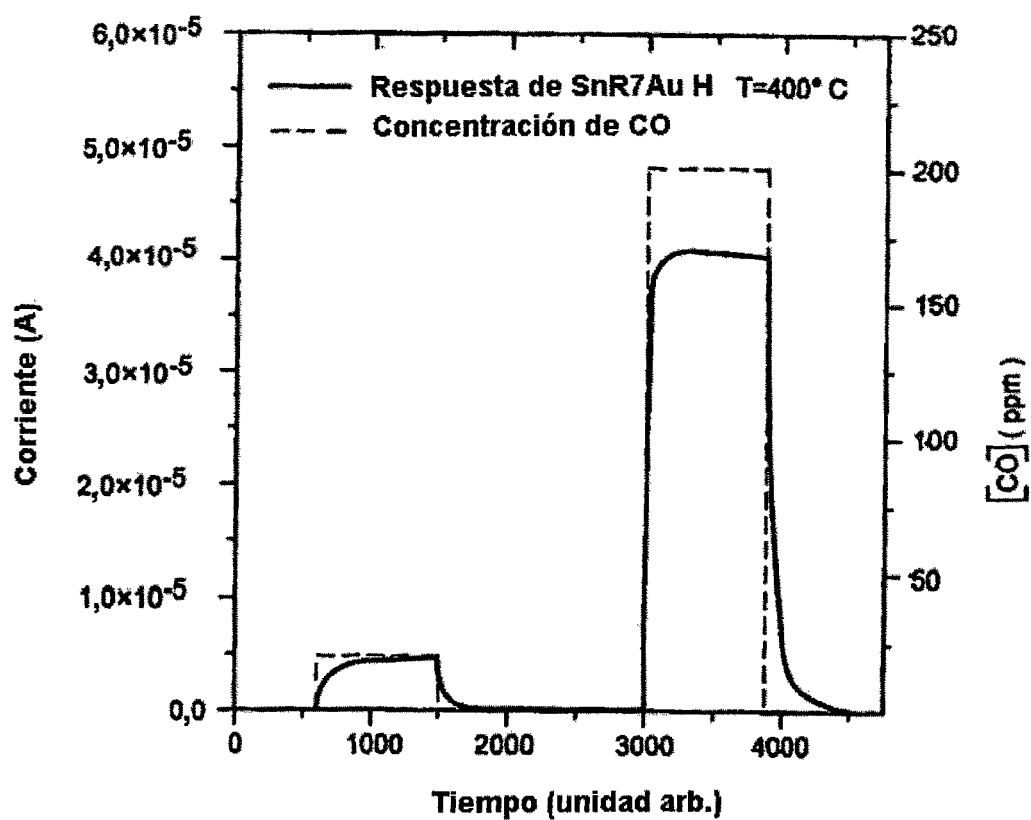


FIG.15

