

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 246**

51 Int. Cl.:

G08B 17/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2014** **E 14161944 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.08.2018** **EP 2800077**

54 Título: **Método de fabricación de un sensor de presión para una alarma de sobrecalentamiento o de incendio**

30 Prioridad:

30.04.2013 GB 201307802

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

08.10.2018

73 Titular/es:

KIDDE TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
4200 Airport Drive, NW
Wilson, NC 27896, US

72 Inventor/es:

SMITH, PAUL D. y
RENNIE, PAUL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 685 246 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

Método de fabricación de un sensor de presión para una alarma de sobrecalentamiento o de incendio

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a un sensor de presión para su uso en un sistema de alarma de sobrecalentamiento o de incendio y, en particular, a un método de fabricación de un sensor y tal sistema. Tales sistemas de alarma de sobrecalentamiento o de incendio se pueden usar para monitorizar un número de entornos diferentes, incluyendo diversas piezas de aeronaves y otras aplicaciones aeroespaciales.

Antecedentes

10 Un sistema conocido de alarma de sobrecalentamiento o de incendio comprende un tubo sensor en comunicación fluida con un sensor de presión, también conocido como módulo de conmutador de presión. El tubo sensor comúnmente comprende un tubo sensor metálico que contiene un núcleo de hidruro metálico, típicamente hidruro de titanio, y un relleno de gas inerte, tal como helio. Tal sistema se muestra en el documento US-3122728 (Lindberg).

15 La exposición del tubo sensor a una temperatura alta hace que el núcleo de hidruro metálico desarrolle hidrógeno. La elevación de la presión asociada en el tubo sensor hace que se cierre un conmutador de presión normalmente abierto en el sensor de presión. Esto genera una alarma discreta. El sensor de presión también está configurado para generar una alarma de sobrecalentamiento promedio debido a la elevación de presión asociada con la expansión térmica del relleno de gas inerte. Los estados de alarma discreta y promedio se pueden detectar o bien como un estado de alarma único que usa un único conmutador de presión o bien por separado usando al menos dos conmutadores de presión.

20 Un ejemplo de un único sensor de presión de alarma para su uso con un detector neumático de incendio/sobrecalentamiento se describe en el documento US5136278A (Watson). Este detector usa dos diafragmas metálicos deformables para formar un conmutador de sensor de presión neumático. Los diafragmas se forman típicamente a partir de discos de aleación TZM que han sido sometidos a una operación de formación de presión para lograr el punto de ajuste de presión requerido para el sensor. Después de la formación de presión, el diafragma resultante es del orden de 5-10 mm de diámetro.

25 Históricamente, la formación de presión de diafragmas se ha llevado a cabo antes del ensamblaje final del detector de presión neumática. Una mejora de este proceso de fabricación se describe en el documento US2009/0236205 (Nalla). Este documento describe un método de realización de la operación de formación de presión después del montaje final del módulo de conmutador. A pesar de esta mejora, la fabricación de sensores con un punto de ajuste de presión consistentemente repetible es un procedimiento relativamente lento y potencialmente costoso.

30 Otro inconveniente adicional asociado con diseños conocidos es el volumen libre interno relativamente grande del conmutador de presión neumática. Un gas dentro del volumen libre del sensor de presión neumática reducirá la elevación de presión asociada con la expansión del gas inerte o el desarrollo de hidrógeno dentro del tubo sensor. Esto tendrá un efecto perjudicial en las capacidades de detección de calor del sistema. Además, el gas de hidrógeno desarrollado durante un estado de alarma discreta puede entrar en el volumen libre del conmutador de presión neumática. Este gas de hidrógeno entonces ya no está más en contacto físico con el núcleo de hidruro metálico y no se puede reabsorber tras el enfriamiento. Esto tendrá un efecto perjudicial de la capacidad del sistema de detección de reiniciarse con éxito después de un evento de alarma discreto. Ambos de estos efectos son más significativos para longitudes cortas de tubo sensor.

40 La presente descripción busca abordar al menos algunos de estos problemas.

Un sistema de detección de incendios de la técnica anterior, que usa un tubo sensor, se describe en el documento US-5621389. Un conmutador de presión de capa semiconductor de la técnica anterior se describe en el documento US-5802911.

Compendio

45 Según la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un sistema de detección de alarma de sobrecalentamiento o de incendio según la reivindicación 1.

50 Se debería entender que el término 'sensor de presión' está destinado a referirse a cualquier sensor que pueda detectar un cambio de presión. El sensor de presión puede comprender uno o más 'conmutadores de presión' individuales, cada uno de los cuales se activará por cambios de presión. Los conmutadores se pueden activar por un cierto umbral de presión ('punto de ajuste de presión') para abrir o cerrar un terminal eléctrico, proporcionando de esta manera una salida digital. Un ejemplo de un conmutador de presión digital es un detector de presión neumática que tiene un diafragma deformable. Alternativamente, los conmutadores pueden proporcionar una salida que varía continuamente dependiendo de la presión, proporcionando de esta manera una salida analógica. Un ejemplo de un

conmutador de presión analógico es un transductor de presión electrónico tal como un transductor capacitivo o piezorresistivo.

5 El término 'micromecanizado' (o 'tecnología de microsistemas' (MST)) es bien conocido en la técnica para referirse a la fabricación de estructuras tridimensionales en la escala micrométrica. Típicamente, estas estructuras usan sustratos semiconductores tales como sustratos de silicio o basados en silicio (es decir, obleas), aunque se podrían usar otros sustratos. Las técnicas básicas de fabricación implican deposición de capas muy finas y modelado de las capas y grabado. Los sistemas producidos usando métodos de micromecanizado se conocen comúnmente como 'sistemas microelectromecánicos' (MEMS).

10 El uso de técnicas de micromecanizado permite que sensores de presión que tienen dimensiones mucho más pequeñas y más precisas sean producidos. Esto permite un proceso de fabricación más eficiente y fiable. Un sensor de presión hecho de esta forma, puede proporcionar una respuesta más precisa y fiable a los cambios de presión.

15 El sensor de presión según la presente descripción puede tener la mayor dimensión global de 100µm o menos o entre 30µm y 100µm, o alrededor de 30µm. Cada conmutador puede tener la mayor dimensión global de 30µm o menos, o 10µm o menos. La mayor dimensión global puede ser un diámetro o una anchura de una huella del sensor/conmutador.

Las técnicas de micromecanizado también pueden proporcionar sensores de presión que tienen geometrías altamente complejas cuyos puntos de ajuste de presión se pueden establecer con más precisión.

20 La miniaturización del sensor de presión usando micromecanizado también supone que se puede producir una serie de conmutadores de presión en un único proceso en un único sustrato. Se puede conectar un único tubo sensor al sustrato en comunicación fluida con una serie de conmutadores diferentes. El usuario entonces puede elegir a qué conmutador o conmutadores conectar la circuitería con el fin de monitorizar puntos de ajuste de presión deseados. Se puede desear usar una serie de conmutadores diferentes que tengan diferentes puntos de ajuste de modo que se puedan monitorizar diversas condiciones de temperatura, por ejemplo, sobrecalentamiento, incendio e integridad (para comprobar fugas en el tubo sensor).

25 El tubo sensor puede comprender un tubo hueco que contiene un material que desarrolla gas tras el calentamiento. Tal tubo sensor es bien conocido, como se ha tratado anteriormente. El tubo puede estar hecho de un metal, tal como aleación Inconel. El material puede ser un hidruro de metal, tal como hidruro de titanio. El tubo sensor puede contener un relleno de gas inerte, tal como helio. El tubo sensor puede tener una longitud muy grande (por ejemplo, entre 1 y 10 metros) con respecto a su diámetro (por ejemplo, menos de 5 mm). Por tanto, el uso de un sensor de presión miniaturizado permite un sistema de detección de alarma de sobrecalentamiento/incendio de perfil muy bajo (es decir, de bajo diámetro).

30 El paso de micromecanizado comprende formar y/o proporcionar una o más capas. Las capas pueden tener cada una un espesor de 100 µm o menos.

35 La primera capa puede ser una capa de sustrato sobre la cual se depositan otras capas. La primera capa se puede considerar que es una capa inferior o base ya que ésta puede ser su orientación durante la fabricación. No obstante, se debería entender que el sensor de presión se puede fabricar (y usar posteriormente) en cualquier orientación. La primera capa puede comprender un material semiconductor, tal como silicio.

El paso de micromecanizado comprende dopar al menos una parte de una primera capa.

40 El dopaje se puede realizar de cualquier forma adecuada conocida. La parte dopada puede extenderse a lo largo del espesor de la primera capa de modo que se pueda acceder a la parte dopada desde la parte inferior de la primera capa. La primera capa puede comprender una o más partes no dopadas.

La primera capa puede tener un espesor de 100 µm o menos.

Se puede proporcionar una pluralidad de partes dopadas separadas.

45 Cada parte dopada puede formar un terminal eléctrico. El cierre del terminal eléctrico puede abrir o cerrar un circuito eléctrico y desencadenar una alarma. La parte dopada se puede conectar a cualquier circuitería adecuada para proporcionar un circuito de alarma. Circuitería adecuada se muestra en el documento US-5136278 (Watson) y el documento US-5691702 (Hay) y sería evidente para una persona experta en la técnica.

50 El paso de micromecanizado comprende formar una cavidad al menos parcialmente dentro de la parte dopada. Se puede formar una cavidad en la primera capa o bien antes o bien después de que se haya creado la parte dopada. La cavidad está al menos parcialmente dentro de la parte dopada. Por tanto, al menos parte de la parte dopada forma parte de la base y/o una o más paredes de la cavidad.

Se puede formar una pluralidad de cavidades, con cada cavidad estando parcialmente dentro de un parte dopada.

La cavidad puede tener una profundidad de menos de 1 μm o 0,5 μm o menos.

La cavidad o las cavidades se pueden formar usando cualquier método conocido. Por ejemplo, la cavidad o las cavidades podrían ser grabadas. Técnicas de grabado conocidas incluyen grabado húmedo y grabado seco.

- 5 La cavidad se puede usar para proporcionar una cámara impelente para un sensor de presión neumática que tiene un diafragma. El uso de técnicas de micromecanizado proporciona una cavidad muy pequeña de dimensiones precisas que tiene un volumen libre interno muy bajo.

El paso de formación de una o más capas comprende formar un diafragma deformable sobre la cavidad. El diafragma se puede asegurar directa o indirectamente a la primera capa. El diafragma deformable se puede formar depositando una capa de material sobre la primera capa.

- 10 El diafragma puede tener un espesor de menos de 5 μm o 1 μm o menos.

Se debería entender que aunque el diafragma cubre la cavidad, puede no estar en contacto directo con la primera capa. En otras palabras, puede haber una o más capas intermedias entre el diafragma y la primera capa. La huella del diafragma cubre la cavidad en la primera capa. El diafragma se puede asegurar a la primera capa indirectamente a través de la capa intermedia.

- 15 En uso, la parte del diafragma que cubre la cavidad puede moverse dentro de la cavidad cuando se somete a una presión de fluido que actúa sobre la misma. El movimiento de la parte del diafragma en la cavidad puede cerrar un terminal eléctrico y desencadenar una alarma. Por tanto, el diafragma y la cavidad juntos forman un conmutador de presión.

- 20 El paso de micromecanizado puede comprender formar un rebaje en una segunda superficie del diafragma. La segunda superficie del diafragma se enfrenta lejos de la primera capa. Durante la fabricación, la segunda capa se puede colocar por encima de la primera capa, pero se debería entender que el sensor de presión terminado se puede fabricar (y usar posteriormente) en cualquier orientación.

El rebaje está al menos parcialmente alineado con la cavidad. Por tanto, la parte del diafragma alineada con el rebaje cubre al menos una parte de la cavidad.

- 25 El rebaje se podría formar usando cualquier método conocido. Por ejemplo, el rebaje se podría grabar.

La formación de un rebaje en una parte del diafragma alineado con la cavidad disminuye la rigidez de esta parte. Variando la profundidad del rebaje, se puede establecer el punto de ajuste de presión del conmutador de presión. Esto es debido a que una parte más flexible se deformará bajo una presión más baja. Un rebaje más profundo se podría usar, por lo tanto, para detectar una presión inferior y, por lo tanto, un umbral de temperatura inferior.

- 30 Se puede formar una pluralidad de rebajes separados.

Los rebajes y las cavidades pueden ser circulares (cuando se ven desde arriba), pero son posibles otras formas.

La formación de una pluralidad de cavidades y rebajes proporciona eficazmente una serie de conmutadores diferentes en un único sustrato. Como se ha tratado anteriormente, se pueden conectar una serie de conmutadores diferentes a un único tubo sensor. Cada conmutador se puede activar a un umbral de presión diferente.

- 35 Una forma de lograr esto es teniendo al menos dos rebajes que tienen diferentes profundidades. Para proporcionar diferentes profundidades, un rebaje se podría someter a un nivel mayor (o diferente tipo de) de grabado que otro rebaje.

- 40 Alternativamente, se podría variar la profundidad de las cavidades en la primera capa. Cuanto más profunda es la cavidad, se requerirá más presión para deformar el diafragma suficientemente para cerrar un terminal eléctrico dentro de la cavidad y desencadenar una alarma. De nuevo, diferentes cavidades se podrían someter a diferentes niveles (o tipos) de grabado.

Puede haber dos, tres o más de tres rebajes en el diafragma, con cada rebaje estando al menos parcialmente alineado con una cavidad en la primera capa. Cada rebaje puede tener una profundidad diferente.

- 45 El diafragma puede estar formado de cualquier material adecuado. El diafragma puede estar formado de un material que proporcione una barrera efectiva al hidrógeno (que puede desarrollarse a partir del tubo sensor conectado), tal como nitruro de silicio (Si_3N_4). El diafragma puede estar formado por un material que puede ser grabado fácilmente y con precisión, tal como cerámica (por ejemplo, Si_3N_4).

El diafragma puede estar formado de un material eléctricamente aislante. Con el fin de completar un circuito eléctrico cuando una parte del diafragma se mueve dentro de la cavidad, el método puede comprender formar una

capa flexible eléctricamente conductora entre el diafragma y la primera capa. Una única capa conductora puede extenderse sobre todas las cavidades (si está presente) en la primera capa.

5 Alternativamente, el diafragma puede estar formado de un material eléctricamente conductor, de modo que se complete un circuito eléctrico cuando una parte del diafragma contacta con una parte dopada de la primera capa dentro de una cavidad.

El diafragma y la parte dopada pueden proporcionar terminales de un circuito eléctrico. El cierre o la apertura de estos terminales puede desencadenar una alarma para indicar que se ha detectado un cierto umbral de presión (y, de esta manera, temperatura del tubo sensor). Circuitería adecuada sería evidente para un experto en la técnica.

Breve descripción de los dibujos

10 Algunas realizaciones ejemplares de la presente descripción se describirán ahora a modo de ejemplo solamente y con referencia a las Figuras 1 a 2, de las cuales:

las Figuras 1a a 1c son diversas vistas de un sensor de presión según una realización ejemplar de la presente descripción; y

15 la Figura 2 muestra una vista esquemática en sección transversal de un sistema de alarma de sobrecalentamiento o incendio según una realización ejemplar de la presente descripción.

Las figuras no están a escala.

Descripción detallada

La Figura 1a muestra una vista en perspectiva de un sensor de presión micromecanizado 10 ejemplar. El sensor 10 comprende un sustrato 12 ('primera capa') y un diafragma deformable 14.

20 El diafragma 14 puede estar formado de un material cerámico tal como nitruro de silicio (Si_3N_4). El sustrato 12 puede estar formado de un semiconductor tal como silicio.

El diafragma 14 comprende tres rebajes 16a, 16b, 16c en una ('segunda') superficie superior 14b. Los rebajes 16a, 16b, 16c son circulares y están separados por igual.

25 Situada entre el diafragma 14 y el sustrato 12 está una capa de metal intermedia 18 flexible, eléctricamente conductora. La capa de metal 18 contacta con la ('primera') superficie superior 12a del sustrato 12 y una ('primera') superficie inferior 14a del diafragma 14. El diafragma 14, el sustrato 12 y la capa de metal intermedia 18 son todos circulares y sustancialmente del mismo tamaño.

30 El diafragma 14 y la capa de metal intermedia 18 se pueden formar a través de deposición. Las características de las capas, tales como los rebajes 16a, 16b, 16c y las cavidades 19 se pueden formar mediante grabado de la capa respectiva.

La Figura 1b muestra una vista en planta superior del sensor de presión 10. Los rebajes tienen un diámetro D_2 de 10 micras y el diafragma 14 tiene un diámetro D_1 de 30 micras. El diámetro del diafragma 14 representa la mayor dimensión global del sensor 10. Otras dimensiones serán adecuadas.

35 La Figura 1c muestra una vista en sección transversal del sensor 10 tomada a lo largo de la línea A-A en la Figura 1b. Como se ha tratado anteriormente, el sensor 10 comprende una estructura de tres capas, esto es, el sustrato 12, la capa de metal 18 y el diafragma 14. El sustrato 12 comprende una parte dopada 13 y partes no dopadas. Se puede ver un único rebaje 16a. Por debajo del rebaje 16a, está una cavidad 19 formada en la parte dopada 13. La cavidad 19 está definida entre la superficie superior 13a de la parte dopada 13, las paredes 12c de la parte no dopada 12 y la superficie inferior 14a del diafragma. La cavidad 19 está sustancialmente alineada con el rebaje 16a.
40 Partes dopadas y cavidades similares están formadas debajo de los otros dos rebajes 16b, 16c.

El espesor del diafragma T_1 es de $1,0 \mu\text{m}$ y la profundidad T_2 de la cavidad 19 en la parte dopada es de $0,5 \mu\text{m}$, aunque serán adecuadas otras dimensiones.

45 La parte 14c del diafragma debajo del rebaje 16a, la parte dopada 13, la cavidad 19 y la capa de metal intermedia 18 forman un conmutador de presión neumática. Cuando se somete a suficiente presión en su superficie superior 14b, la parte 14c se deformará dentro de la cavidad 19 (transportando con ella una parte de capa de metal 18). Cuando la capa de metal 18 entra en contacto con la parte dopada 13, se completa un circuito eléctrico (no mostrado). Esto desencadena una alarma para indicar que se ha detectado un cierto umbral de temperatura. El sensor 10 mostrado, por lo tanto, tiene tres conmutadores distintos.

50 Los rebajes 16a, 16b, 16c pueden tener cada uno una profundidad diferente. Esto proporciona un punto de ajuste de presión diferente, ya que el espesor de la parte 14c por debajo de un rebaje será inversamente proporcional a la

cantidad de presión necesaria para deformar esa parte en una cavidad 19. El punto de ajuste de presión también dependerá de la profundidad de la cavidad 19 ya que la parte 14c tendrá que deformarse aún más hasta que haga contacto (a través de la capa de metal 18) con la parte dopada 13.

5 En uso, los tres conmutadores se pueden usar para monitorizar diferentes condiciones de temperatura, tales como sobrecalentamiento, incendio e integridad. Alternativamente, el usuario puede conectarse solamente a un conmutador que tiene un punto de ajuste de presión deseado.

10 La Figura 2 muestra una vista en sección transversal de un sistema de alarma de sobrecalentamiento o de incendio 30 ejemplar que comprende el sensor 10 (de las Figuras 1a a 1c) asegurado a un tubo sensor 20. El sensor 10 se muestra ampliado solamente con propósitos ilustrativos. Un bloque de aislamiento térmico 26, hecho por ejemplo de cerámica, está unido alrededor del sensor 10. Un manguito 28 está envuelto alrededor del bloque 26 y una parte del tubo sensor 20 para asegurar un sello hermético entre el sensor 10 y el tubo 20.

15 El tubo sensor 20 comprende un espacio interior 21 y un núcleo sólido 22. El espacio interior 21 se llena con un gas inerte tal como helio. El núcleo sólido 22 está formado de un material que desarrolla un gas, tal como hidrógeno, tras el calentamiento. El material puede ser hidruro de titanio. El tubo 20 comprende una carcasa metálica 24, hecha, por ejemplo, de una aleación Inconel. Un hueco superficial o cámara impelente 23 está formada entre el sensor 10 (y específicamente la superficie superior 14b del diafragma 14) y un primer extremo 20a del tubo sensor 20. Los rebajes 16a, 16b, 16c están en comunicación fluida con el interior 21 del tubo sensor 20.

El tubo sensor 20 tiene un diámetro exterior D3 de 1,6 mm y un diámetro interno D4 de 0,9 mm. El núcleo sólido 22 tiene un diámetro D5 de 0,66 mm. Otras dimensiones serán adecuadas.

20 El calentamiento del tubo sensor 20 primero hace que el gas de helio se expanda. Este aplica una presión sobre los rebajes 16a, 16b, 16c. Dependiendo del punto de ajuste de presión de cada conmutador, se pueden activar uno o más conmutadores. El calentamiento adicional del tubo sensor 20 hace que el núcleo 22 desarrolle gas de hidrógeno. Esto hace que uno o más conmutadores se activen.

25 Uno de los conmutadores de presión puede proporcionar una alarma de integridad si la presión cae por debajo de un cierto umbral. El umbral se podría establecer como la presión de operación normal del relleno de gas de helio. Si la presión cae por debajo de este umbral, entonces puede ser indicativo de una fuga en el tubo sensor (o entre el tubo 20 y el sensor 10). El conmutador de integridad puede estar normalmente cerrado y solamente se abre cuando la presión cae por debajo del umbral. La apertura del conmutador normalmente cerrado (es decir, la apertura del circuito eléctrico entre la capa de metal 18 y la parte dopada) puede desencadenar una alarma.

30 El sistema de alarma de sobrecalentamiento o de incendio 30 ejemplar se puede usar, por lo tanto, para proporcionar una serie de señales de alarma diferentes indicativas de diferentes temperaturas o condiciones.

35 La descripción precedente es solamente ejemplar de los principios de la invención. Son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de las enseñanzas anteriores. Ha de ser entendido, por lo tanto, que dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención se puede poner en práctica de otro modo que usando las realizaciones de ejemplo que se han descrito específicamente. Por esa razón, las siguientes reivindicaciones se deberían estudiar para determinar el verdadero alcance y contenido de esta invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un sistema de detección de alarma de sobrecalentamiento o de incendio (30), que comprende los pasos de:
 - micromecanizar un sensor de presión (10); y
 - 5 asegurar un tubo sensor (20) en comunicación fluida con dicho sensor de presión (10), en donde dicho paso de micromecanizado comprende:
 - formar una o más capas (12);
 - dopar al menos una parte (13) de una primera capa (12) y formar una cavidad (19) al menos parcialmente dentro de dicha parte dopada (13); y
 - 10 formar un diafragma deformable (14) sobre dicha cavidad (19).
2. El método de la reivindicación 1, en donde dicho tubo sensor (20) comprende un tubo hueco (24) que contiene un material (22) que desarrolla gas tras el calentamiento.
 3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde dicho paso de micromecanizado comprende formar un rebaje (16a, 16b, 16c) en una superficie superior (14b) de dicho diafragma (14), dicha superficie superior (14b) que se enfrenta lejos de dicha primera capa (12) y estando al menos parcialmente alineada con dicha cavidad (19).
 - 15 4. El método de la reivindicación 3, en donde dicho paso de micromecanizado comprende:
 - formar una pluralidad de partes dopadas (13);
 - formar una cavidad (19) parcialmente dentro de cada parte dopada (13); y
 - formar una pluralidad de rebajes (16a, 16b, 16c) en dicha superficie superior (14b), cada rebaje (16a, 16b, 16c) estando al menos parcialmente alineado con una cavidad (19).
 - 20 5. El método de la reivindicación 3 o 4, en donde dicho paso de micromecanizado comprende formar al menos dos rebajes (16a, 16b, 16c) que tienen diferentes profundidades.
 6. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde dicho paso de formación de una o más capas (12) comprende formar una capa eléctricamente conductora, flexible (18) entre dicho diafragma deformable (14) y dicha primera capa (12).
 - 25 7. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde la parte dopada (13) se extiende a lo largo del espesor de la primera capa (12).

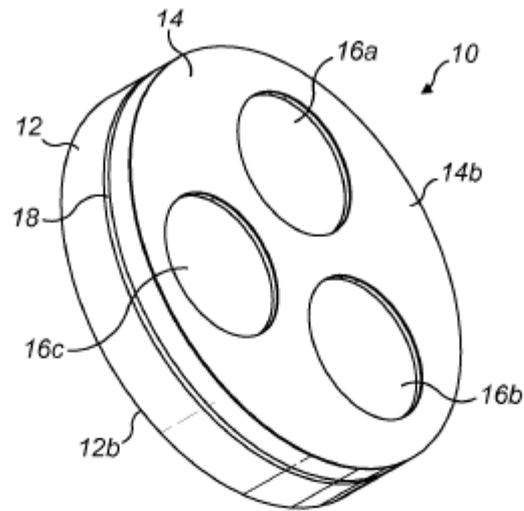


FIG. 1a

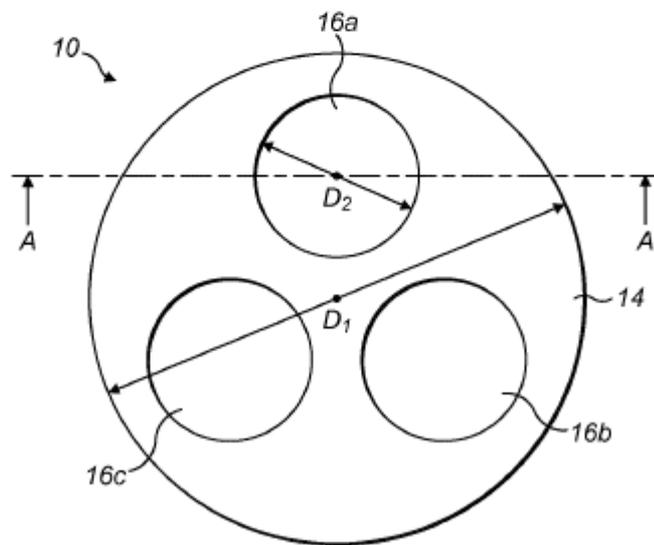


FIG. 1b

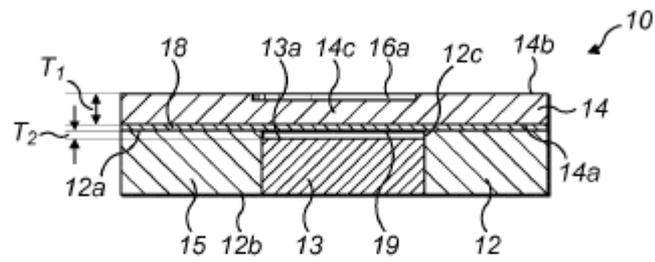


FIG. 1c

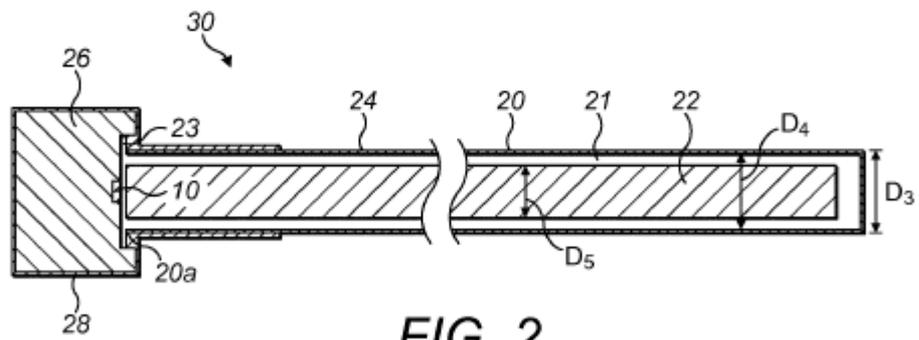


FIG. 2