



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 868**

51 Int. Cl.:
G01J 5/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06024181 .7**

96 Fecha de presentación : **22.11.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1790961**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.05.2007**

54 Título: **Microsensor de infrarrojos.**

30 Prioridad: **25.11.2005 DE 10 2005 056 596**
16.01.2006 DE 10 2006 002 177

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.06.2011

73 Titular/es:
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Regina-Pacis-Weg 3
53113 Bonn, DE

72 Inventor/es: **Schmitz, Helmut;**
Mürtz, Manfred;
Löhndorf, Markus;
Tewes, Michael y
Bleckmann, Horst

74 Agente: **No consta**

ES 2 360 868 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

Microsensor de infrarrojos

5 La presente invención se refiere a un sensor, en especial un microsensor para la detección de radiación electromagnética, cuya longitud de onda se sitúa especialmente en el rango de los infrarrojos o cerca del mismo. El sensor presenta una cámara de medición llena de un fluido o un gel que absorbe de forma selectiva la radiación, entrando la radiación a través de una ventana de entrada a la cámara de medición y reaccionando el fluido o gel a la absorción de la radiación con una modificación de su volumen.

10 Por la patente DE 197 18 732 A1 se conoce un sensor que funciona de acuerdo con un principio similar. Éste tiene, por ejemplo, un absorbente formado por un fluido que es selectivo para determinadas longitudes de onda. La modificación de volumen del fluido se mide por un sensor mecánico que transforma la modificación del volumen en una modificación de longitud y luego en una señal eléctrica. Debido al material absorbente selectivo, la sensibilidad del sensor es relativamente alta. Su estructura compleja es, sin embargo, contraria a una fabricación en masa y, sobre todo, a una miniaturización a un rango por debajo de 1 mm.

15 Por el documento US 4.634.870 se muestra un sensor de IR con una célula llena de gas cuya cara posterior está recubierta por una membrana. Los rayos infrarrojos incidentes calientan el gas en la célula que se expande correspondientemente y provoca una curvatura medible de la membrana. Un sensor IR de tipo similar se muestra en los documentos GB 1415078 y US 4.788.428.

20 En Kenny T.W. y otros: "Micromachined infrared sensors using tunneling displacement transducers" ("Sensores de infrarrojos miniaturizados que utilizan transductores de desplazamiento de túnel"), Review of Scientific Instruments (Revista de instrumentos científicos), American Institute of Physics (Instituto Americano de Física), Melville, NY, EEUU, tomo 67, nº 1, enero de 1996, se describe un microsensor en forma de una célula de Golay que detecta una radiación IR incidente.

25 Por el documento GB 1 111 712 A se conoce un sensor lleno de líquido. El líquido se encuentra en una cámara hueca del sensor que desemboca en un tubo ascendente abierto hacia arriba. Un calentamiento del líquido al incidir la radiación infrarroja provoca su expansión que puede ser medida en el tubo ascendente.

30 Además, se conocen bolómetros y detectores piroeléctricos. Al contrario de los sensores semiconductores asimismo conocidos, éstos no necesitan ser enfriados. En este tipo de sensores, el cambio de temperatura provocado por la radiación infrarroja absorbida es transformado directamente en una magnitud eléctrica. En el caso del bolómetro se utiliza como absorbente óxido de vanadio o titanato del bario-estroncio ferroeléctrico, o bien silicio amorfo. En principio, lo que se intenta conseguir con el elemento absorbente utilizado es la máxima modificación posible de la resistencia eléctrica con una modificación de temperatura.

35 Al contrario de los bolómetros, los sensores piroeléctricos aprovechan el denominado efecto piroeléctrico, que provoca el cambio de la polarización espontánea de un cristal ferroeléctrico debido a un cambio de temperatura. Debido a ello, se genera una carga en las superficies exteriores del cristal. Como sensores piroeléctricos se conocen, además, los denominados sensores de luz alterna donde los rayos incidentes son modulados en su intensidad, por ejemplo, mediante un chopper.

40 La sensibilidad D de los sensores térmicos conocidos que no son refrigerados se sitúa como máximo en $D^* = 10^9 \text{ cm Hz}^{1/2} / \text{W}$. Estos sensores tienen una sensibilidad ampliamente independiente de la longitud de onda de la radiación infrarroja incidente. Comparado con sensores semiconductores refrigerados, la sensibilidad de los sensores térmicos es inferior en dos hasta tres rangos de magnitud. Mediante filtros se consigue una selectividad con respecto a determinadas longitudes de onda, sin embargo, dichos filtros aumentan los costes y a la vez disminuyen la sensibilidad.

45 Al contrario de los sensores semiconductores, los demás sensores presentan un inconveniente esencial que es que son susceptibles a cambios de la temperatura ambiente y, por lo tanto, han de ser accionados a una temperatura constante. Este requisito necesita la incorporación de los medios correspondientes para el ajuste de la temperatura, lo cual aumenta otra vez los costes de producción. Para aumentar la sensibilidad se pueden incorporar los sensores en una envolvente de vacío lo cual, asimismo, aumenta los costes de producción y reduce la vida útil, en especial, al utilizarlos en un entorno especialmente hostil. Un gran inconveniente es, por lo tanto, además de la sensibilidad relativamente baja, que conjuntos de sensores térmicos resultan demasiado costosos para su amplia aplicación masiva. También resulta ser un inconveniente de los sensores piroeléctricos que, a medida que decrece su grosor, pierden propiedades interesantes para la tecnología de sensores de infrarrojos, lo cual obstaculiza la miniaturización.

50 Por lo tanto, el objetivo de la invención consiste en dar a conocer un microsensor de construcción sencilla, robusto y de fabricación económica que puede funcionar con medios sencillos sin refrigeración o sin tener que mantener una temperatura constante y mediante el cual se puede absorber, en especial, radiación infrarroja con una sensibilidad elevada.

65

Este objetivo se consigue mediante un microsensar que presenta las características de la reivindicación 1. Realizaciones muy ventajosas del microsensar, según la invención, están indicadas en las reivindicaciones dependientes.

5 En primer lugar, un idea fundamental de la invención consiste en alojar los componentes esenciales del sensor en un sustrato a tratar con la correspondiente tecnología de microsistemas y medir la altura de llenado del fluido o del gel dentro de un tubo ascendente conformado especialmente como tubo capilar que está comunicado con la cámara de medición. La altura de llenado da lugar a una columna de líquido en el tubo ascendente cuya altura está
10 relacionada directamente con la modificación del volumen. Debido a que las paredes de la cámara son relativamente rígidas, la modificación del volumen es la consecuencia del cambio de presión en el fluido que se expande en el tubo ascendente. De acuerdo con la invención, la cámara de medición está formada por un rebaje practicado en el sustrato que está recubierto en su lado "activo" por la capa de ventana que constituye la ventana de entrada, siendo la capa de ventana permeable para la radiación a medir.

15 Para medir la altura de llenado del fluido que va cambiando en el tubo ascendente, se prevé un medio que funciona especialmente de forma eléctrica u óptica. Muy ventajoso resulta que el fluido sea un electrolito, especialmente un líquido iónico con una presión de vapor relativamente reducida, y que el fluido debería estar adaptado a las características de la radiación a medir a efectos de poder absorber esta radiación de la forma más selectiva posible.
20 A estos efectos se denominan líquidos iónicos aquellos líquidos que contienen exclusivamente iones. Es decir, se trata de sales líquidas sin que la sal esté disuelta en un disolvente tal como agua. Los líquidos iónicos son sales que ya se encuentran en estado líquido a temperaturas por debajo de 100° C.

25 La ventaja especial de este microsensar es su alta sensibilidad y, sobre todo, que según una realización que será descrita a continuación, no necesita mantener una temperatura constante. Además, puede ser construido realmente en dimensiones microscópicas de pocos micrómetros, estando las dimensiones limitadas hacia abajo sólo por la profundidad de penetración de los rayos en la cámara de medición. En cuanto a ello, los microsensares para radiación infrarroja pueden construirse con volúmenes de cámara por debajo de 1000 fl, en especial hasta llegar a
30 aproximadamente 10 fl, siempre y cuando lo permite el modo de fabricación. Resulta muy ventajoso que la expansión de la cámara se sitúe en la dimensión de la profundidad de penetración de los rayos, que debería oscilar entre 1 y 10 micrómetros en el fluido elegido específicamente. Por lo tanto, también es una idea fundamental de la invención seleccionar adecuadamente el tipo de fluido en relación con las dimensiones de la cámara, de tal manera que la profundidad de la cámara que se extiende detrás de la ventana de entrada corresponda a menos de diez veces, especialmente menos de cinco veces la profundidad de penetración de los rayos que penetran en el fluido.

35 Para influir en las propiedades de absorción, resulta ventajoso que la cámara de medición llena de fluido o gel contenga material sólido con buena capacidad de absorción que esté presente especialmente en forma de pequeñas partículas individuales o en forma de una estructura esponjosa o a modo de red.

40 Como técnica de fabricación, se prestan los conocidos procedimientos litográficos. Resulta muy ventajoso que el sustrato esté formado por una oblea de silicio y los componentes, en especial la cámara de medición y/o el tubo ascendente, sean realizados como rebajes mediante un proceso de grabado litográfico en la oblea de silicio y/o en capas aplicadas sobre la misma. En este contexto, cabe reseñar que el tubo ascendente no tiene que ser un conducto separado espacialmente de la cámara de medición, sino que puede estar formado ventajosamente por un estrechamiento a modo de chimenea de la misma cámara de medición dispuesto en el lado opuesto al de la ventana de entrada. El tubo ascendente puede estar formado como orificio taladrado en una capa aislante separada, aplicada sobre el sustrato. De esta manera, se puede garantizar un proceso de fabricación muy sencillo mediante
45 las técnicas litográficas mencionadas.

50 La función del tubo ascendente y su fabricación sencilla son mejoradas porque el tubo ascendente presenta una abertura de diámetro pequeño por encima del menisco formado por la superficie de la columna de líquido. El diámetro de la abertura es relativamente pequeño, en especial en el rango de menos de un micrómetro, de manera que una eventual modificación del volumen del fluido provoque la máxima modificación posible de la altura de llenado. Este dimensionado es posible debido a la fabricación del sensor mediante un procedimiento litográfico.

55 Otra ventaja esencial del microsensar introducido en el sustrato consiste también en el hecho de que las cámaras de medición de múltiples sensores de este tipo pueden ser introducidas conjuntamente en el sustrato, estando los sensores de esta manera reunidos en un conjunto o "array". La selección selectiva de los sensores puede realizarse de forma sencilla a través de conductores vaporizados. Mediante estos conjuntos de sensores se pueden tomar imágenes de las distribuciones de radiación. Además, se puede conseguir la sensibilidad direccional con un conjunto o "array", cuando hay zonas del conjunto que están dispuestas en rincones y, por lo tanto, de forma selectiva en
60 cuanto a la dirección.

65 Un aspecto muy esencial de la invención consiste en una cámara de compensación que constituye un depósito y "comunica" con la cámara de medición. A tal efecto, está unida con la cámara de medición a través de un tubo

capilar de compensación y asimismo llenada de fluido. La función de la cámara de compensación consiste en absorber y, de esta manera, compensar, un lento aumento de presión y volumen inducido por una radiación incidente, por ejemplo, por una lenta variación de temperatura. Para no estar expuesta ella misma al aumento de presión inducido por la radiación, la cámara de compensación es protegida contra la entrada de la radiación a medir. La cámara de compensación tiene ventajosamente un volumen considerablemente superior al de la cámara de medición. Por encima del fluido que se encuentra en la cámara de compensación debería haber una presión ambiental, lo cual se consigue mediante una abertura dispuesta por encima. Con un sensor de este tipo se pueden medir variaciones de radiación y, por lo tanto, de volumen rápidas por debajo de un segundo, en especial en el rango de microsegundos, siendo las variaciones de temperatura lentas compensadas mediante la cámara de compensación.

Varios conceptos son concebibles para el medio previsto para medir el nivel de llenado cambiante en el tubo ascendente: Por ejemplo, el nivel de llenado puede ser medido eléctricamente. También es posible una medición óptica y ésta resulta ventajosa, precisamente en el caso de conjuntos de sensores. Un medio que funciona eléctricamente puede comprender un electrodo de trabajo y un contraelectrodo dentro del tubo ascendente, estando los electrodos dispuestos de tal manera que el fluido se encuentra entre ellos. En especial, como mínimo, el electrodo de trabajo puede estar conformado como electrodo de inmersión sumergido en el tubo ascendente, de manera que la modificación de volumen que resulta del nivel de llenado modifica la superficie humedecida del electrodo de trabajo. Con la modificación de la superficie humedecida se modifican de forma correspondiente las propiedades eléctricas, en especial, la capacidad del sistema. Esta modificación puede ser medida con medios conocidos.

La lectura de un conjunto de microsensores puede realizarse también de forma óptica. A tal efecto, las desembocaduras de los tubos ascendentes abiertos hacia arriba son irradiadas con luz. Cuando por encima de la desembocadura de un tubo ascendente se eleva la curvatura del fluido desplazado, se refleja la luz en ella y llega a un chip de cámara dispuesto por encima de la misma. Este modo de lectura se explicará más adelante en relación con el ejemplo de realización.

En general, un microsensor de este tipo, según la invención, posee dos características muy notorias por tratarse de un sensor no refrigerado: Tal como ya se ha explicado, la idea de la cámara de compensación lleva a una compensación automática de modificaciones lentas de la temperatura ambiente. Por lo tanto, se pueden suprimir interferencias mecánicas y/o acústicas. Debido a la compensación no hace falta mantener constante la temperatura del detector. Con estos sensores, se pueden fabricar con pocos costes de fabricación y un reducido gasto energético un conjunto de sensores, por ejemplo, para una cámara de imagen térmica. Un solo elemento de sensor tiene, además, la ventaja de ser muy sensible y puede ser utilizado sin envoltorio de vacío adicional que lo envuelva. En comparación con sensores conocidos, ya no se necesita construcciones complejas, lo cual conduce a una simplificación esencial en la producción y, de esta manera, a una mayor reducción de costes.

Estos microsensores son apropiados, por ejemplo, para su empleo en aparatos de visión nocturna, en especial, para automóviles o aviones y pueden ser utilizados para la supervisión de procesos de producción industriales, en salidas de bomberos, para diagnósticos médicos y veterinarios, para la búsqueda de minas en aparatos de visión nocturna, tanto en salidas militares como también civiles.

La fabricación del sensor mostrado a continuación en el primer ejemplo de realización comprende las siguientes etapas: Primero se aplica por evaporación una capa aislante de nitrato de silicio (SiN) de aproximadamente cinco micrómetros sobre la oblea de silicio de aproximadamente 100 micrómetros. En la oblea de silicio se graban dos rebajes, de las que uno sirve como cámara de medición y el otro como cámara de compensación. Ambas cámaras están comunicadas entre sí a través de un tubo capilar de compensación asimismo grabado. Según el ejemplo concreto de realización, la cámara de medición tiene un diámetro de aproximadamente 100 micrómetros. En otra etapa se deposita sobre la oblea preparada de esta manera una fina capa de pírex o silicio, que sirve de ventana infrarroja.

En una etapa siguiente, se graban aberturas en la membrana de nitrato de silicio restante por encima de la cámara de medición y el depósito, estando previstas por encima de la cámara de medición dos aberturas de diferente diámetro. La más pequeña de las dos aberturas será cerrada por una capa de metal aplicada posteriormente y constituye el contraelectrodo, ya que el fluido contenido en la cámara de medición se apoya en la capa de metal. El electrodo de trabajo está formado por un rebaje cilíndrico revestido de metal y tiene un diámetro de aproximadamente 3 micrómetros. La cámara de medición es llenada a través de la cámara de compensación con la ayuda de fuerzas capilares y eventualmente un vacío aplicado.

La función del microsensor se puede describir de la siguiente manera: Dado que el diámetro del electrodo de trabajo es más pequeño que el rebaje encima de la cámara de compensación, el fluido en el electrodo de trabajo conforma un menisco que se ajusta el mismo a un estado de equilibrio dentro del electrodo de trabajo. Debido al intercambio retardado del fluido entre la cámara de medición y la cámara de compensación a través de un tubo capilar de compensación delgado, este proceso es relativamente lento. La radiación infrarroja que incide en la cámara de

medición es absorbida de forma selectiva por el fluido que se encuentra en la cámara de medición. El aumento de temperatura consecutivo lleva a una expansión del fluido que se traduce en un ascenso del menisco dentro del electrodo de trabajo. Este ascenso puede ser absorbido a través de la modificación de la capacidad entre los dos electrodos. La capacidad se mide mediante una pequeña corriente alterna entre los electrodos.

Dado que el fluido contiene iones, el factor determinante para la capacidad de la disposición es el tamaño de la superficie sumergida en el fluido. La capacidad para la capa iónica de Helmholtz sobre el electrodo es con aproximadamente $0,5 \text{ F/m}^2$ relativamente grande, de manera que se pueden esperar capacidades de aproximadamente 10 pF para electrodos de esta dimensión. La ventaja de un microsensado de este tipo es que los cambios lentos de la temperatura de fondo son suprimidos por el efecto compensador del menisco autoajustante.

El tubo ascendente tiene ventajosamente un diámetro de un micrómetro y, de esta manera, una superficie activa de aproximadamente $0,78 \text{ micrómetros}^2$. La expansión que se puede esperar a partir de estos parámetros con una diferencia de temperatura de 2 mK es de aproximadamente $0,09 \text{ micrómetros}^3$. Esto correspondería a un ascenso del menisco en el tubo capilar de unos $0,11 \text{ micrómetros}$. Este ascenso del menisco está acompañado de una modificación de la capacidad entre los electrodos de aproximadamente $0,08 \text{ pF}$. Este sensor tiene una sensibilidad estandarizada de $> 10^8$. La NEDT (noise equivalent change and temperature) está por debajo de 20 mK . Este sensor puede funcionar ventajosamente a temperatura ambiental. Posee una corrección de fondo inmanente.

A continuación se explicarán con más detalle dos realizaciones de la invención por medio de las figuras 1 y 2. En éstas se muestra:

Figura 1: un corte a través de un microsensado con lectura por medios eléctricos, y

Figura 2: un microsensado con lectura por medios ópticos.

En la figura 1 se muestra un corte a través de un microsensado para la detección de radiación infrarroja 1. Éste presenta una cámara de medición 2 llena de un fluido (rayado grueso) que absorbe de forma selectiva la radiación infrarroja 1. La cámara de medición 2 está formada por un rebaje practicado mediante litografía en un sustrato de silicio 4 con un grosor inferior a 100 micrómetros y que atraviesa dicho sustrato 4. Sobre el sustrato 4 se ha depositado una capa de ventana 7 de pírex o de silicio que tiene un grosor de unos 10 micrómetros . A excepción de la ventana de entrada 3, la capa de ventana 7 está recubierta por una capa de recubrimiento 8. La radiación 1 penetra en la cámara de medición 2 desde el lado "activo" (abajo) a través de una ventana de entrada 3, reaccionando el fluido a la absorción de la radiación 1 con una modificación de la densidad que provoca una modificación del volumen.

Asimismo está incorporada en el sustrato 4 una cámara de compensación 5 que comunica con la cámara de medición 2 a través de un tubo capilar de compensación 6 y está asimismo llena de fluido. El tubo capilar de compensación 6 está grabado en el sustrato 4 en forma de surco plano. La cámara de compensación 5 que atraviesa el sustrato está realizada como la cámara de medición 2 y protegida contra la penetración de los rayos por la capa de recubrimiento 8.

En el lado opuesto el sustrato 4 está recubierto por una capa aislante 9 donde se prevé un orificio de llenado 10 por encima de la cámara de compensación 5. Por encima de este orificio de llenado 10, la cámara de compensación 5 está sometida a una presión ambiental. Por encima de la cámara de medición también están dispuestas dos aberturas 11 y 12 en la capa aislante 9, conformando la abertura 11 el tubo ascendente, mientras que la abertura 12 queda cerrada por una capa de metal 13 vaporizada sobre la capa aislante 9. A través de la abertura 12, el fluido entra en contacto con la capa de metal 13 que constituye un contraelectrodo y en la que está soldada una línea 14. Además, una capa de metal 16 está aplicada sobre la capa aislante 9 que constituye un electrodo de trabajo y se sumerge en el tubo ascendente 11 como electrodo de inmersión y entra en contacto con el fluido, estando la capa de metal 16 unida con una línea 17. Las capas de metal 13 y 15 son capas de oro de un grosor de pocos micrómetros que son aplicadas sobre la capa aislante 9 por chisporroteo.

Cuando se produce un aumento de presión en la cámara de medición 2, el menisco 15 del fluido asciende y se modifica la superficie humedecida del electrodo de trabajo. Ello modifica a su vez la capacidad del condensador formado por los dos electrodos de modo medible a través de las líneas 14 y 17.

En la figura 2 se muestra de forma esquemática una realización de un conjunto de sensores que se sirve de una lectura óptica: Debido al procedimiento óptico se puede prescindir de un dispositivo electrónico de lectura costoso que se necesitaría para un conjunto con lectura por medios eléctricos para poder controlar cada elemento de sensor por separado. Para mayor claridad, en este ejemplo sólo se muestran las cámaras de medición 20 individuales que están incorporadas en el sustrato 21. La radiación infrarroja penetra a través de la capa de ventana 22 sólo en algunas (en este caso, dos) cámaras de medición 20. En las cámaras de medición 20 irradiadas, el fluido se expande y forma pequeñas elevaciones 25 encima de los tubos ascendentes 24. Un rayo de luz 27 que sale de una fuente de luz 26 es focalizado en una lente 28, incide sobre la superficie del conjunto de sensores en un ángulo de incidencia y es reflejado de forma correspondiente en un ángulo de reflexión. Cuando el rayo de luz 27 incide sobre las elevaciones 25, es reflejado en otro ángulo y tras ser focalizado incide en un chip de cámara 29 (CCD). En el

chip de cámara 29 se iluminan los píxeles de acuerdo con la distribución de la radiación IR, generando una imagen correspondiente.

5 Por lo tanto, el sistema se utiliza como “convertidor de imagen” del rango infrarrojo al rango de longitud de onda visible. Mediante este paso intermedio, a través de una señal óptica, se pueden conseguir resoluciones de imagen que no se pueden obtener con una lectura por medios eléctricos.

REIVINDICACIONES

1. Microsensor (1) para la detección de radiación electromagnética, cuya longitud de onda se sitúa especialmente en el rango de los infrarrojos o cerca del mismo, que presenta
- 5 - un substrato (4);
 - una cámara de medición (2) llena de un fluido o gel que absorbe de forma selectiva la radiación y que está formada por un rebaje practicado en el substrato (4);
 - una capa de ventana (7) que recubre el rebaje en su lado activo;
 en el que la capa de ventana (7) forma una ventana de entrada (3);
- 10 en el que la radiación penetra en la cámara de medición (2) a través de la ventana de entrada (3), reaccionando el fluido o el gel a la absorción de la radiación (1) con una modificación de la densidad que provoca una modificación del volumen;
 - un tubo ascendente (11) que está conectado con la cámara de medición (2), en el que el fluido o gel forma una columna de altura variable;
- 15 en el que el tubo ascendente (11) está abierto por encima del menisco (15) formado por la superficie de la columna;
 - un medio para medir la altura;
 - una cámara de compensación (5) que constituye un depósito y que, asimismo, está formada por un rebaje practicado en el substrato (4); y
 - un tubo capilar de compensación;
- 20 en el que la cámara de compensación (5) está comunicada con la cámara de medición (2) a través del tubo capilar de compensación (6) y encontrándose asimismo llena del fluido o gel;
 en el que la cámara de compensación presenta una abertura por la que existe una presión ambiental por encima del fluido o gel; y
 en el que la cámara de compensación (5) está protegida contra la entrada de la radiación (1) a medir.
- 25 2. Microsensor, según la reivindicación 1, caracterizado porque el tubo ascendente está conformado como tubo capilar.
- 30 3. Microsensor, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la cámara de medición (2) y el tubo ascendente (11) están incorporados en el substrato (4) formado, especialmente, por una oblea de silicio mediante un procedimiento litográfico.
- 35 4. Microsensor, según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el tubo ascendente (11) está formado por un estrechamiento de la cámara de medición (2) a modo de chimenea, que está dispuesta en el lado opuesto al de la ventana de entrada (3).
- 40 5. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la profundidad de la cámara de medición (2) que se extiende detrás de la ventana de entrada (3) y el tipo de fluido o gel, son seleccionados de tal manera que la profundidad corresponde a menos de diez veces, en especial, menos de cinco veces la profundidad de penetración de la radiación (1) en el fluido o gel.
- 45 6. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cámara de medición (2) presenta un volumen de medición del orden de menos de 1000 fl, en particular menos de 100 fl.
- 50 7. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cámara de medición (2) incorporada en el substrato (4) está recubierta por una capa aislante (9) en su lado opuesto al lado activo.
8. Microsensor, según la reivindicación 7, caracterizado porque la capa aislante (9) presenta una abertura por encima de la cámara de compensación (5) y una abertura encima del tubo ascendente (11), estando la abertura (10) por encima de la cámara de compensación (5) destinada al llenado y a la compensación de la presión.
- 55 9. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el substrato (4) presenta un grosor de menos de 200 micras, en especial, menos de 100 micrómetros.
- 60 10. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de ventana (7) está formada por pirex o silicio y tiene un grosor de menos de 10 micrómetros, estando la capa de ventana (7) ligada sobre el substrato (4).
11. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cámara de compensación (5) y el tubo capilar de compensación (6) asimismo son introducidos en el substrato (4), en especial mediante ataque químico.
- 65 12. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el medio para medir la altura de ascenso dentro del tubo ascendente (11) presenta un electrodo de trabajo (16) y un contraelectrodo (13), encontrándose el fluido o gel entre los electrodos (13, 16), estando como mínimo el electrodo de trabajo (16)

constituido como electrodo de inmersión sumergido en el tubo ascendente (11), de manera que la modificación del volumen modifica la superficie humedecida del electrodo de trabajo (16).

5 13. Microsensor, según la reivindicación 12, caracterizado porque cada uno de los electrodos (13, 16) está formado por una capa de metal, en especial una capa de oro, que presenta un grosor de pocos micrómetros y está aplicado sobre la capa aislante (9) mediante chisporroteo.

14. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el fluido es un líquido iónico.

10 15. Microsensor, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la cámara de medición (2) llena de fluido o gel se encuentra un material sólido que absorbe la radiación y que está presente especialmente en forma de pequeñas partículas individuales o en forma de una estructura esponjosa o a modo de red.

15 16. Substrato, en especial oblea de silicio, con múltiples microsensores, según una de las reivindicaciones anteriores, que conforman un conjunto de sensores.

20 17. Procedimiento para la lectura de un conjunto de sensores, según la reivindicación 16, caracterizado porque un rayo de luz (27) que sale de una fuente de luz (26) incide sobre la superficie del conjunto de sensores en un ángulo de incidencia y porque la luz reflejada en elevaciones (25) es registrada a través de un chip de cámara (29).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

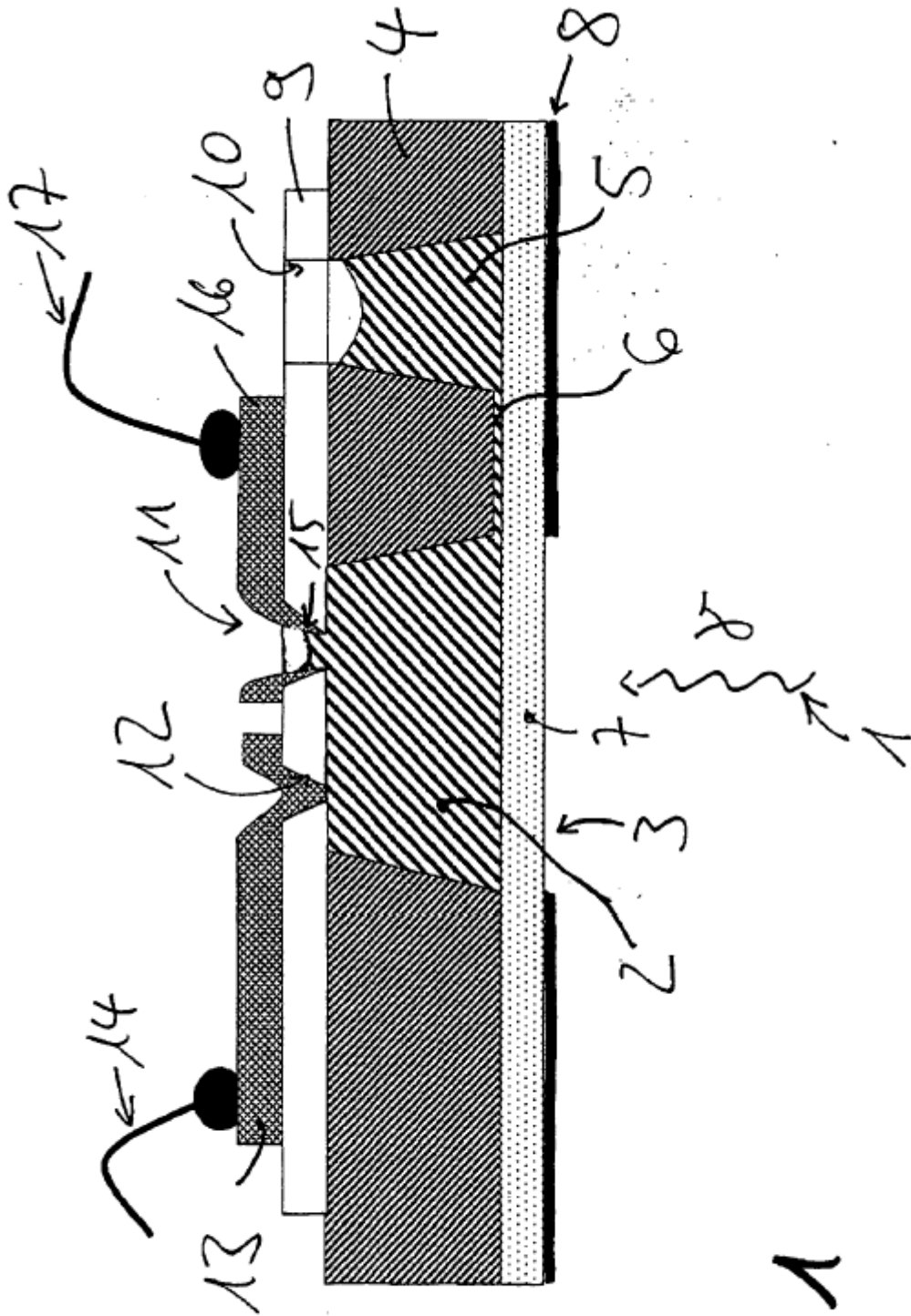


Fig. 1

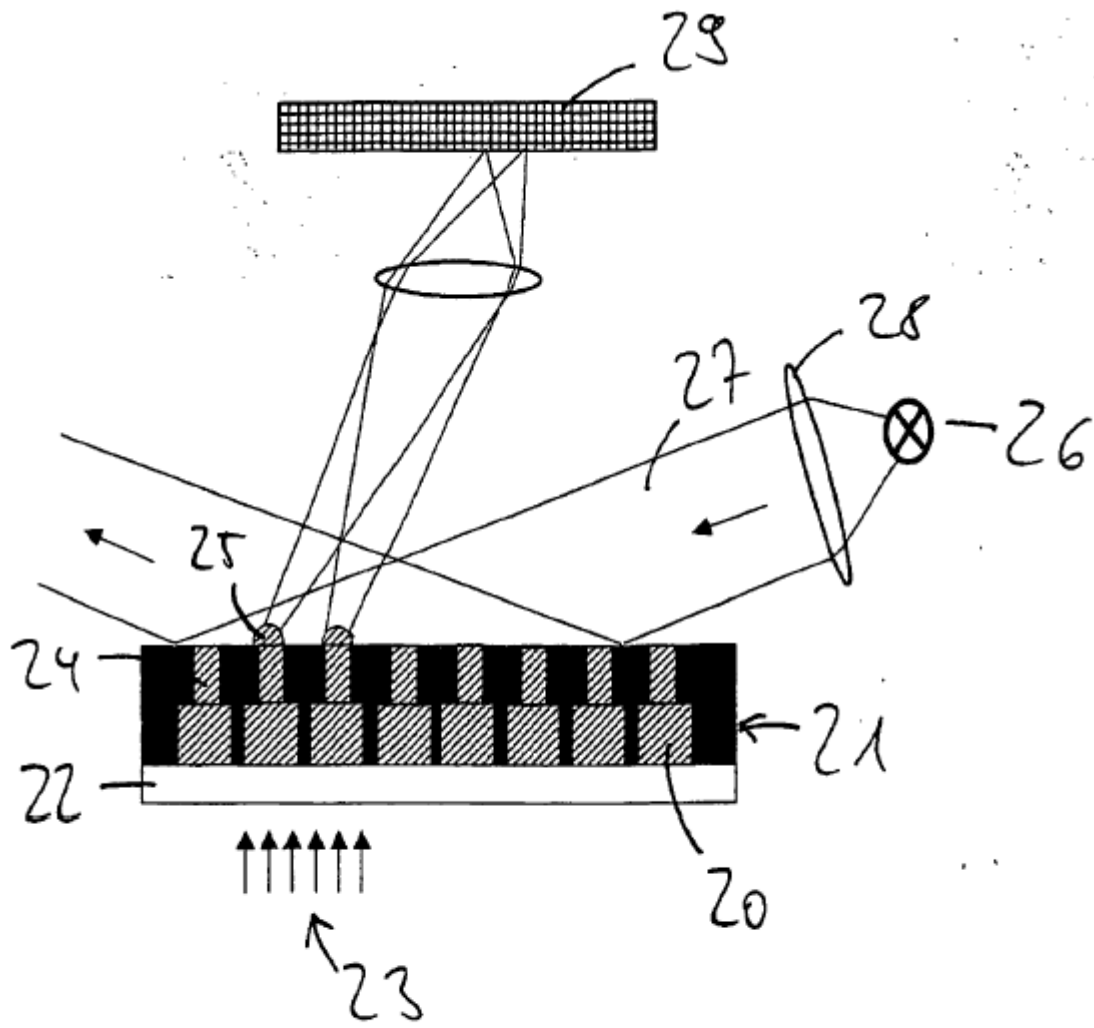


Fig. 2