

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 499**

51 Int. Cl.:

G01N 21/17 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/35 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2009 PCT/EP2009/064227**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.05.2011 WO11050841**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2009 E 09748306 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 2494334**

54 Título: **Dispositivo para mediciones de absorción de radiación y método para calibración del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.05.2020

73 Titular/es:

**OPSIS AB (100.0%)
Box 244
244 02 Furulund, SE**

72 Inventor/es:

**WALLIN, SVANTE y
UNEUS, LEIF**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 760 499 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 para mediciones de absorción de radiación y método para calibración del mismo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a un dispositivo para mediciones de absorción de radiación. Más particularmente, la presente invención se refiere a un dispositivo de medición óptica como se define en la parte introductoria de la reivindicación 1. La presente invención también se refiere a un método para calibrar un dispositivo para mediciones de absorción de radiación.

Antecedentes de la técnica

Los dispositivos de medición óptica se usan comúnmente para mediciones de concentración de sustancias gaseosas. Un número de diferentes técnicas, tales como, por ejemplo, aplicaciones de Espectroscopía de Absorción Óptica Diferencial (DOAS), aplicaciones de espectroscopía de láser ajustable y espectroscopía de transformada de Fourier, y correspondientes dispositivos de medición utilizan absorción de radiación por moléculas de gas para cálculo o estimación de cierta concentración molecular a lo largo de una ruta de radiación, denominada espectroscopía de absorción a la vista. El concepto básico típicamente comprende una fuente de radiación que radia a una radiación electromagnética espectralmente conocida a través de un volumen de gas. Cada especie de molécula de gas en el volumen absorberá la energía fotónica radiada de acuerdo con su propio espectro de absorción único, determinado por las transiciones de energía discretas posibles en las especies moleculares particulares (principalmente dependientes de electrón, estados de energía vibracional y rotacional para los electrones moleculares particulares). Un espectrómetro se usa típicamente para determinación del espectro de la radiación después de posible absorción en el volumen de medición. El espectro medido se compara al espectro conocido de la fuente de radiación y se identifican los espectros de absorción únicos para las especies de gas a lo largo de la ruta de radiación. La concentración de un gas detectado en el volumen de medición se determina por la absorción relativa medida para su espectro de acuerdo con la ley Beer-Lambert. La espectroscopía de absorción para análisis de gas, como se ha descrito anteriormente, se usa en muchas aplicaciones para mediciones de polución de aire, tal como polución de aire general, gases de escape de motores de combustión, emisiones gaseosas de chimeneas, volcanes, etc. Dispositivos de medición comercialmente disponibles para estos fines normalmente comprenden un dispositivo telescópico para transmitir luz de una manera colimada a través de una larga distancia. Esto puede conseguirse colocando una fuente de luz en el punto focal de un espejo cóncavo o una lente para producir un haz de luz sustancialmente paralelo. La recogida de la luz se hace de una forma similar colocando un detector en el punto focal de una lente o un espejo cóncavo.

El documento EP 0 472 637 B1 muestra un dispositivo para mediciones de absorción que puede tanto emitir como recibir luz. El dispositivo está fabricado principalmente para medir gases de polución de aire y por lo tanto a menudo está montado en una chimenea, un tejado y otra localización de exteriores adecuada. El dispositivo tiene una fuente de luz situada centralmente en un tubo. Un espejo cóncavo colima la luz en una dirección hacia delante hacia un espejo situado a una distancia de 10 m a 10 km. El espejo redirige la luz de vuelta en el tubo, donde otro espejo, mayor, colocado detrás del primer espejo cóncavo, enfoca la luz en un detector que mira hacia atrás y situado en la dirección hacia delante en comparación con la fuente de luz. Un elemento de protección móvil se coloca entre la fuente de luz y el detector. Durante la medición, el elemento de protección se coloca para bloquear la radiación directa de la fuente de luz para alcanzar el detector. Sin embargo, el elemento de protección puede plegarse, mientras que al mismo tiempo se coloca un segundo elemento de protección para bloquear la salida hacia delante del tubo, de modo que el detector medirá únicamente radiación directa de la fuente de luz. De esa manera, pueden hacerse las mediciones de referencia de la fuente de luz y pueden hacerse a continuación mediciones de concentración absoluta de especies de gas.

El documento WO90/04761 muestra un dispositivo similar para medición de absorción, también para medir polución de aire. Este dispositivo también está montado en un alojamiento de tubería que tiene una fuente de luz, un espejo cóncavo en la parte trasera que colima la luz de la fuente de luz hacia delante a un espejo reflector dispuesto a una distancia de la fuente de luz. Un segundo espejo se coloca entre la fuente de luz y el espejo cóncavo con su superficie reflectora que se enfrenta hacia el espejo cóncavo. Un detector se coloca entre el segundo espejo y el espejo cóncavo de modo que está en el punto focal del espejo cóncavo para la luz recibida por el dispositivo, mientras que se protege de la fuente de luz por el segundo espejo.

Los dispositivos anteriores para mediciones de polución de aire son piezas ópticas delicadas de equipo situadas en un entorno de exteriores hostil. El entorno hostil implica que los dispositivos a menudo tienen que calibrarse, alinearse y mantenerse. Un espejo puede ensuciarse afectando su espectro reflector. El envejecimiento del detector, espejo y/o lentes puede cambiar el comportamiento espectral del dispositivo. El envejecimiento de la fuente de luz puede alterar el espectro de radiación emitido. Los problemas anteriormente mencionados conducirán a una precisión gradualmente reducida de los resultados de medición, mientras que no afectan necesariamente a la precisión de mediciones consecutivas. Lo último hace el problema difícil de descubrir. Para poder producir no únicamente resultados de medición precisos sino también exactos es necesario el mantenimiento del equipo y la recalibración de sus

características espectrales en una base regular. La localización de los dispositivos de medición en, por ejemplo, chimeneas industriales o tejados hace el mantenimiento difícil, peligroso, consume tiempo y por lo tanto es caro. El documento US 6396056 muestra un dispositivo para medición de absorción con un reflector extraíble para calibración cero.

5

Sumario de la invención

10

Es un objeto de la presente invención, que se define en las reivindicaciones, mejorar el estado actual de la técnica, para resolver los problemas anteriores, y para proporcionar un dispositivo mejorado para mediciones de absorción de radiación electromagnéticas que es más fácil de calibrar para compensar los cambios en el comportamiento espectral del dispositivo. Más particularmente, es un objeto preferido de la presente invención proporcionar un dispositivo mejorado para la medición de polución de aire, tal como polución de aire general, gases de escape de motores de combustión, emisiones gaseosas de chimeneas, volcanes, etc. Estos y otros objetos se consiguen por un dispositivo para mediciones de absorción de radiación, que comprende una fuente de radiación que emite radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el intervalo 0,2 a 20 μm , un detector que detecta dicha radiación electromagnética, cuando está en un modo de medición, al menos una porción de dicha radiación ha pasado a través de un medio y se ha reflejado por una superficie a una distancia de dicha fuente de radiación, antes de alcanzar dicho detector. El dispositivo está caracterizado por que dicho dispositivo comprende adicionalmente una célula de calibración de fluido, que está adaptada para estar dispuesta en la ruta de la radiación electromagnética entre dicha fuente de radiación y dicho detector.

15

20

25

30

Tener una célula de calibración de fluido presente en el dispositivo de medición óptica hace posible recalibrar el dispositivo para ajustar los valores de medición absolutos. Si un espejo se ensucia o degrada por la edad hasta absorber parcialmente una parte espectral de la señal de radiación puede realizarse una recalibración del dispositivo. Usando la célula de calibración llena con fluido que comprende una concentración conocida de una sustancia conocida puede realizarse una calibración de la respuesta espectral absoluta, es decir, la sensibilidad del dispositivo. De esta manera el dispositivo se calibra para determinación precisa de la concentración del fluido. Una ventaja adicional es que puede realizarse una calibración espectral del detector, es decir la precisión espectral del detector usando el espectro de absorción conocido del fluido en la célula de calibración. De esta manera se calibra el dispositivo para determinación precisa de la identidad del fluido.

35

De acuerdo con la invención la célula de calibración de fluido puede moverse automáticamente y adaptarse para estar dispuesta, ya sea en una primera posición, donde pasa dicha radiación a través de dicha célula de calibración de fluido antes de alcanzar dicho detector, o en una segunda posición de modo de medición, donde dicha radiación alcanza dicho detector sin pasar a través de dicha célula de calibración de fluido.

40

Usando una célula de calibración movable puede conseguirse que el dispositivo cambie automáticamente de un modo de medición a un modo de calibración donde la radiación tiene que pasar la célula de calibración para alcanzar el detector. La calibración espectral anteriormente mencionada y la calibración de sensibilidad pueden a continuación hacerse de manera automática y remota, reduciendo o evitando el mantenimiento peligroso y caro del dispositivo.

45

50

De acuerdo con la presente invención el dispositivo comprende adicionalmente un primer elemento reflector que dirige dicha radiación de dicha fuente de radiación a través de dicha célula de calibración de fluido a dicho detector.

El primer elemento reflector reflejará radiación de la fuente de radiación de modo que la radiación no deje el alojamiento del dispositivo de medición. Se prefiere que el primer elemento reflector sea un retro-reflector, para reflejar la radiación 180°. Si la célula de calibración de fluido está presente en la ruta de radiación puede hacerse calibración absoluta del dispositivo con respecto a la sensibilidad y precisión espectral. Si la célula de calibración de fluido no está presente en la ruta de radiación, la radiación de la fuente de radiación alcanzará el detector sin absorción. Lo último proporcionará una calibración de referencia de la fuente de radiación.

55

Se prefiere adicionalmente que dicho primer elemento reflector pueda moverse y adaptarse automáticamente para estar dispuesto, ya sea en una primera posición, en la que dicha radiación de dicha fuente de radiación se dirige a través de dicha célula de calibración de fluido antes de alcanzar dicho detector, o en una segunda posición, en la que dicha radiación de dicha fuente de radiación no alcanza dicho primer elemento reflector.

60

65

La posibilidad de mover el elemento reflector lejos de la ruta de la radiación de la fuente de radiación puede usarse para realizar automáticamente la calibración.

Se prefiere adicionalmente si la célula de calibración de acuerdo con la presente invención puede comprender adicionalmente medios para añadir fluido a dicha célula de calibración de fluido y/o para eliminar fluido de dicha célula de calibración de fluido. Esta característica abre posibilidades para intercambiar fluido de calibración de modo que puede realizarse calibración en diferentes sustancias. La posibilidad de retirar fluido de la célula de calibración puede usarse en el proceso de intercambio cuando se conmuta a otro fluido de calibración, o para hacer mediciones de absorción con una célula de calibración vacía. Una medición de este tipo puede usarse para medir la absorción de la célula de calibración como tal, normalmente alguna clase de vidrio como, por ejemplo, vidrio de cuarzo, o, si se

desprecia la absorción en el material de célula de calibración, para hacer una calibración de referencia de la fuente de radiación.

Se prefiere adicionalmente que la célula de calibración de fluido pueda llenarse con gas que comprende al menos una de las sustancias elegidas a partir del grupo que consiste en Br₂, CHN, Cl₂, ClO₂, CO, CO₂, COCl₂, CS₂, H₂O, H₂S, HBr, HCl, HCN, HF, Hg, HNO₂, N₂O, NH₃, NO, NO₂, NO₃, O₂, O₃, SO₂, SO₃, C₁₀H₈, C₂H₂, C₂H₄, C₂H₄O, C₂H₆, C₂H₆O, C₃H₈, C₆H₃(CH₃)₃, C₆H₄(CH₃)₂, C₆H₅C₂H₅, C₆H₅CH=CH₂, C₆H₅OH, C₆H₆, C₇H₈, CH₂O, CH₃C₂H₄OH, CH₄, CH₄O. El gas o gases para calibración pueden cambiarse automáticamente usando contenedores que almacenan el gas(es) y que tienen medios tales como tuberías y válvulas eléctricas que comunican con la célula de calibración.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el dispositivo puede comprender adicionalmente un elemento colectivo que recopila dicha radiación en dicho detector. El elemento colectivo preferentemente tiene un punto focal, estando localizado dicho detector en dicho punto focal. El elemento colectivo se usa para ampliar la superficie de recogida expuesta a radiación incidente durante las mediciones. La radiación se enfoca en el detector normalmente pequeño para aumentar la señal detectada por el detector. Sin embargo, debería observarse que cuando la fuente de radiación se colima bien, como por ejemplo en el caso de una fuente de radiación láser, el dispositivo podría usarse sin un elemento de recogida. También es factible aumentar la superficie de detector en lugar de usar ópticas de recogida.

El dispositivo de acuerdo con la invención comprende adicionalmente de manera preferente medios de transmisión que transmiten dicha radiación a dicho detector. El medio de transmisión puede ser, por ejemplo, un sistema de uno o más espejos o una fibra óptica usados para transportar la radiación recogida al detector. El detector puede situarse a continuación a una distancia de la ruta de radiación normal.

Se prefiere adicionalmente que el dispositivo de acuerdo con la presente invención comprenda un elemento directivo para dirigir dicha radiación emitida de dicha fuente de radiación. El elemento directivo preferentemente tiene un punto focal, estando localizada dicha fuente de radiación en dicho punto focal, de manera que dicha radiación emitida de dicha fuente de radiación se dirige sustancialmente espacialmente coherente. Cuando se usa una fuente de radiación incandescente, una fuente de radiación de descarga de gas o una fuente de radiación de LED, la radiación se radia en todas las direcciones. Es entonces deseable un elemento directivo que colima la radiación para formar un haz de radiación sustancialmente paralelo es deseable para que pueda recoger la radiación a una larga distancia. El elemento de recogida podría ser una lente o espejo cóncavo o cualquier otro componente óptico que pueda enfocar radiación electromagnética.

De acuerdo con una realización de la invención el dispositivo puede comprender adicionalmente un segundo elemento reflectante dispuesto a una distancia de dicha fuente de radiación de manera que la radiación de dicha fuente de radiación se dirige sustancialmente a 180°. El segundo elemento reflector es preferentemente un retro-reflector. El reflector está situado preferentemente a una distancia de hasta 10 km de la fuente de radiación. La longitud de la ruta de radiación de la fuente de radiación al detector por lo tanto será el doble de la distancia entre la fuente de radiación y el segundo elemento reflector. Una longitud de ruta larga es importante, por ejemplo, cuando se miden bajas concentraciones de una sustancia en un gas objetivo, como es el caso cuando se mide polución de aire.

El detector en el dispositivo incluye preferentemente al menos un elemento elegido a partir del grupo que consiste en un fotodiodo, un espectrómetro, y un tubo foto multiplicador. La fuente de radiación se elige preferentemente a partir del grupo que consiste en una lámpara de xenón, una lámpara LED, un láser, una lámpara de tungsteno y una lámpara de mercurio.

La presente invención se refiere adicionalmente a un método para calibrar un dispositivo para mediciones de absorción de radiación, que comprende las etapas de: emitir radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el intervalo 0,2 a 20 μm, dirigir al menos una porción de dicha radiación electromagnética a través de una célula de calibración de fluido, y detectar dicha radiación electromagnética.

Se prefiere que se haga una calibración de referencia de dicha fuente de radiación cuando se evacúa dicha célula de calibración de fluido.

Se prefiere adicionalmente que el método comprenda las etapas de añadir fluido a dicha célula de calibración de fluido, y/o retirar fluido de dicha célula de calibración de fluido.

El método para calibrar el dispositivo incluye adicionalmente el uso del dispositivo de acuerdo con la descripción anterior.

Debería observarse que el método inventivo puede incorporar cualquiera de las características anteriormente descritas en asociación con el dispositivo inventivo y tiene las mismas ventajas correspondientes.

Un esquema de calibración típico que usa el dispositivo de acuerdo con la presente invención podría en primer lugar ser para introducir el primer elemento reflector, manteniendo la célula de fluido lejos de la ruta de radiación, y haciendo

por lo tanto una calibración de referencia del espectro de emisión de fuente de radiación (I_0) midiendo la intensidad (I) de la luz detectada. En segundo lugar, la célula de calibración, llena con un gas de calibración, se introduce en la ruta de radiación, estando aún en su lugar el primer elemento reflector como en la primera etapa. Un espectro (I_1') de la radiación se mide con absorción del gas de calibración y posiblemente también a una pequeña absorción por el material de célula de calibración, más preferentemente vidrio de alguna clase, preferentemente vidrio de cuarzo. En tercer lugar, el gas se evacúa de la célula de calibración que permite mediciones del espectro de radiación (I_0') únicamente sometidas a la absorción por la célula de calibración en solitario. La intensidad transmitida verdadera del espectro de gas de calibración puede calcularse como $I_1 = I_1' + (I_0 - I_0')$. De acuerdo con la ley Beer-Lambert la absorción puede calcularse como sigue: $A = \ln(I_0/I_1) = \epsilon \cdot L \cdot c$, donde ϵ es la sección transversal de absorción de las especies, L es la longitud de absorción y c es la concentración de las especies. Teniendo una concentración conocida del gas en la célula de calibración de fluido, puede calcularse de esta manera la sección transversal de absorción.

Breve descripción de los dibujos

Los objetos anteriores, así como objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se apreciarán más completamente por referencia a la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitante de las realizaciones preferidas de la presente invención, cuando se toman en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un dibujo esquemático de una realización preferida de la presente invención;

La Figura 2a es un perfil en sección transversal de la luz transmitida del dispositivo en la Figura 1;

La Figura 2b es un perfil en sección transversal de la luz detectada;

La Figura 3a es un dibujo esquemático de la célula de calibración de fluido movable y el elemento reflector movable de las Figuras 1, 4 y 5, donde únicamente se introduce el elemento reflector en la ruta de radiación;

La Figura 3b es un dibujo esquemático de la célula de calibración de fluido movable y el elemento reflector movable de las Figuras 1, 4 y 5, donde tanto el elemento reflector como la célula de calibración de fluido se introducen en la ruta de radiación;

La Figura 3c es un dibujo esquemático de la célula de calibración de fluido movable y el elemento reflector movable de las Figuras 1, 4 y 5, donde ninguno del elemento reflector ni la célula de calibración de fluido se introducen en la ruta de radiación;

La Figura 4 es un dibujo esquemático de una primera realización alternativa de la presente invención, donde la célula de calibración de fluido y el elemento reflector se colocan a una posición diferente en comparación con la Figura 1; y

La Figura 5 es un dibujo esquemático de una segunda realización alternativa de la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

La Figura 1 muestra una realización preferida de un dispositivo para mediciones de absorción de radiación de acuerdo con la presente invención. El dispositivo está construido en un banco 1 óptico sólido. Un elemento 3 directivo, en forma de un espejo cóncavo grande, se coloca en la parte trasera (izquierda) del banco 1 óptico, para dirigir radiación de la fuente 4 de radiación. La fuente 4 de radiación se coloca en el punto focal del elemento 3 directivo de modo que la radiación de la fuente 4 de radiación después del reflejo por el elemento 3 directivo se dirigirá sustancialmente de manera espacial coherente como un haz paralelo de radiación. Un segundo elemento 5 reflectante se coloca a una distancia de hasta 10 km de la fuente de radiación. El segundo elemento 5 reflector es un retro-reflector, un componente óptico diseñado para reflejar radiación incidente sustancialmente a 180° con poca o ninguna influencia del ángulo incidente de la radiación incidente. Un elemento 6 colectivo en forma de un espejo cóncavo se coloca delante (a la derecha de) del elemento 3 directivo. Un medio 7 de transmisión se coloca en el punto focal del elemento 6 colectivo para conducir la radiación a un detector 2, por ejemplo un espectrómetro. El medio 7 de transmisión es preferentemente una fibra óptica, pero podría ser también una disposición de espejo o cualquier otra disposición de transmisión para dirigir la radiación al detector 2. Una célula 8 de calibración de fluido movable se coloca delante de (a la derecha de) la fuente 4 de radiación. En esta realización, la célula 8 de calibración de fluido es una célula cilíndrica que tiene un orificio en el medio. La célula 8 de calibración de fluido es pivotante alrededor de una bisagra 9 (véase la Figura 3a) y está en la Figura 1 plegada hacia abajo para no perturbar la ruta de radiación del dispositivo de medición. Adyacente a la célula 8 de calibración de fluido se encuentra un primer elemento 10 reflector que también está articulado de manera pivotante en una bisagra 11 (véase la Figura 3c) y plegado hacia abajo en la Figura 1 para no perturbar la ruta de radiación.

La Figura 1 tiene adicionalmente una ampliación de la célula 8 de calibración de fluido y el primer elemento 10 reflector. En la realización mostrada en la Figura 4 se prefiere, usar una célula 8 de calibración de fluido con forma de anillo, puesto que la protección de la fibra 7 óptica y el elemento 6 colectivo genera un perfil de radiación transmitido con forma de anillo. Sin embargo, es posible, en una realización como se muestra en la Figura 1, usar una célula de calibración de fluido que tiene forma de cilindro sin un orificio en la parte central del cilindro o conformada básicamente en cualquier forma. La célula 8 de calibración de fluido está fabricada preferentemente de un material que es transparente a las longitudes de onda que se emiten de la fuente de radiación y que son de interés para la medición. Vidrio, preferentemente vidrio de cuarzo de buena calidad, es un ejemplo de un material de este tipo. La célula 8 de calibración de fluido está preferentemente equipada con un medio para introducir y retirar fluido (no mostrado) a y desde la célula 8 de calibración de fluido. Sin embargo, la célula 8 podría pre llenarse también con un gas,

preferentemente el gas de interés para la medición de concentración de gas. El primer elemento 10 reflector puede ser un conjunto auto-reflectante fabricado de una pluralidad de espejos retro-reflectantes, un espejo plano, un espejo ligeramente cóncavo, o un espejo ligeramente convexo, dependiendo de cómo se recoja la radiación en el dispositivo. En la realización de la Figura 1 y la Figura 4, el primer elemento 10 reflector está enfocando ligeramente de manera preferentemente, por ejemplo, un espejo cóncavo y en la realización de la Figura 5, el primer elemento 10 reflector es preferentemente plano o ligeramente convexo. El primer elemento 10 reflector puede ser también con forma de anillo por las mismas razones que para la célula 8 de calibración de fluido.

La Figura 2a muestra un perfil 12 de radiación transmitido del dispositivo de la Figura 1. En la Figura 1 puede observarse que el conjunto de fibra óptica bloquea la radiación de la fuente 4 de radiación de modo que no alcanza el elemento 6 colectivo. Esto conduce a un orificio en el perfil de radiación transmitido, presentando un perfil con forma de anillo.

La Figura 2b muestra el perfil 13 de radiación recibido de la radiación como se refleja por el elemento 6 colectivo en la Figura 1.

La Figura 3a muestra la célula 8 de calibración de fluido, pivotante alrededor de la bisagra 9, en una posición plegada hacia abajo. El primer elemento 10 reflector, pivotante alrededor de la bisagra 11, está en la posición vertical, es decir introducido en la ruta de radiación del dispositivo de acuerdo con la Figura 1. El primer elemento 10 reflector reflejará la radiación de la fuente 4 de radiación de modo que no deja el dispositivo de medición. En su lugar la radiación se reflejará de vuelta al elemento 6 colectivo y se enfocará en el detector 2 mediante la fibra 7 óptica. La radiación recogida por el detector 2 por lo tanto no será sometida a absorción por fluidos, tal como, por ejemplo, gases de polución, fuera del dispositivo de calibración. En la Figura 3b, tanto la célula 8 de calibración de fluido, como el primer elemento 10 reflector están en sus posiciones verticales, es decir introducidos en la ruta de radiación del dispositivo de acuerdo con la Figura 1. La radiación de la fuente 4 de radiación se reflejará por lo tanto de la misma manera que en la Figura 3a, situándose la adición de la célula 8 de calibración de fluido en la ruta de radiación de modo que la radiación pasará la célula 8 dos veces. En la Figura 3c tanto la célula 8 de calibración de fluido como el primer elemento 10 reflector están en su posición plegados hacia abajo para no afectar la ruta de medición de radiación. Con referencia a ambas Figuras 1 y 3c la radiación de la fuente 4 de radiación por lo tanto se dirige mediante el elemento 3 directivo al segundo elemento 5 reflector distante, donde la radiación se refleja de vuelta al elemento 6 colectivo, donde se enfoca en el medio 7 de transmisión, que conduce la radiación al detector 2.

La Figura 4 muestra una realización alternativa de la presente invención. La realización es similar a la mostrada en la Figura 1 con la excepción de que la célula 8 de calibración de fluido y el primer elemento 10 reflector están dispuestos entre la fuente 4 de radiación y la fibra 7 óptica, cerca de la fuente de radiación. Debido a la forma de anillo de la célula 8 de calibración de fluido y el primer elemento 10 reflector, la fuente de luz puede emitir luz al elemento 3 directivo mediante los orificios en la célula 8 de calibración de fluido y el primer elemento 10 reflector, también cuando estos elementos están en su posición vertical. El elemento 3 directivo dirigirá la radiación en el primer elemento 10 reflector y el primer elemento 10 reflector reflejará la radiación en el elemento 6 colectivo, el elemento 7 de transmisión y por lo tanto en el detector 2. Cuando el dispositivo está en modo de medición, la célula 8 de calibración de fluido y el primer elemento de reflexión se pliegan hacia abajo para no perturbar la ruta de radiación en la medición.

La Figura 5 muestra una segunda realización alternativa de la invención donde la radiación de una fuente de radiación 16 se conduce al dispositivo mediante un segundo medio 14 de transmisión. El segundo medio 14 de transmisión es preferentemente una fibra óptica, pero podría ser también una disposición de espejo. Un elemento 15 directivo, en esta realización una lente de colimación se coloca en una localización apropiada en relación con la fibra para colimar la radiación de la fibra óptica en la dirección del segundo elemento 5 reflector distante. Un elemento 6 colectivo está dispuesto en la parte trasera del banco 1 óptico para recoger la luz en el detector 2 mediante el medio 7 de transmisión de la misma manera que en las realizaciones de las Figuras 1 y 4. Sin embargo, el elemento 6 colectivo puede hacerse mayor, debido a la ausencia del elemento 3 directivo de las realizaciones de las Figuras 1 y 4.

Debería observarse que son posibles un número de otras posibles realizaciones para emisión y recogida de la radiación de acuerdo con la presente invención. El elemento 3, 15 directivo podría estar dispuesto en otras posiciones y podría haber ópticas focales como espejos cóncavos, lentes, etc. También el elemento 6 colectivo podría ser una lente de enfoque en lugar de un espejo de recogida. El elemento 6 colectivo podría despreciarse también si el detector 2 y/o el elemento de transmisión tienen un área superficial grande; si el detector 2 es muy sensible; si la radiación recogida es muy intensa; o si la radiación recogida está muy colimada como es posible con, por ejemplo, radiación láser.

La calibración del dispositivo de acuerdo con la invención se describirá ahora con referencia a las Figuras 1, 4, 5 y las Figuras 3a a 3c. Después de un tiempo predeterminado o si los valores de medición indican una posible perturbación en la precisión de las mediciones, el dispositivo puede iniciar automáticamente una secuencia de calibración. El dispositivo elevará a continuación el primer elemento 10 reflector (Figura 3a), usando preferentemente un motor a pasos eléctrico, para reflejar la radiación de la fuente 4 de radiación de vuelta al detector 2. Para evitar la perturbación de sustancias en el medio ambiente en caso de grandes concentraciones de las mismas en la atmósfera ambiental, el alojamiento de dispositivo (no mostrado) puede evacuarse opcionalmente con unas especies de gas sin absorción

5 en el intervalo espectral de interés y puede establecerse una pequeña sobrepresión para mantener fuera gases fuera del alojamiento del dispositivo. Puede registrarse a continuación una calibración de los valores espectrales absolutos (I_0) de la fuente de radiación que incluye la función del dispositivo puesto que todos los componentes ópticos normalmente usados en el dispositivo de medición también se usan en la medición de calibración. El espectro de transmisión medido (I_0) se graba y puede usarse en etapas de calibración posteriores y en las mediciones de concentración absolutas reales. A continuación la célula 8 de calibración de fluido se eleva a su posición vertical (Figura 3b), preferentemente mediante el uso de un segundo motor a pasos eléctrico, mientras se mantiene el primer elemento reflector en su posición vertical. Si la absorción del material de célula de calibración no es despreciable se registra un espectro de la transmisión a través de la célula (I_0') usando una célula 8 de calibración de fluido evacuado o que está llena con una especie que no absorbe en el intervalo espectral de interés. La célula 8 de calibración de fluido se llena a continuación con una concentración conocida de gas de calibración y se registra un espectro de la transmisión (I_1'). La transmisión a través de la célula de calibración puede calcularse por $I_1 = I_1' + (I_0 - I_0')$. Esto puede repetirse para todas las especies de interés. Si la absorción de la célula de calibración de fluido material se encuentra despreciable, es decir $I_0 = I_0'$, y únicamente una especie es de interés en las mediciones de concentración, puede usarse una célula de calibración pre llenada, que tiene una concentración conocida. La sección transversal de absorción para cada especie de calibración puede calcularse a continuación de acuerdo con la ley Beer-Lambert.

20 Cuando está completada la secuencia de calibración se pliega hacia abajo la célula 8 de calibración de fluido y el primer elemento 10 reflector para no perturbar la ruta de radiación durante mediciones reales (Figura 3c). La sección transversal previamente calculada se usa para calcular la concentración de gases en una ruta de medición midiendo la absorción en la ruta de medición y usando la ley Beer-Lambert con el valor calibrado de sección transversal de absorción para cada especie de interés.

25 Debería observarse también que puede hacerse una calibración espectral del detector 2, comúnmente un espectrómetro, usando un gas conocido de calibración o gases conocidos. También esta calibración puede automatizarse y planificarse por supuesto puesto que la célula de calibración de fluido siempre está presente en el dispositivo de medición.

30 Se entiende que se contemplan otras variaciones en la presente invención y en algunos casos, algunas características de la invención pueden emplearse sin un uso correspondiente de otras características. Por consiguiente, es apropiado que las reivindicaciones adjuntas se interpreten ampliamente de una manera consistente con el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para mediciones de absorción de radiación, que comprende,
 5 una fuente (4, 16) de radiación que emite radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el intervalo 0,2 μm -20 μm ,
 un detector (2) que detecta dicha radiación electromagnética, cuando en un modo de medición al menos una porción
 de dicha radiación ha pasado a través de un medio y se ha reflejado por una superficie (5) a una distancia de dicha
 fuente (4, 16) de radiación, antes de alcanzar dicho detector (2),
 dicho dispositivo comprende adicionalmente una célula (8) de calibración de fluido, que está adaptada para estar
 10 dispuesta en la ruta de la radiación electromagnética entre dicha fuente (4, 16) de radiación y dicho detector (2), en el
 que
 dicha célula (8) de calibración de fluido es movable automáticamente y está adaptada para estar dispuesta,
 en una primera posición, en la que dicha célula (8) de calibración de fluido se introduce en la ruta de la radiación
 electromagnética de manera que dicha radiación pasa a través de dicha célula (8) de calibración de fluido antes de
 15 alcanzar dicho detector (2), o
 en una segunda, posición de modo de medición, en la que dicha célula (8) de calibración de fluido no afecta la ruta de
 la radiación electromagnética de manera que dicha radiación alcanza dicho detector (2) sin pasar a través de dicha
 célula (8) de calibración de fluido,
 caracterizado por que
 20 dicho dispositivo comprender adicionalmente un primer elemento (10) reflector, en el que
 dicho primer elemento (10) reflector es movable automáticamente y está adaptado para estar dispuesto,
 en una primera posición, en la que dicho primer elemento (10) reflector se introduce en la ruta de la radiación
 electromagnética de manera que dicha radiación de dicha fuente (4, 16) de radiación alcanza dicho primer elemento
 (10) reflector, evitando de esta manera que dicha radiación alcance dicha superficie (5) y en el que dicha radiación se
 25 dirige a través de dicha célula (8) de calibración de fluido cuando está en dicha primera posición antes de alcanzar
 dicho detector (2), o
 en una segunda posición, en la que dicho primer elemento (10) reflector no afecta la ruta de la radiación
 electromagnética de manera que dicha radiación de dicha fuente (4, 16) de radiación no alcanza dicho primer elemento
 (10) reflector.
 30
2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios para añadir fluido a dicha
 célula (8) de calibración de fluido y/o para eliminar fluido de dicha célula (8) de calibración de fluido.
3. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende adicionalmente un
 35 elemento (6) colectivo que recoge dicha radiación en dicho detector (2).
4. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dicho elemento (6) colectivo
 tiene un punto focal, estando localizado dicho detector (2) en dicho punto focal.
- 40 5. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende adicionalmente medios
 (7) de transmisión que transmiten dicha radiación a dicho detector (2).
6. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende adicionalmente un
 45 elemento (3, 15) directivo para dirigir dicha radiación emitida de dicha fuente (4, 16) de radiación.
7. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho elemento (3, 15) directivo tiene un punto focal,
 estando dicha fuente (4, 16) de radiación localizada en dicho punto focal, de manera que dicha radiación emitida de
 dicha fuente (4, 16) de radiación se dirige de manera sustancial espacialmente coherente.
- 50 8. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende adicionalmente un
 segundo elemento (5) reflectante dispuesto a una distancia de dicha fuente (4, 16) de radiación de manera que la
 radiación de dicha fuente (4, 16) de radiación se redirige sustancialmente 180°.
9. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho segundo elemento (5) reflector es un retro-reflector.
- 55 10. Un método para calibrar un dispositivo para mediciones de absorción de radiación, que comprende las etapas de:
 emitir radiación electromagnética que tiene una longitud de onda en el intervalo 0,2 a 20 μm ,
 60 dirigir al menos una porción de dicha radiación electromagnética a un detector (2), moviendo automáticamente y
 disponiendo un primer elemento (10) reflector en la ruta de la radiación electromagnética de manera que dicha
 porción de dicha radiación electromagnética se refleja por dicho primer elemento (10) reflector en dicho detector
 (2),
 detectar por dicho detector (2) dicha radiación electromagnética,
 65 dirigir al menos una porción de dicha radiación electromagnética a través de una célula (8) de calibración de fluido,
 moviendo y disponiendo automáticamente dicha célula (8) de fluido en la ruta de la radiación electromagnética de
 manera que dicha porción de dicha radiación electromagnética pasa a través de dicha célula (8) de calibración de

fluido, y
detectar por dicho detector (2) dicha radiación electromagnética.

5 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que se hace una calibración de referencia de dicha fuente de radiación cuando se evacúa dicha célula (8) de calibración de fluido.

10 12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, que comprende adicionalmente las etapas de
añadir fluido a dicha célula (8) de calibración de fluido, y/o retirar fluido de dicha célula (8) de calibración de fluido.

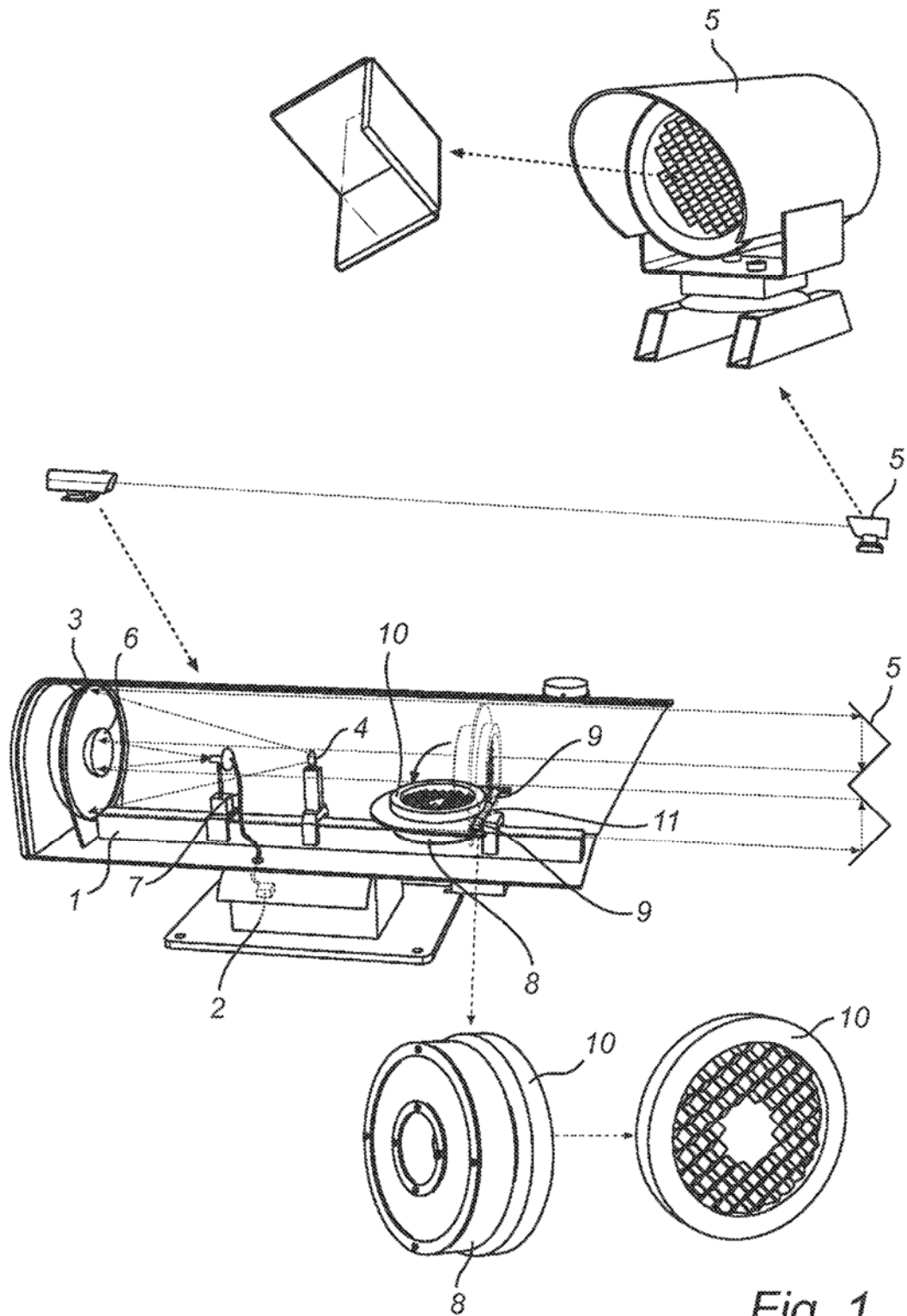


Fig. 1

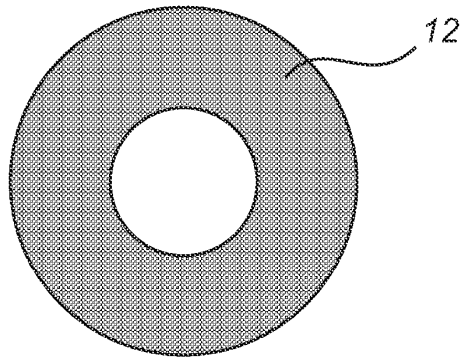


Fig. 2a

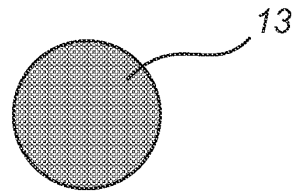


Fig. 2b

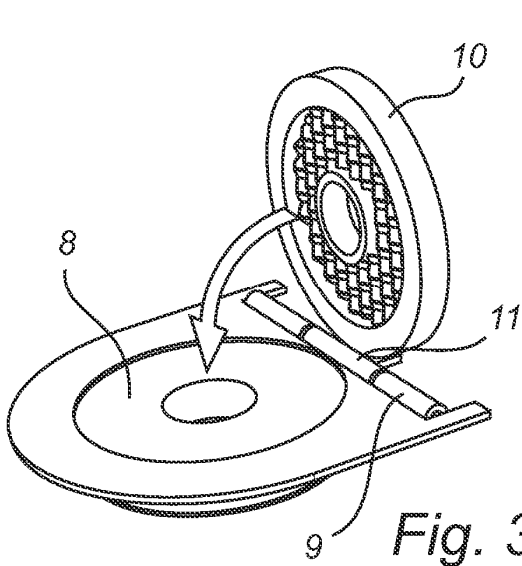


Fig. 3a

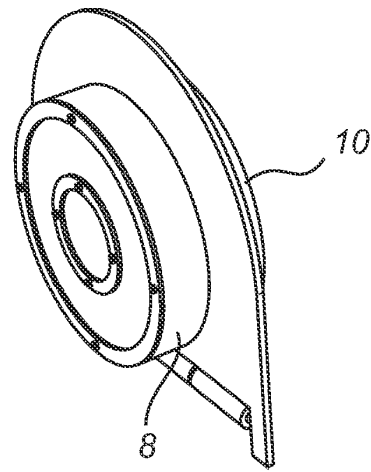


Fig. 3b

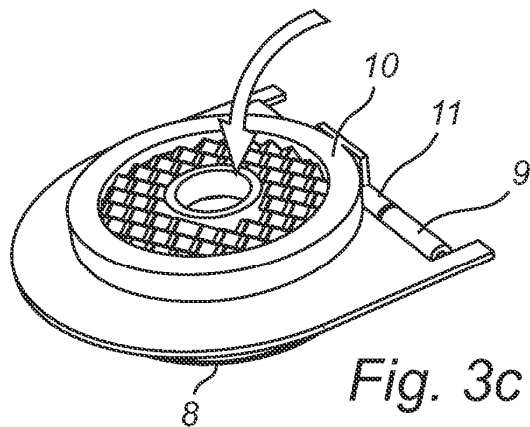


Fig. 3c

