

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 413**

51 Int. Cl.:

G01N 21/3504 (2014.01)

G01J 3/02 (2006.01)

G01J 3/42 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2009 E 09796360 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016 EP 2380005**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la medición de la concentración de sustancias en medios gaseosos o fluidos por espectroscopía óptica mediante fuentes de luz de banda ancha**

30 Prioridad:

22.12.2008 DE 102008064173

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

04.04.2016

73 Titular/es:

**BLUEPOINT MEDICAL GMBH & CO. KG (100.0%)
An der Trave 15
23923 Selmsdorf, DE**

72 Inventor/es:

**DEGNER, MARTIN;
EWALD, HARTMUT;
DAMASCHKE, NILS y
LEWIS, ELFRED**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 565 413 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la medición de la concentración de sustancias en medios gaseosos o fluidos por espectroscopía óptica mediante fuentes de luz de banda ancha

5 La invención hace referencia a un procedimiento para la determinación de la concentración de sustancias en medios gaseosos o fluidos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un dispositivo para la determinación de concentraciones de sustancias en medios gaseosos o fluidos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 2.

10 El dispositivo sirve, entre otros, para la medición de monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃) así como componentes en medios fluidos y semejantes, para motores de combustión interna, especialmente en la supervisión en línea de motores diésel, en la técnica de medición del medio ambiente, en la técnica médica, por ejemplo, para la medición del aire respirado y semejantes.

15 Para la medición de concentraciones de sustancias se conocen mediciones espectroscópicas con ayuda de fuentes de luz de banda ancha y receptores selectivos espectralmente como, por ejemplo, espectrómetros o fotorreceptores filtrados. Aparte de esto, es habitual conducir fuentes selectivas espectralmente como, por ejemplo, láseres o fuentes de luz de banda ancha, por un tramo de medición a receptores filtrados o no filtrados, para caracterizar de esta forma, por ejemplo, gases y líquidos. Una deducción lógica de esto es el empleo de fuentes de luz LED selectivas espectralmente de todos modos con y sin filtro óptico. En este caso, los LED se entienden como fuentes de luz de banda ancha, puesto que a diferencia de fuentes de luz lineales (por ejemplo, láseres) emiten un espectro de frecuencia comparativamente ancho. El empleo de ópticas de guía de luz, por ejemplo, guíaondas de luz, para el desacoplamiento mecánico y térmico o para la separación espacial de lugar de medición y unidad de emisión/recepción se conoce igualmente en la tecnología de sensores.

25 El principio de medición fundamental de la espectroscopía óptica se basa en la medición de extinción de la luz, la cual ha recorrido una célula de medición. La conclusión de una concentración molar definida en la célula de medición es, así, solo un procedimiento indirecto. La seguridad de medición puede alcanzarse por el empleo adicional de las denominadas longitudes de onda de referencia, aprovechándose la característica espectral de la sustancia que va a medirse. Estas declaraciones dan como resultado, por ejemplo, una estructura de medición que está representada en la Figura 5 en el artículo de M. Degner y H. Ewald "Low cost sensor for online detection of harmful diesel combustion gases in UV-VIS region" [SPIE Photonics Europe 2006, Photonics in the Automobile II, ISBN 0-8194-6254-3, FR Strasbourg, 04/2006]. Además de fuentes de banda ancha, en la espectroscopía para altas resoluciones se utilizan muchas más fuentes de láser frecuentes que pueden sintonizarse. A este respecto, se escanea mediante la línea de láser una banda de absorción de la sustancia solicitada. Simplificadamente, la intensidad de la luz recibida está vista fuera de la banda de absorción, a este respecto, como referencia a la intensidad en el lugar de la banda de absorción, puesto que en el área de la banda de absorción se debilita la intensidad de luz.

40 En este caso, resulta desventajoso que se puedan lograr, en efecto, altas resoluciones de concentración con ayuda de la denominada espectroscopía láser. Sin embargo, el número de las sustancias que van a detectarse es limitado por la existencia de una fuente de láser adecuada en las correspondientes longitudes de onda de interacción de sustancia. Además, estas disposiciones a menudo son muy caras, poco robustas y, por lo tanto, no aptas para aplicaciones de masas en la tecnología de sensores.

45 El empleo de fuentes de luz de banda ancha en combinación con espectrómetros da como resultado igualmente configuraciones de medición costosas y además no muy sensibles. En este caso, todo el espectro de la fuente de luz de banda ancha se compara con el espectro tras el paso por la célula de medición. Las fuentes de luz de banda ancha filtradas y especialmente los LED son, en cambio, una alternativa más bien económica. El problema general de las disposiciones con fuentes de luz de banda ancha es la fluctuación espectral y temporal de la intensidad de luz o característica de irradiación, por la cual se limita considerablemente la resolución y, sobre todo, la precisión máxima alcanzable. Aparte, por la densidad de potencia óptica espectral limitada (a excepción de algunos LED muy especiales) son necesarios elevados tiempos de medición para lograr resoluciones tan altas.

55 Por "Monitoring of Environmentally Hazardous Exhaust Emissions from Cars Using Optical Fibre Sensors", Elfed Lewis *et al.*, 21 de julio de 2008, Embedded Computer Systems: Architecture, Modeling and Simulation; [Lecture Notes in Computer Science], páginas 238 a 247, Springer Verlag, ISBN:9783540705499 se conocen ya un procedimiento y un dispositivo del tipo mencionado al principio para la determinación de la concentración de sustancias en medios gaseosos o fluidos mediante espectroscopía de absorción óptica así como un procedimiento y un dispositivo para la medición de temperatura. En el último, una fuente de luz de banda ancha está unida por un guíaondas de luz a un sensor FBG, mientras que un filtro de Fabry-Pérot que puede ajustarse está unido a un sensor FBG de referencia para la determinación del desplazamiento de la longitud de onda de Bragg. Ambos guíaondas de luz están acoplados entre sí ahí mediante un acoplador de fibra de 2 x 2.

65 Por eso, la invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento económico, de alta resolución y simultáneamente de rápida espectroscopía así como un dispositivo para la medición de concentraciones de

sustancias en medios gaseosos o fluidos, el cual o los cuales son robustos frente a influencias externas.

La solución para este objetivo se consigue de acuerdo con los rasgos caracterizadores de la reivindicación de procedimiento por que la característica de irradiación fluctuante temporal y localmente de las fuentes de luz de banda ancha homogeneiza por acopladores de modo en los guíaondas de luz y, de esta manera, se eliminan las influencias de la característica de irradiación de las fuentes de luz de banda ancha y la ponderación de modo de los componentes ópticos. La solución para el objetivo se consigue de acuerdo con los rasgos caracterizadores de la reivindicación de dispositivo por un acoplador de modo en la trayectoria de luz para la homogeneización de la característica de irradiación fluctuante temporal y localmente de las fuentes de luz de banda ancha.

A este respecto, estos acopladores de modo deberían estar diseñados de manera que presenten una atenuación o dispersión lo menor posible. A este respecto, se utilizan típicamente fuentes de luz de banda ancha económicas selectivas espectralmente cuya luz se acopla por una guía de luz en el tramo de medición y se analiza de manera selectiva y espectral.

Un problema en las divisiones de haz conocidas para la espectroscopía es que ambas corrientes parciales no pueden mantenerse estables entre sí con suficiente precisión. Esto se lleva a cabo por la fluctuación local variable temporalmente de la intensidad emitida de la luz. A este respecto, la división momentánea de la luz depende de la característica de irradiación momentánea no homogénea variable temporalmente de las fuentes de luz de banda ancha. De acuerdo con la invención, la homogeneización de la característica de irradiación se realiza por el uso del acoplador de modo. La división posterior de la luz ya no depende, por lo tanto, de la distribución de intensidad fluctuante de la fuente de luz. La luz irradiada "olvida", en cierto sentido, de dónde viene. En principio, pueden utilizarse para esto placas de dispersión (vidrio opalino, difusor), contando, sin embargo, con una notable pérdida de intensidad. De acuerdo con la invención, el acoplamiento de modo por los acopladores de modo se efectúa en las ópticas de guía de luz o trayectorias de luz. Para esto son apropiados guíaondas de luz, puesto que pueden integrarse en estos acopladores de modo. Para esto hay distintas posibilidades de realización como, por ejemplo, aprovechamiento de fibras muy largas, guíaondas fusiformes, acopladores curvados de varias dimensiones y semejantes. Con los acopladores de modo se usa un elemento constructivo óptico eficiente para la homogeneización de la característica de irradiación.

De acuerdo con la invención, las fluctuaciones temporales que quedan de las fuentes de luz de banda ancha selectivas espectralmente, especialmente LED, se compensan con ayuda de una disposición de referencia adecuada, es decir, las magnitudes de perturbación debidas a la disposición de medición y el ambiente se compensan en relación con la magnitud del objetivo. Por lo tanto, la seguridad de señal de medición es fundamentalmente mayor y especialmente con ello se alcanzan altas precisiones de medición/resoluciones.

Por el empleo del acoplador de modo, llevado a cabo, por ejemplo, como acoplador anular, y el acoplador de fibra para el reparto de la luz se posibilita una referenciación independiente de fuentes, robusta y, por lo tanto, exacta para medir, por ejemplo, concentraciones de gas de menos de 1 ppm en una longitud de absorción de menos centímetros en un tiempo de medición de menos milisegundos.

Como un caso de aplicación del procedimiento anteriormente descrito para la referenciación y para la realización de sensores espectroscópicos económicos y de alta precisión, se menciona, en este caso, el sensor de gases de escape para procesos o motores de combustión interna sobre la base del LED UV nuevo. Este sensor también es adecuado y está probado constructivamente para el empleo en ambientes extremadamente más rigurosos como, por ejemplo, el canal de gases de escape de un automóvil (entre otros, altas temperaturas, vibraciones, medios agresivos químicamente).

El dispositivo de acuerdo con la invención para la medición de concentraciones de sustancias en medios gaseosos o fluidos está explicado con más detalle a continuación mediante las formas de realización representadas en los dibujos. Muestra:

Fig. 1 una representación básica de la forma de realización de acuerdo con la invención.

La forma de realización representada en la Fig. 1 de un dispositivo para la medición de concentraciones de sustancias en medios comprende 1 ... n fuentes de luz 1 de banda ancha selectivas espectralmente, por ejemplo, LED, que llevan por guíaondas de luz 2 un primer acoplador de fibra 3, se mezclan ahí y se acoplan en una trayectoria de luz. Un guíaondas de luz 4 conectado al primer acoplador 3 está llevado por un acoplador de modo 5 a un segundo acoplador de fibra 6 (por ejemplo, 75/25). De este salen otros dos guíaondas de luz 7 y 8, de los cuales el guíaondas de luz 7 está guiado por un acoplador de modo 9 a una célula de medición 10 que contiene el medio que va a medirse, después a un primer fotorreceptor 11, a un convertidor A/D 12 y luego a un ordenador 13, por ejemplo, un microordenador o un DSP. El otro guíaondas de luz 8 guía la fuente de luz por un acoplador de modo 14 a un segundo fotorreceptor 15, a un convertidor A/D 16 y luego al ordenador anteriormente mencionado. Por el procesamiento de señales adecuado, por ejemplo, referenciación por comparación de ambos canales de recepción, se posibilita una referenciación de fibra óptica. Por lo tanto, puede realizarse una medición de concentración muy precisa de las sustancias que se encuentran en el tramo de medición de la célula de medición 10. El control

electrónico de las fuentes de luz selectivas espectralmente se realiza por el ordenador anteriormente mencionado vía cable de control 18, lo cual resulta favorable para el control y alojamiento de señal síncronos o altas tasas de medición.

5 De acuerdo con la invención, la homogeneización de la característica de irradiación de las 1 ... n fuentes de luz 1 selectivas espectralmente se realiza por el uso de los acopladores de modo 5, 9, 14. La división posterior de la luz ya no depende, por lo tanto, de la distribución de intensidad fluctuante de las fuentes de luz 1. La luz irradiada "olvida", en cierto sentido, de dónde viene. A este respecto, el acoplamiento de modo se utiliza, en este caso, por los acopladores de modo 5, 9, 14 en los guiasondas de luz 2, 4, 7, 8 ópticos. Para esto hay distintas posibilidades de
10 realización como, por ejemplo, aprovechamiento de fibras muy largas, guiasondas fusiformes, acopladores curvados de varias dimensiones y semejantes. Con los acopladores de modo 5, 9, 14 se usa un elemento constructivo óptico eficiente para la homogeneización de la característica de irradiación.

15 Las fluctuaciones de las 1 ... n fuentes de luz 1 de banda ancha filtradas selectivas espectralmente, especialmente LED, se compensan en el ordenador 13 con ayuda de la disposición de referencia, que consta de la trayectoria de luz del guiasondas de luz 8, con acoplador de modo 14 y el segundo fotorreceptor 15 así como el convertidor A/D 16 asociado con el correspondiente procesamiento de señal. Por lo tanto, se suprimen las magnitudes de perturbación debidas a la disposición de medición y el ambiente en relación con la magnitud del objetivo. Por eso, la seguridad de
20 señal de medición es fundamentalmente mayor y especialmente con ello se alcanzan altas precisiones de medición/resoluciones. Por el empleo del acoplador de modo 5, 9, 14, llevado a cabo, por ejemplo, como acoplador anular, y el acoplador de fibra 3, 6 para el reparto de la luz se posibilita una referenciación independiente de fuentes, robusta y, por lo tanto, exacta para medir, por ejemplo, concentraciones de gas de menos de 1 ppm en una longitud de absorción de menos centímetros en un tiempo de medición de menos milisegundos.

25 Como un caso de aplicación del procedimiento anteriormente tratado para la referenciación y para la realización de sensores espectroscópicos económicos y de alta precisión, se menciona, en este caso, el sensor de gases de escape para procesos o motores de combustión interna sobre la base del LED UV nuevo. Este sensor también es adecuado y está probado constructivamente para el empleo en ambientes extremadamente más rigurosos como, por
30 ejemplo, el canal de gases de escape de un automóvil (entre otros, altas temperaturas, vibraciones, medios agresivos químicamente).

Lista de referencias

| | |
|-------|---|
| 01 | Fuente de luz |
| 35 02 | Guiasondas de luz |
| 03 | Acoplador de fibra |
| 04 | Guiasondas de luz |
| 05 | Acoplador de modo |
| 06 | Acoplador de fibra |
| 40 07 | Guiasondas de luz |
| 08 | Guiasondas de luz |
| 09 | Acoplador de modo |
| 10 | Célula de medición |
| 11 | Fotorreceptor |
| 45 12 | Convertidor analógico/digital (convertidor A/D) |
| 13 | Ordenador |
| 14 | Acoplador de modo |
| 15 | Fotorreceptor |
| 16 | Convertidor A/D |
| 50 18 | Cable de control de fuentes |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la concentración de sustancias en medios gaseosos o fluidos mediante espectroscopía de absorción óptica con referenciación, con 1 a n fuentes de luz de banda ancha (1) selectivas
5 espectralmente, especialmente LED, acoplándose y dividiéndose después la luz de las fuentes de luz de banda
ancha (1) por primeros guiondas de luz (2) en un segundo guiondas de luz (4) común, tras lo cual la luz se
conduce parcialmente por un tercer guiondas de luz (7) y por un tramo de medición de una célula de medición (10)
con un medio gaseoso o fluido a un detector de medición (11) y parcialmente por un cuarto guiondas de luz (8) a un
10 detector de referencia (15), **caracterizado por que** la característica de irradiación fluctuante temporal y localmente
de las fuentes de luz de banda ancha (1) se homogeneiza mediante acopladores de modo (5, 9, 14) en los segundos,
terceros y cuartos guiondas de luz (4, 7, 8).

2. Dispositivo para la determinación de concentraciones de sustancias en medios gaseosos o fluidos mediante
espectroscopía de absorción óptica de acuerdo con el procedimiento según la reivindicación 1, con 1 a n fuentes de
15 luz de banda ancha (1) selectivas espectralmente, especialmente LED, que están unidas por primeros guiondas de
luz (2) a un primer acoplador de guiondas de luz o de fibra (3), un segundo guiondas de luz (4) común conectado
al acoplador de guiondas de luz o de fibra (3), un segundo acoplador de guiondas de luz o de fibra (6) conectado
al segundo guiondas de luz (4), que está unido por un tercer guiondas de luz (7) así como por un tramo de
medición de una célula de medición (10) a un detector de medición (11) y por un cuarto guiondas de luz (8) a un
20 detector de referencia (15), **caracterizado por** acopladores de modo (5, 9, 14) en los segundos, terceros y cuartos
guiondas de luz (4, 7, 8) para la homogeneización de la característica de irradiación fluctuante temporal y
localmente de las fuentes de luz de banda ancha (1).

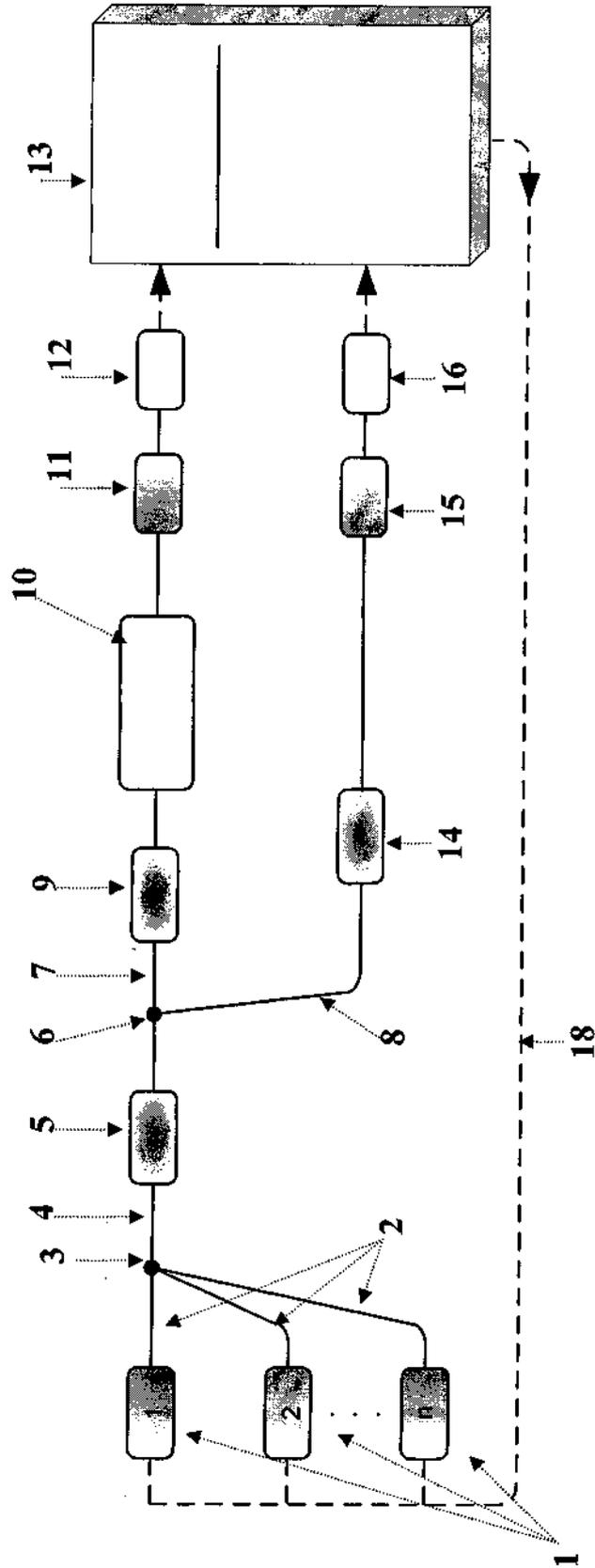


Fig. 1