

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 432 317**

51 Int. Cl.:

G01F 1/688 (2006.01)

G01P 5/10 (2006.01)

G01P 5/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2010 E 10760666 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2483642**

54 Título: **Dispositivo para la determinación del volumen del gas de escape**

30 Prioridad:

29.09.2009 DE 102009043346

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

02.12.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 Munich, DE**

72 Inventor/es:

BOSELMANN, THOMAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 432 317 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 la determinación del volumen del gas de escape

La presente invención hace referencia a un dispositivo para la determinación del volumen del gas de escape para una instalación fija o móvil, particularmente una embarcación.

5 Las instalaciones fijas y móviles de gran tamaño, como por ejemplo, centrales eléctricas de combustibles fósiles, instalaciones industriales o también embarcaciones, contribuyen esencialmente al cambio climático mediante la expulsión de la sustancia contaminante (por ejemplo, CO₂), hacia el medio ambiente. Por lo tanto, se espera que en un futuro cercano se determine el volumen del gas de escape de esta clase de instalaciones, para poder obtener un control de las emisiones mediante certificados de emisiones.

10 En este aspecto, se conoce previamente la detección del volumen del gas de escape de manera indirecta mediante los parámetros de funcionamiento de una instalación, como por ejemplo, mediante el consumo de combustible, la composición del combustible, la temperatura de combustión, etc. Además, se toman como base convencionalmente los datos y las relaciones entre los parámetros del funcionamiento y el volumen del gas de escape, proporcionados por el fabricante o el usuario de una instalación de combustión o un motor de combustión interna de la instalación.
15 Sin embargo, de esta manera no existe la posibilidad de verificar de una manera neutral e independiente, el volumen del gas de escape determinado.

La patente WO 2004/042326 A2 revela un elemento de medición para la determinación de una velocidad de flujo de un fluido que fluye por el elemento de medición, con un conductor para la conducción de una onda electromagnética a lo largo de su extensión longitudinal y, al menos, un elemento calentador eléctrico dispuesto de manera adyacente
20 al conductor, mediante el cual se puede someter a calor al conductor. Además, se influye sobre la onda electromagnética acoplada al conductor, en correspondencia con la propia temperatura del conductor que va a depender de la velocidad de flujo del fluido.

En la bibliografía de Latka, I. y otros: "Monitorización de distribuciones de flujo no homogéneos mediante la utilización de redes de sensores de temperatura de redes de Bragg de fibra óptica", Procedimientos de SPIE, Sociedad Internacional de Ingeniería Óptica, Sensores ópticos II, revela un dispositivo de medición con sensores de
25 redes de Bragg de fibra, para la determinación de una distribución de velocidad de flujo no homogénea de un gas que fluye.

A partir de dichos casos mencionados, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo mejorado para la determinación del volumen del gas de escape, que permita determinar con una precisión elevada
30 el volumen del gas de escape en instalaciones fijas y móviles. Además, se indican un método para su funcionamiento, así como una utilización particularmente ventajosa del dispositivo.

Dicho objeto se resuelve mediante un dispositivo para la determinación del volumen del gas de escape de acuerdo con la reivindicación 1. Los acondicionamientos ventajosos son objeto respectivamente de las reivindicaciones relacionadas 2 a 13. Un método para el funcionamiento de un dispositivo de esta clase, es objeto de la reivindicación
35 14. Una utilización particularmente ventajosa del dispositivo conforme a la presente invención, es objeto de la reivindicación 15.

Un dispositivo para la determinación del volumen del gas de escape conforme a la presente invención, para una instalación fija o móvil, particularmente una embarcación, comprende una pluralidad de redes de Bragg dispuestas de forma distribuida en posiciones predeterminadas, transversalmente en relación con el sentido del flujo de un gas
40 de escape, en un conducto de gas de escape de una instalación, que se conforman en una estructura de guía-ondas óptico conformada por, al menos, un guía-ondas óptico, en donde de manera adyacente a dichas redes de Bragg, se encuentra dispuesto ya sea un dispositivo calentador con el cual se pueden someter las redes de Bragg a calor, o un dispositivo de enfriamiento mediante el cual se pueden someter las redes de Bragg a frío.

45 Cuando se acopla luz en la estructura del guía-ondas óptico, dicha luz se retrodispersa en las redes de Bragg dispuestas en su interior, en el sentido contrario a su sentido de dispersión original. En este aspecto, el espectro de la luz retrodispersada depende de la constante de la red. Por otra parte, la constante de red depende de la temperatura de la red. En el caso que las redes de Bragg se calienten mediante el dispositivo calentador o bien, se enfríen mediante el dispositivo de enfriamiento, una parte de la potencia térmica o bien, de la potencia frigorífica se evacua mediante un gas de escape que fluye a través de las redes. La fracción evacuada resulta mayor en tanto
50 mayor sea la velocidad de flujo del gas de escape. De esta manera, mediante el gas de escape que fluye en el conducto del gas de escape a través de las redes de Bragg, se influye sobre la temperatura de las redes de Bragg, es decir, se influye en mayor medida en tanto mayor sea la velocidad de flujo del gas de escape. Sin embargo, en relación con la temperatura de la red de Bragg, varía también la constante de la red. De esta manera, el espectro de la luz retrodispersada depende de la velocidad de flujo del gas de escape en la red de Bragg. Por otra parte, a partir

de la velocidad de flujo del gas de escape y de la superficie por la que fluye el gas de escape, se puede deducir el volumen del gas de escape que fluye a través de las redes.

Sin embargo, se debe considerar además que en instalaciones industriales y móviles de gran tamaño, los conductos de gas de escape pueden presentar un área de sección transversal muy extensa de hasta varios metros cuadrados.

5 De esta manera, ya no se puede presuponer la existencia de un flujo homogéneo del gas de escape a lo largo de la sección transversal completa. Por lo tanto, una medición puntual no resultaría suficiente. Por lo tanto, una pluralidad de redes de Bragg se encuentran dispuestas de manera distribuida en posiciones predeterminadas, transversalmente en relación con el sentido del flujo del gas de escape, es decir, en un área de sección transversal del conducto de gas de escape. De esta manera, se puede realizar una medición distribuida del flujo del gas de escape sobre el área de sección transversal completa del conducto de gas de escape, con lo cual se puede lograr una precisión elevada en la determinación del volumen del gas de escape, también en el caso de flujos no homogéneos del gas de escape. Dado que los guía-ondas ópticos presentan un diámetro muy reducido y, por lo tanto, una resistencia al flujo reducida, cuando se realiza una medición distribuida del flujo de esta clase, la estructura del guía-ondas óptico representa una resistencia al flujo despreciable para el flujo de gas de escape, de manera que mediante la determinación del volumen del gas de escape no se influye en el funcionamiento de la instalación. De esta manera, el volumen del gas de escape se puede determinar de una manera directa, independientemente de la información proporcionada por el fabricante o el usuario, y con una precisión elevada.

Adicionalmente, a partir de las velocidades de flujo determinadas, se puede determinar la masa del gas de escape. Para obtener dicha información, sólo se debe determinar la densidad del gas de escape. Dicha densidad corresponde en una primera aproximación a la densidad del aire, en donde de todas maneras se debe considerar la dependencia de la densidad en relación con la temperatura. Sin embargo, la temperatura del gas de escape o bien, una distribución de la temperatura del gas de escape, se puede determinar de una manera muy simple también mediante el espectro de la luz retrodispersada en las redes de Bragg de la estructura del guía-ondas óptico. Dicha determinación se puede realizar debido a que las redes de Bragg no se calientan o bien, no se enfrían por un periodo de tiempo predeterminado, de manera que dichas redes presentan la temperatura del gas de escape.

Para la determinación de valores de medición en relación con las velocidades de flujo en las redes de Bragg, y las demás evaluaciones, el dispositivo conforme a la presente invención comprende, al menos, una fuente de luz para la emisión de luz hacia la estructura del guía-ondas óptico y, al menos, un dispositivo de procesamiento de señales que determina la velocidad de flujo del gas de escape a lo largo del trayecto en la estructura del guía-ondas óptico, a partir de la luz retrodispersada desde las redes de Bragg en la estructura del guía-ondas óptico, en el sentido contrario a su sentido de dispersión original, y a partir dicha información se deduce el volumen del gas de escape que fluye a través del conducto del gas de escape.

El, al menos un, guía-ondas óptico se conforma preferentemente mediante fibra de vidrio, dado que dicha fibra se caracteriza por presentar una resistencia elevada ante las exigencias físicas y/o químicas, y presenta particularmente una resistencia térmica elevada. Sin embargo, según el caso de aplicación el guía-ondas óptico también puede estar conformado por una fibra sintética.

Se puede lograr una distribución óptima de las redes de Bragg, simultáneamente con una estabilidad mecánica óptima, mediante una manera constructiva simple, debido al hecho de que la estructura del guía-ondas óptico comprende una pluralidad de secciones del guía-ondas óptico que se entrecruzan.

40 Se puede lograr una distribución particularmente uniforme de las redes de Bragg para una deducción particularmente simple del volumen del gas de escape, a partir de las velocidades de flujo medidas en las redes de Bragg, debido al hecho de que las secciones del guía-ondas óptico que se entrecruzan, conforman una red de guía-ondas óptico. Una red de guía-ondas óptico de esta clase, presenta preferentemente mallas respectivamente de igual tamaño, en donde entre dos nudos de malla se encuentra dispuesta respectivamente una red de Bragg.

45 La red de guía-ondas óptico puede estar conformada por un único guía-ondas óptico. De esta manera, se mantienen particularmente reducidos los costes del equipo para el acoplamiento de luz y para el análisis espectral de la luz retrodispersada.

De acuerdo con otro acondicionamiento ventajoso de la presente invención, la estructura del guía-ondas óptico presenta un guía-ondas óptico que se extiende con forma de espiral, en el cual se encuentran dispuestas las redes de Bragg una detrás de otra. También de esta manera, con un único guía-ondas óptico se puede lograr una distribución óptima de las redes de Bragg sobre el área de sección transversal completa del flujo del gas de escape.

Para una precisión particularmente elevada de la medición, las redes de Bragg se pueden calentar mediante el dispositivo calentador a una temperatura superior a la temperatura del gas de escape o bien, las redes de Bragg se pueden enfriar mediante el dispositivo de enfriamiento a una temperatura inferior a la temperatura del gas de escape.

Se puede lograr un calentamiento o bien, un enfriamiento particularmente uniforme de la estructura del guía-ondas óptico, debido a que el dispositivo calentador o bien, el dispositivo de enfriamiento se encuentra dispuesto a lo largo del, al menos un, guía-ondas óptico de la estructura del guía-ondas óptico, y de manera adyacente a dicho conductor.

- 5 Se puede obtener una precisión particularmente elevada en la medición, debido a que mediante el dispositivo calentador o bien, el dispositivo de enfriamiento, se puede liberar una potencia térmica o bien, frigorífica que se puede predeterminar, por unidad de longitud del guía-ondas óptico.

De acuerdo con un acondicionamiento constructivo particularmente simple, el dispositivo calentador se conforma mediante un conductor eléctrico.

- 10 Para el incremento de la estabilidad mecánica y para la protección ante gases de escape agresivos, el, al menos un, guía-ondas óptico y el dispositivo calentador o bien, el dispositivo de enfriamiento dispuesto de manera adyacente a dicho conductor, se pueden encontrar dispuestos en o contra un cuerpo de soporte rígido, cuya forma determina el desarrollo del guía-ondas óptico en el conducto de gas de escape. El cuerpo de soporte se conforma preferentemente mediante un tubo y/o una barra con una ranura, y puede estar compuesto, por ejemplo, por un material cerámico o metal.

El guía-ondas óptico se encuentra dispuesto, de manera ventajosa, en una cavidad del cuerpo de soporte de manera que se pueda reemplazar, y se encuentra protegido por el cuerpo de soporte contra un contacto directo con el gas de escape.

Resulta particularmente ventajoso cuando el cuerpo de soporte conforma al mismo tiempo el dispositivo calentador.

- 20 En un método conforme a la presente invención para la determinación del volumen de un gas de escape, con un dispositivo mencionado anteriormente, se acopla luz en la estructura del guía-ondas óptico, se determina la velocidad de flujo del gas de escape a lo largo del trayecto en la estructura del guía-ondas óptico, a partir de la luz retrodispersada desde las redes de Bragg dispuestas en el interior de dicha estructura, en el sentido contrario a su sentido de dispersión original, y a partir dicha información se deduce el volumen del gas de escape que fluye a través del conducto del gas de escape.

- 25 Una utilización particularmente ventajosa del dispositivo conforme a la presente invención o bien, del método conforme a la presente invención, consiste en la medición de la emisión del gas de escape de instalaciones fijas y móviles, particularmente de embarcaciones, en donde mediante un volumen de gas de escape determinado y, al menos, un valor de medición para una concentración de una sustancia contaminante en el gas de escape, se determina la emisión de una sustancia contaminante de la instalación. La medición de la concentración de la sustancia contaminante en el gas de escape, se puede realizar además de manera puntual en un único punto, cuando existe una distribución homogénea de la concentración de la sustancia contaminante en el gas de escape. Sin embargo, en el caso que la distribución de la concentración no sea homogénea, se debe realizar una medición de la concentración de la sustancia contaminante, distribuida transversalmente en relación con el sentido del flujo, en una pluralidad de puntos.

La presente invención, así como otros acondicionamientos ventajosos de la presente invención, de acuerdo con las características de las reivindicaciones relacionadas, se explican en detalle a continuación mediante los ejemplos de ejecución de las figuras. Muestran:

- 40 FIG. 1 una estructura esquemática de un dispositivo para la determinación del volumen del gas de escape conforme a la presente invención,

FIG. 2 una vista superior de una estructura del guía-ondas óptico, conformada por dos guía-ondas ópticos que se extienden paralelos entre sí,

FIG. 3 una vista superior de una estructura del guía-ondas óptico conformada como una red de guía-ondas óptico,

- 45 FIG. 4 una vista superior de una estructura del guía-ondas óptico conformada como una red de guía-ondas óptico, en donde la red de guía-ondas óptico está conformada por un único guía-ondas óptico,

FIG. 5 una vista superior de una estructura del guía-ondas óptico, conformada por un guía-ondas óptico que presenta un desarrollo circular,

FIG. 6 una vista superior de una estructura del guía-ondas óptico, conformada por un guía-ondas óptico que presenta un desarrollo con forma de espiral,

FIG. 7 un dispositivo calentador con dos elementos calentadores, entre los cuales se encuentra dispuesto un guía-ondas óptico,

FIG. 8 un guía-ondas óptico envuelto por un material cerámico,

FIG. 9 un guía-ondas óptico metalizado por vacío con una capa metálica, y

5 FIG. 10 un dispositivo calentador con dos hilos de calefacción que se encuentran conectados eléctricamente en serie.

La figura 1 muestra la estructura esquemática de un dispositivo para la determinación del volumen del gas de escape 1 conforme a la presente invención, para una instalación fija o móvil de gran tamaño, como por ejemplo, una central eléctrica, una instalación industrial o una embarcación. El dispositivo 1 se encuentra dispuesto en un conducto de gas de escape 2, que se encuentra limitado lateralmente mediante paredes 3. Por ejemplo, en este caso se puede tratar de un respiradero, de una chimenea de gas de escape o de un conducto de humos de la instalación. Dicho conducto presenta, por ejemplo, una sección transversal circular. Sin embargo, también resultan concebibles otras geometrías de sección transversal del conducto de gas de escape (por ejemplo, rectangular, cuadrada, ovalada). En el conducto de gas de escape 2 se encuentran dispuestas redes de Bragg 5 distribuidas en posiciones predeterminadas, transversalmente en relación con el sentido del flujo 4 de un gas de escape, que se conforman o bien, se incorporan en una estructura del guía-ondas óptico 6. Para la simplificación de la representación, en este caso la estructura del guía-ondas óptico 6 comprende un único guía-ondas óptico 7 que se extiende en línea recta. Sin embargo, en la práctica presenta preferentemente una pluralidad de guía-ondas ópticos, o un único guía-ondas óptico con un desarrollo esencialmente no lineal. Como guía-ondas óptico se utiliza preferentemente un cable flexible de fibra de vidrio.

El guía-ondas óptico 7 se encuentra dispuesto en un cuerpo de soporte rígido que presenta la forma de un tubo o de un tubo reducido de paredes delgadas 8 de metal o de material plástico, que se encuentra dispuesto transversalmente en relación con el sentido del flujo del gas de escape en el conducto de gas de escape 2, y cuya forma establece el desarrollo del guía-ondas óptico 7 en el conducto de gas de escape 2. El guía-ondas óptico 7 se encuentra dispuesto en una cavidad 9 del cuerpo de soporte 8 de manera que se pueda reemplazar, y se encuentra protegido por el cuerpo de soporte 8 contra un contacto directo con el gas de escape.

Mediante un dispositivo calentador 10 dispuesto de manera adyacente a las redes de Bragg 5, se puede someter a las redes de Bragg 5 con calor. El dispositivo calentador 10 se encuentra dispuesto también en el tubo 8. El dispositivo calentador 10 puede ser, por ejemplo, un conductor eléctrico en forma de un hilo de calefacción que se monta a lo largo de la pared interior del tubo 8. Un sistema de esta clase representa esencialmente un "anemómetro de hilo caliente de fibra óptica". Mediante el dispositivo calentador 10, el guía-ondas óptico 7 se calienta de manera uniforme a lo largo de su longitud completa a una temperatura superior a la temperatura del gas de escape en la zona del dispositivo 1. Alternativamente, el dispositivo calentador también se puede conformar mediante un fluido caliente que fluye a través del tubo 8.

El calentamiento del tubo o del tubo reducido 8, se puede realizar también directamente mediante un flujo de corriente a través del tubo o tubo reducido 8, en lugar de utilizar un hilo de calefacción. Dicho tubo se calienta mediante el flujo de corriente y se utiliza no sólo como cuerpo de soporte, sino que también se utiliza como dispositivo calentador para el guía-ondas óptico 7. Mediante el tubo reducido 8, el guía-ondas óptico 7 se puede calentar de manera uniforme a lo largo de su longitud completa a una temperatura, por ejemplo, entre 50 - 100°C superior a la temperatura del gas de escape en la zona de la unidad de sensor 11. Como material para el tubo reducido se utilizan, por ejemplo, aleaciones a base de níquel resistentes a las altas temperaturas (como por ejemplo, una aleación inconel) que presentan una resistencia a la temperatura de 600°C y superior. El tubo reducido 8 presenta, por ejemplo, un diámetro exterior de 1,5 mm y un diámetro interior de 0,5 mm. Las fibras de vidrio se encuentran disponibles incluso con mayores resistencias a la temperatura.

La estructura del guía-ondas óptico 6 o bien, el guía-ondas óptico 7, se encuentra conectado con una unidad de medición y de evaluación 20. Dicha unidad comprende un acoplador direccional óptico 21, una fuente de luz 22, un dispositivo de procesamiento de señales 23, una unidad de visualización 24 y una fuente de energía 25. El guía-ondas óptico 7 se encuentra conectado a través del acoplador direccional óptico 21, con la fuente de luz 22 y con el dispositivo de procesamiento de señales 23. El acoplador direccional 21 acopla la luz emitida por la fuente de luz 22 en el guía-ondas óptico 7, y a partir de dicha luz retrodispersada, en dirección hacia el dispositivo de procesamiento de señales 23. El dispositivo de procesamiento de señales 23 se encuentra conectado a continuación de la unidad de visualización 24. La fuente de energía 25 se utiliza para la alimentación con energía eléctrica del dispositivo calentador 10. La fuente de energía 25 puede ser activada por el dispositivo de procesamiento de señales 23. Cuando se activa la fuente de energía 25, el dispositivo calentador 10 calienta el guía-ondas óptico 7 junto con las redes de Bragg, de manera uniforme a lo largo de su longitud completa.

5 Las redes de Bragg 5 se conforman a lo largo del guía-ondas óptico 7 en diferentes posiciones de dicho conductor, con ciclos de redes iguales o diferentes entre sí. En el caso que se utilicen redes de Bragg 5 con ciclos de redes diferentes, entonces se utiliza preferentemente una fuente de luz 22 que emita luz en banda ancha. Si por el contrario se utilizan redes de Bragg con ciclos de redes iguales o esencialmente iguales, entonces se utiliza preferentemente una fuente de luz 22 pulsada, monocromática. Las redes de Bragg 5 están conformadas por una sucesión periódica de zonas que presentan forma de disco, que poseen un índice de refracción que difiere del índice de refracción normal del núcleo del guía-ondas óptico 7.

10 En el caso que en las redes de Bragg 5 se presenten, por ejemplo, diferentes ciclos de redes, y se emita luz con una distribución de la intensidad en banda ancha a lo largo de la longitud de onda, entonces una fracción reducida de la luz se retrodispersa en las redes de Bragg, es decir, con una respectiva distribución de la intensidad espectral característica, que depende del ciclo de red de la respectiva red.

15 Una variación local de la temperatura del guía-ondas óptico 7 en la zona de una red de Bragg 5, genera una expansión o una contracción longitudinal local y, de esta manera, se genera una variación del ciclo de red, hecho que presenta como consecuencia un desplazamiento de la distribución espectral de la intensidad de la luz retrodispersada. La dimensión de dicho desplazamiento consiste en una medida para la variación longitudinal y, de esta manera, para la variación de la temperatura.

20 Para la medición del volumen del gas de escape mediante la estructura del guía-ondas óptico, se realiza en primer lugar una medición de la temperatura de las redes de Bragg 5. A partir de la temperatura de las redes de Bragg 5, se deduce la velocidad de flujo del gas de escape en el conducto de gas de escape 2, y a partir de dicha información se deduce el volumen del gas de escape.

25 Para dicho procedimiento, se activa la fuente de energía 25 y se alimenta con energía eléctrica el dispositivo calentador 10, hecho que conduce a un calentamiento del guía-ondas óptico 7 en relación con su entorno y particularmente también en relación con los gases de escape. El guía-ondas óptico 7 se calienta a una temperatura que, sin el gas de escape que fluye, resultaría superior a la temperatura del gas de escape que fluye por el guía-ondas óptico 7. Sin embargo, mediante el gas de escape que fluye en las redes de Bragg 5, se deduce una fracción de la potencia térmica proveniente del dispositivo calentador 10. En este caso, mientras mayor sea la potencia térmica proporcionada, mayor será la velocidad de flujo del gas de escape más frío que fluye.

30 El dispositivo de procesamiento de señales 23 presenta un analizador espectral para la determinación de la distribución espectral de la luz retrodispersada por las redes de Bragg 5 individuales, y una unidad de cálculo que determina la dimensión del respectivo desplazamiento en relación con una posición de referencia, y la convierte en una variación de la temperatura en relación con una temperatura de referencia, en la que la distribución espectral presenta la posición de referencia. Dicho procedimiento se realiza para cada red de Bragg 5, de manera que de este modo se mantiene la distribución de la temperatura a lo largo del guía-ondas óptico 7 completo, en los puntos provistos de las redes de Bragg 5.

35 A partir de dichas temperaturas, en el dispositivo de procesamiento de señales 23 se puede determinar la velocidad de flujo del gas de escape a lo largo del guía-ondas óptico completo 7 en los puntos provistos de redes de Bragg 5, y a partir de dicha información se deduce el volumen del gas de escape que fluye a través del conducto de gas de escape 2, y se transmite a la unidad de visualización 24. El área de sección transversal completa del conducto de gas de escape, en la zona de la estructura del guía-ondas óptico 6, se divide en áreas parciales alrededor de las diferentes redes de Bragg 5. A partir de la velocidad de flujo medida con una red de Bragg 5 de un área parcial, y a partir de la superficie del área parcial, se puede determinar el volumen del gas de escape que fluye a través del área parcial. La suma de los volúmenes parciales del gas de escape que fluye a través de todas las áreas parciales, ofrece como resultado el volumen total del gas de escape que fluye a través del conducto de gas de escape. Además, se puede incrementar aún más la precisión cuando se interpola la velocidad de flujo entre los diferentes puntos de medición y, de esta manera, se considera la distribución de la velocidad de flujo sobre las áreas parciales. De esta manera, no se realiza una medición puntual, sino que se realiza una medición del flujo distribuido sobre el área de sección transversal completa del flujo. También en el caso de áreas de sección transversal del conducto de gas de escape 2 que presentan una pluralidad de metros cuadrados, dicha medición permite una precisión elevada para la determinación del volumen del gas de escape, sin que se genere una variación considerable en la resistencia al flujo en el conducto de gas de escape 2. Por el contrario, en el caso de áreas de sección transversal reducidas del conducto de gas de escape 2, puede resultar suficiente también una única red de Bragg para la determinación del volumen del gas de escape, es decir, que resulta suficiente un único guía-ondas óptico con una única red de Bragg para la determinación del volumen del gas de escape.

55 En la utilización de redes de Bragg con ciclos de redes iguales o esencialmente iguales, el dispositivo de procesamiento de señales 23 presenta adicionalmente una electrónica de evaluación que detecta y evalúa el tiempo de recorrido de la luz retrodispersada con una distribución de la intensidad espectral modificada. Para realizar una medición con resolución de tiempo, se puede recurrir a la tecnología usual OTDR (reflectómetro óptico en el dominio

del tiempo), como se utiliza en las telecomunicaciones para la evaluación de la calidad de los enrutamientos de señales.

En lugar del dispositivo calentador 10, también se puede utilizar un dispositivo de enfriamiento, mediante el cual se puede someter a frío al guía-ondas óptico 7 y a las redes de Bragg 5 incorporadas en dicho conductor. Como medio refrigerante se puede utilizar, por ejemplo, un fluido que circule a través del tubo 8. Por consiguiente, las redes de Bragg 5 se pueden enfriar a una temperatura que, sin el gas de escape que fluye, resultaría inferior a la temperatura del gas de escape. Sin embargo, mediante el gas de escape que fluye en las redes de Bragg 5, se deduce una fracción de la potencia frigorífica proveniente del dispositivo de enfriamiento 19. En este caso, mientras mayor sea la potencia frigorífica proporcionada, mayor será la velocidad de flujo del gas de escape más caliente que fluye. De esta manera, también se pueden determinar las velocidades de flujo mediante las temperaturas medidas en las redes de Bragg, y a partir de dicha información se puede deducir el volumen del gas de escape en el dispositivo de procesamiento de señales 23.

De una manera particularmente ventajosa, el dispositivo 1 comprende también un sensor 30 para la determinación de la concentración de una sustancia contaminante en los gases de escape, como por ejemplo, CO₂, NO_x o azufre. El sensor 30 se encuentra conectado también con el dispositivo de procesamiento de señales 23. De esta manera, mediante un volumen del gas de escape determinado y mediante un valor de medición para la concentración de la sustancia contaminante en el gas de escape, en el dispositivo de procesamiento de señales 23 se puede determinar la emisión de sustancia contaminante de la instalación, y se puede transmitir a la unidad de visualización 24. De esta manera, mediante costes constructivos reducidos se puede realizar una medición de la emisión del gas de escape de instalaciones fijas y móviles, particularmente de embarcaciones. La medición de la concentración de la sustancia contaminante en el gas de escape, se puede realizar ya sea de manera puntual mediante un instrumento de medición usual en el comercio, o de manera distribuida (por ejemplo, mediante espectroscopia de absorción por láser).

Resulta ventajoso cuando se puede ajustar la potencia térmica a liberar por el dispositivo calentador 10. En este caso, la potencia térmica se puede adaptar a la temperatura del gas de escape, de manera que se ajusten las diferencias de temperatura que se pueden detectar de manera segura en el guía-ondas óptico 7 mediante el dispositivo de procesamiento de señales 23, sin que se genere un exceso innecesario de potencia. El ajuste se puede realizar de manera automática, en tanto que la potencia alimentada por la fuente de energía 25 hacia el dispositivo calentador 10, se incrementa progresivamente a partir de un valor inicial relativamente reducido, hasta que el dispositivo de procesamiento de señales 23 establezca diferencias evidentes de la temperatura a lo largo del guía-ondas óptico 7.

La resolución y, de esta manera, la precisión de la medición del volumen del gas de escape, se predetermina mediante el número de redes de Bragg 5 por unidad de superficie del conducto de gas de escape, y las posiciones de las redes de Bragg 5 a lo largo del guía-ondas óptico 7, y se puede adaptar a las exigencias de cada caso de aplicación en particular, mediante un diseño apropiado.

Adicionalmente, a partir de las velocidades de flujo determinadas, también se puede determinar la masa del gas de escape. Para obtener dicha información, sólo se debe determinar la densidad del gas de escape. Dicha densidad corresponde en una primera aproximación a la densidad del aire, en donde de todas maneras se debe considerar la dependencia de la densidad en relación con la temperatura. La temperatura del gas de escape o bien, una distribución de la temperatura del gas de escape, se puede determinar de una manera muy simple también mediante el espectro de la luz retrodispersada en las redes de Bragg 5 de la estructura del guía-ondas óptico 6. Dicha determinación se puede realizar debido a que las redes de Bragg 5 no se calientan o bien, no se enfrían por un periodo de tiempo predeterminado, de manera que dichas redes presentan la temperatura del gas de escape.

La unidad de medición y de evaluación 20 se puede encontrar dispuesta en la zona del final del conducto del gas de escape 2 en el exterior del conducto de gas de escape 2 o, por ejemplo, también en la base de la chimenea 3 o en una central de automatización de la instalación, y se puede encontrar conectada mediante un cable con la estructura del guía-ondas óptico 6 y con el dispositivo calentador 10.

Una disposición de las redes de Bragg distribuida en el conducto de gas de escape 2, con una resolución óptima, se puede lograr mediante diferentes estructuras del guía-ondas óptico. Ejemplos para dicha disposición se representan en las figuras 2 a 6, en donde para la simplificación de la representación se representan respectivamente sólo la estructura del guía-ondas óptico y las redes de Bragg, sin embargo, se omiten los dispositivos calentadores 10 correspondientes y el cuerpo de soporte 8.

Como se representa en la figura 2 en una vista superior, la estructura del guía-ondas óptico 6 puede estar conformada, por ejemplo, por dos guía-ondas ópticos 7 que se extienden paralelos entre sí, que se encuentran dispuestos en una superficie perpendicular al sentido del flujo 4 del gas de escape en el conducto de flujo 2, y que se encuentran incorporados en las redes de Bragg 5. La unidad de medición y de evaluación 20 presenta para cada guía-ondas óptico 7, respectivamente una fuente de luz 22 y un acoplador direccional 21, así como un dispositivo de

procesamiento de señales 23 en común. La estructura del guía-ondas óptico 6 se puede conformar, en lugar de mediante dos guía-ondas ópticos 7 separados, también se puede conformar alternativamente mediante un único guía-ondas óptico 7 con dos secciones del guía-ondas óptico dispuestas paralelas entre sí, en donde por lo tanto resultan suficientes una única fuente de luz 22 y un único acoplador direccional 21.

5 De acuerdo con la figura 3, la estructura del guía-ondas óptico 6 puede estar conformada también por una pluralidad de guía-ondas ópticos 7 que se entrecruzan, mediante los cuales se conforma una red del guía-ondas óptico 17. La red del guía-ondas óptico 17 presenta preferentemente mallas que presentan respectivamente el mismo tamaño. Entre dos nudos de malla se encuentra dispuesta respectivamente una red de Bragg 5. Los guía-ondas ópticos individuales 7 se pueden encontrar conectados respectivamente por separado con la unidad de medición y de
10 evaluación 20. Alternativamente, como se representa, un número de guía-ondas ópticos 7 se pueden encontrar conectados a través de un multiplexor 18 con un conductor de conexión central 19, que se conecta por otra parte con la unidad de medición y evaluación 20.

Como se representa en la figura 4, la red del guía-ondas óptico 17 puede estar conformada también mediante un
15 único guía-ondas óptico 7, que se extiende de manera alternada de un lado del conducto de gas de escape 2 hacia otro lado enfrentado.

Mediante las estructuras de red que se muestran en las figuras 3 y 4, se puede determinar una distribución particularmente uniforme de las redes de Bragg y, por lo tanto, se puede determinar de una manera particularmente simple y precisa el volumen del gas de escape.

Como se representa en la figura 5, la estructura del guía-ondas óptico 6 también puede estar conformada por un
20 único guía-ondas óptico 7 con un desarrollo circular, que se encuentra dispuesto radialmente en relación con un eje medio 11 del conducto de gas de escape 2, en una superficie perpendicular al sentido del flujo 4 del gas de escape en el conducto de flujo 2, y en el cual se encuentran dispuestas las redes de Bragg 5 una detrás de otra.

En lugar de estar conformada por un único guía-ondas óptico 7 con un desarrollo circular, la estructura del guía-ondas óptico 6 también puede estar conformada, como se representa en la figura 6, por un único guía-ondas óptico
25 7 con un desarrollo en forma de espiral, que se encuentra dispuesto en una superficie perpendicular al sentido del flujo 4 del gas de escape en el conducto de flujo 2, y en el cual se encuentran dispuestas las redes de Bragg 5 una detrás de otra.

También existen diferentes opciones para el acondicionamiento y la disposición del dispositivo calentador, en
30 relación con el conductor o los guía-ondas ópticos con redes de Bragg incorporadas en dichos conductores. En el caso de una disposición que en la figura 7 se muestra en la sección transversal, el dispositivo calentador está conformado por dos elementos calentadores 10a, 10b (por ejemplo, un conductor de alimentación y un conductor de retorno de un hilo de calefacción), entre los cuales se encuentra dispuesto un guía-ondas óptico 7, por ejemplo, una fibra de vidrio. El sistema completo se encuentra insertado en un material cerámico 16 que, por su parte, se encuentra envuelto por un revestimiento 12 pasivador.

35 En un acondicionamiento representado en la figura 8, un guía-ondas óptico 7, por ejemplo, fibra de vidrio, se encuentra recubierto por un material cerámico 16. Dicho material se encuentra recubierto, a su vez, completamente por el dispositivo calentador 10 que se conforma por tanto simultáneamente como un revestimiento.

En otro acondicionamiento representado en la figura 9, la fibra de vidrio 7 se encuentra metalizada mediante alto
40 vacío con una capa metálica 15, que conforma simultáneamente un revestimiento así como el dispositivo calentador. Dicho acondicionamiento se caracteriza por presentar una elasticidad mediante la cual se puede lograr de una manera particularmente simple, una adaptación del dispositivo 1 conforme a la presente invención, de acuerdo a las necesidades, en relación con su extensión espacial en un conducto de gas de escape. Además, dicho acondicionamiento se caracteriza por presentar un modo de fabricación particularmente simple, en el que el guía-ondas óptico 7 se recubre con el conductor eléctrico deseado, en un proceso de recubrimiento convencional
45 conocido.

Los dispositivos calentadores 10 o bien, los elementos calentadores 10a, 10b utilizados en los acondicionamientos de las figuras 7 - 9, están conformados preferentemente por un metal o una aleación de metales. En relación con las exigencias física y/o químicas, se pueden utilizar, por ejemplo, acero, cobre, aluminio, bronce, de resistencia eléctrica constante, o similares. Para aplicaciones a altas temperaturas, se debe prever un recubrimiento con un
50 metal, como por ejemplo, wolframio o similar. Para aplicaciones a bajas temperaturas en un entorno químicamente agresivo, se pueden utilizar también, por ejemplo, polímeros conductores. Por otra parte, el acondicionamiento de acuerdo con la figura 9, se caracteriza por presentar una capacidad térmica particularmente reducida en relación con las otras dos versiones, de manera que se pueden detectar rápidamente las variaciones del volumen del gas de escape en el tiempo.

5 En los ejemplos de ejecución representados, el dispositivo calentador 10 presenta respectivamente una resistencia eléctrica constante por unidad de longitud. En particular, la resistencia por unidad de longitud, en el rango de la temperatura de funcionamiento, es considerablemente independiente de la propia temperatura. El sometimiento del dispositivo calentador 10 a una corriente continua o bien, a una corriente alterna con un valor eficaz constante, conduce a una producción de calor uniforme a lo largo de la longitud del dispositivo calentador 10, de manera que la estructura del guía-ondas óptico sea sometida a un calor uniforme sobre su extensión completa.

10 La figura 10 muestra una vista esquemática del dispositivo 1 de la figura 1, con un dispositivo calentador 10 conformado por dos hilos de calefacción 10a, 10b, que en un extremo de un cuerpo de soporte 8 se encuentran conectados entre sí en serie mediante una conexión eléctrica 28. Por consiguiente, en dicho acondicionamiento, el dispositivo 1 se puede contactar eléctricamente de manera ventajosa en un extremo. El segundo extremo se encuentra libre, con lo cual se puede lograr un montaje y/o una manipulación particularmente simple.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la determinación del volumen del gas de escape para una instalación fija o móvil, particularmente una embarcación, que comprende

5 - una pluralidad de redes de Bragg (5) dispuestas de manera distribuida en posiciones predeterminadas, transversalmente en relación con el sentido del flujo (4) de un gas de escape, en un conducto de gas de escape (2) de la instalación,

- una estructura de guía-ondas óptico (6) en la que se conforman las redes de Bragg (5), en donde la estructura del guía-ondas óptico (6) está conformada por, al menos, un guía-ondas óptico (7),

- al menos, una fuente de luz (22) para la emisión de luz hacia la estructura del guía-ondas óptico (6), y

10 - al menos, un dispositivo de procesamiento de señales (23) que determina una velocidad de flujo del gas de escape a lo largo del trayecto en la estructura del guía-ondas óptico (6), a partir de la luz retrodispersada desde las redes de Bragg (5) en la estructura del guía-ondas óptico (6) en el sentido contrario a su sentido de dispersión original,

caracterizado porque,

15 - un dispositivo calentador (10) dispuesto de manera adyacente a las redes de Bragg (5), mediante el cual se pueden calentar las redes de Bragg (5) a una temperatura superior a la temperatura del gas de escape, en donde una potencia térmica a liberar por el dispositivo calentador (10) se puede adaptar a la temperatura del gas de escape, o un dispositivo de enfriamiento dispuesto de manera adyacente a las redes de Bragg (5), mediante el cual se pueden enfriar las redes de Bragg (5) a una temperatura inferior a la temperatura del gas de escape, y

caracterizado porque,

20 - en donde el dispositivo de procesamiento de señales (23) deduce un volumen de gas de escape que fluye, a partir de la velocidad de flujo del gas de escape determinada a lo largo del trayecto en la estructura del guía-ondas óptico (6).

2. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la estructura del guía-ondas óptico (6) presenta secciones del guía-ondas óptico (7a) que se entrecruzan.

25 3. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** mediante las secciones del guía-ondas óptico que se entrecruzan (7a) se conforma una red de guía-ondas óptico (17).

4. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** la red del guía-ondas óptico (17) está conformada por un único guía-ondas óptico (7).

30 5. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la estructura del guía-ondas óptico (6) presenta un guía-ondas óptico (7) que se extiende con forma de espiral, en el cual se encuentran dispuestas las redes de Bragg (5) una detrás de otra.

35 6. Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la potencia térmica del dispositivo calentador (10) se puede incrementar gradualmente de manera automática a partir de un valor inicial, hasta que el dispositivo de procesamiento de señales (23) determine diferencias evidentes de la temperatura a lo largo de, al menos, un guía-ondas óptico (7), o porque el dispositivo de enfriamiento comprende, al menos, un tubo (8) en el que se encuentra dispuesto, al menos, un guía-ondas óptico (7), y por el cual puede circular un medio de refrigeración.

40 7. Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el dispositivo calentador (10) o bien, el dispositivo de enfriamiento se encuentra dispuesto a lo largo del, al menos un, guía-ondas óptico (7) de la estructura del guía-ondas óptico (17) y de manera adyacente a dicho conductor.

8. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** mediante el dispositivo calentador (10) o bien, el dispositivo de enfriamiento, se puede liberar una potencia térmica o bien, frigorífica que se puede predeterminar, por unidad de longitud del guía-ondas óptico (7).

45 9. Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las redes de Bragg (5) presentan a lo largo de, al menos, un guía-ondas óptico (7) ciclos de redes diferentes entre sí, y mediante una fuente de luz (22) se puede emitir una luz de banda ancha espectral hacia dicho guía-ondas óptico (7), o porque

las redes de Bragg (5) presentan a lo largo de, al menos, un guía-ondas óptico (7) ciclos de redes iguales entre sí, y mediante una fuente de luz (22) se puede emitir una luz pulsada, monocromática, hacia dicho guía-ondas óptico (7), y mediante un dispositivo de procesamiento de señales (23) se puede detectar y evaluar un tiempo de recorrido de la luz retrodispersada.

- 5 **10.** Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el, al menos un, guía-ondas óptico (7) y el dispositivo calentador (10) se encuentran dispuestos en o contra un cuerpo de soporte rígido (8), cuya forma determina el desarrollo del guía-ondas óptico (7) en el conducto de gas de escape (2).
- 10 **11.** Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el guía-ondas óptico (7) se encuentra dispuesto en una cavidad (9) del cuerpo de soporte (8) de manera que se pueda reemplazar, y se encuentra protegido por el cuerpo de soporte (8) del contacto directo con el gas de escape.
- 12.** Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** el cuerpo de soporte (8) conforma al mismo tiempo el dispositivo calentador (10).
- 13.** Dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** un sensor (30) para la determinación de una concentración de una sustancia contaminante en el gas de escape.
- 15 **14.** Método para la determinación de un volumen de gas de escape de una instalación fija o móvil, particularmente de una embarcación, con un dispositivo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde las redes de Bragg (5) se calientan a una temperatura superior a la temperatura del gas de escape, y además una potencia térmica a liberar por el dispositivo calentador (10) se adapta a la temperatura del gas de escape, o las redes de Bragg (5) se enfrían a una temperatura inferior a la temperatura del gas de escape, y en donde se acopla luz en la estructura del guía-ondas óptico (6), se determina una velocidad de flujo del gas de escape a lo largo del trayecto en la estructura del guía-ondas óptico (6), a partir de la luz retrodispersada desde las redes de Bragg (5) en el sentido contrario a su sentido de dispersión original, y a partir dicha información se deduce el volumen del gas de escape que fluye a través del conducto del gas de escape (2).
- 20 **15.** Utilización del dispositivo (1) o bien, del método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, para la medición de la emisión del gas de escape de instalaciones fijas y móviles, particularmente de embarcaciones, en donde mediante un volumen de gas de escape determinado y, al menos, un valor de medición para una concentración de una sustancia contaminante en el gas de escape, se determina la emisión de una sustancia contaminante de la instalación.
- 25

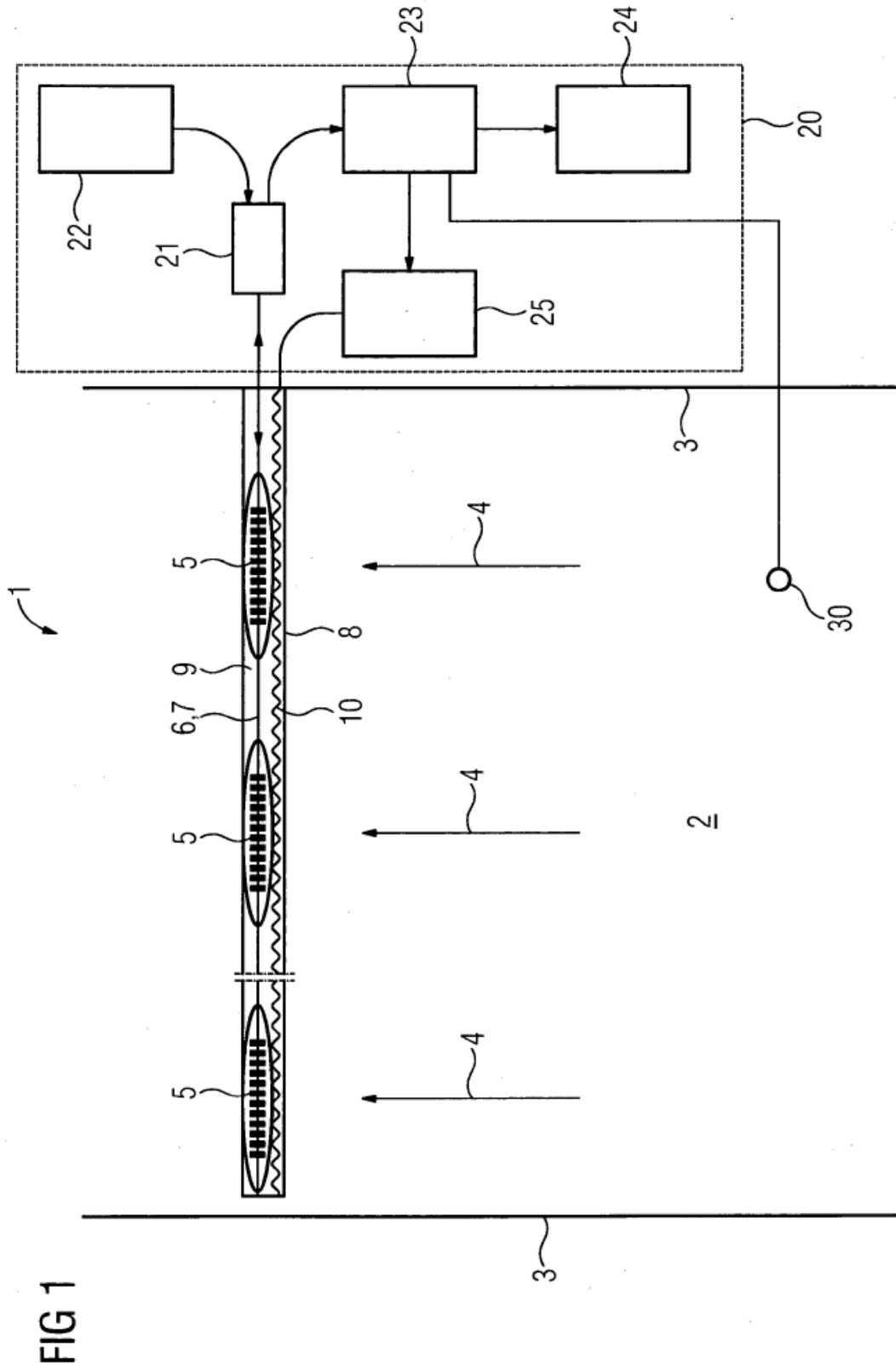


FIG 1

FIG 2

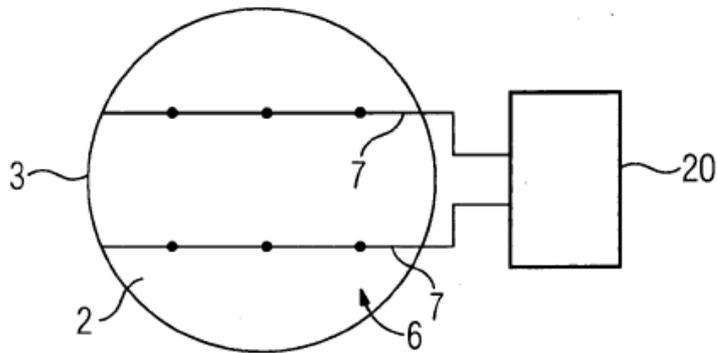


FIG 3

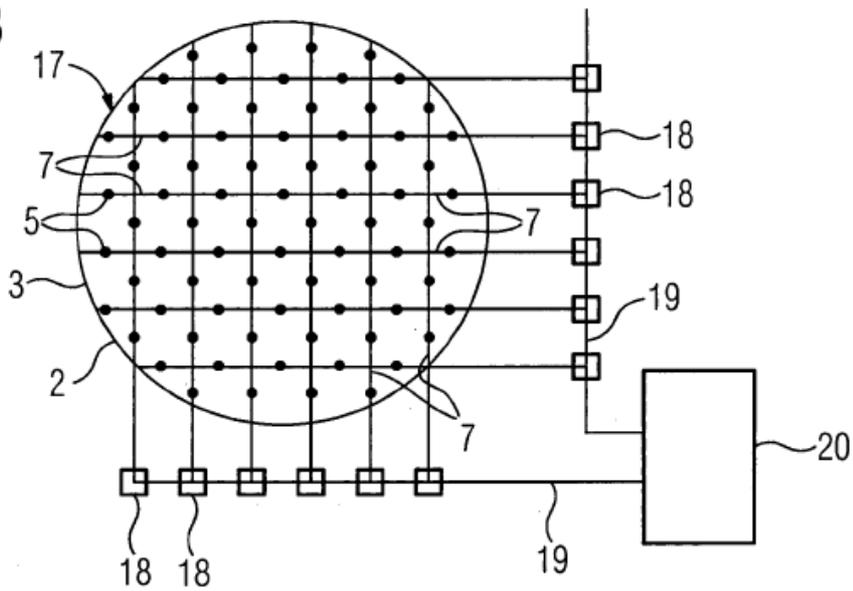


FIG 4

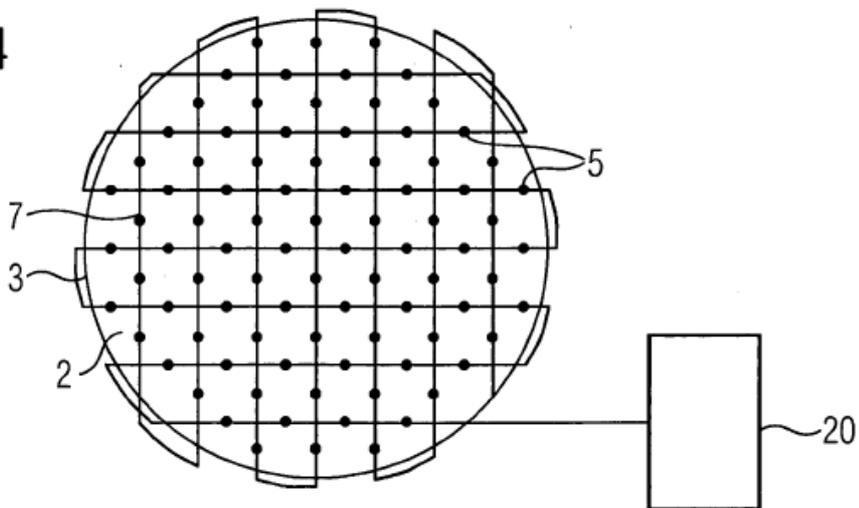


FIG 5

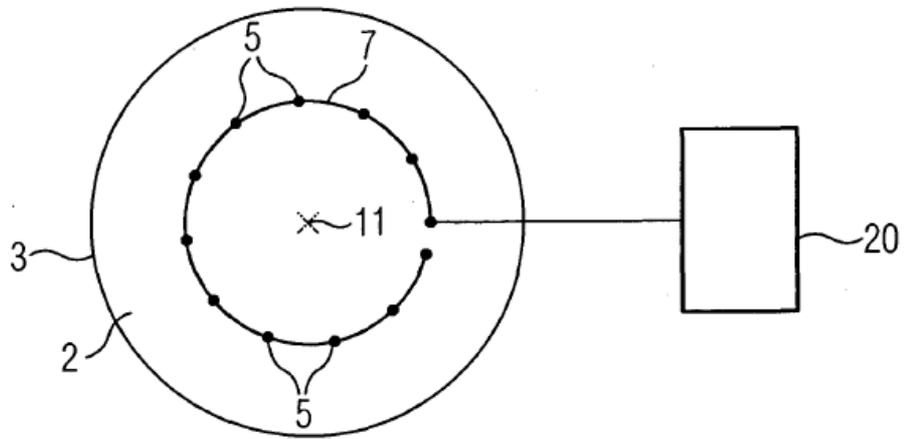


FIG 6

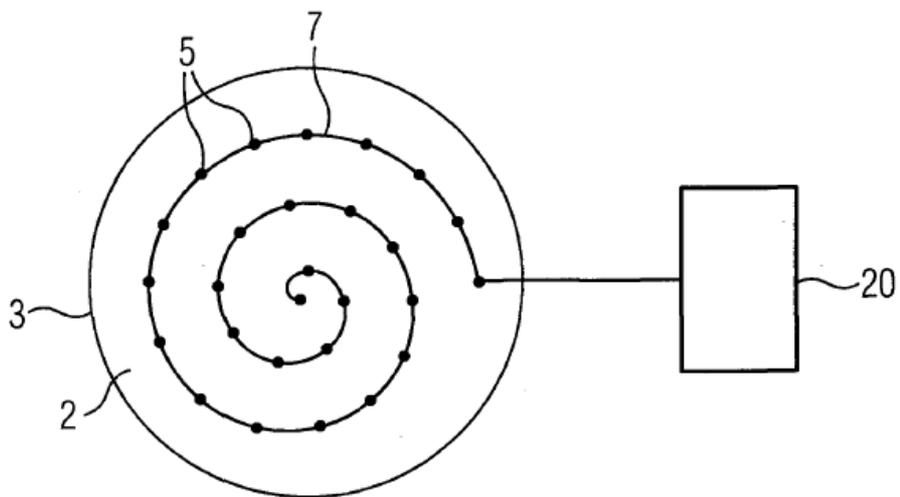


FIG 7

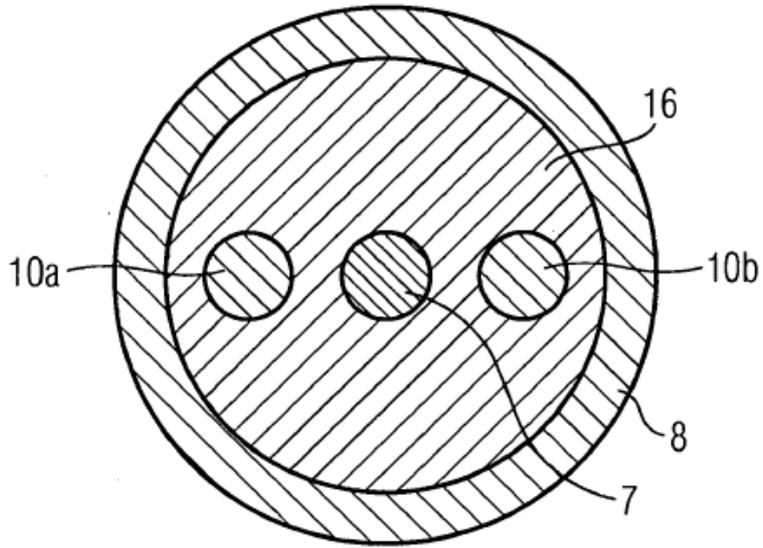


FIG 8

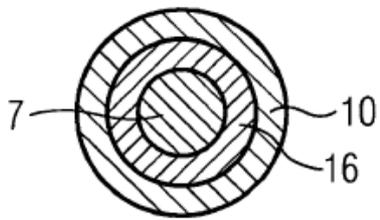


FIG 9



FIG 10

