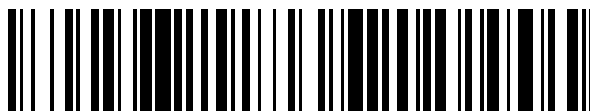


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 732**

51 Int. Cl.:

G01M 3/00 (2006.01)

G01M 3/22 (2006.01)

G01M 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2007 E 07858420 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2080004**

54 Título: **Dispositivo de transporte de una sustancia provisto de un detector óptico de fugas**

30 Prioridad:

10.10.2006 FR 0608880

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

23.12.2013

73 Titular/es:

**GENESIS FRANCE (100.0%)
6-8 ALLÉE DE L'ARCHE, ZAC DANTON
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:

**COUDRAY, PAUL y
BIAGGI, JEAN-PASCAL**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 435 732 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 DE TRANSPORTE DE UNA SUSTANCIA PROVISTO DE UN DETECTOR ÓPTICO DE FUGAS

5 La invención se refiere a los dispositivos de transporte de sustancias y en particular a los dispositivos de detección de fugas en una tubería de transporte de gas o de líquido.

Una tubería de gas ya conocida está provista con detectores de temperatura repartidos en toda su longitud y colocados en el exterior de la tubería. Al ser la
10 temperatura del gas en el interior de la tubería del orden de -160°C , cuando un detector de temperatura sufre un repentino descenso de temperatura, se determina la existencia de una fuga en la tubería cercana.

Dicha tubería presenta el inconveniente de no detectar o localizar correctamente las pequeñas fugas o fugas que presenten un recorrido complicado. En tal caso,
15 la variación de temperatura a nivel de los detectores puede resultar insuficiente para la detección de la fuga.

El documento US2003/052256 divulga una tubería de gas equipada con elementos de detección mediante una fibra óptica apta para dar una señal cuando se encuentra sometida a un problema mecánico provocado por una
20 fuga, mientras que el documento US2004/067003 divulga una simple fibra óptica que presenta las mismas propiedades.

Además, ante el desarrollo en curso de las redes de transporte de gas, se hace necesario incrementar el control de seguridad en las tuberías. Existe principalmente una necesidad de detectar toda fuga de gas o toda variación
25 sospechosa de la temperatura a lo largo de la tubería. Estos medios de control deben permitir poder vigilar las fugas en una tubería con una longitud que puede alcanzar varios kilómetros. También existe la necesidad de localizar las fugas, lo que resulta particularmente ventajoso para intervenir en tuberías de grandes longitudes.

La invención pretende resolver uno o varios de dichos inconvenientes. La invención se refiere por lo tanto a un dispositivo de transporte de una sustancia que comprende:

- una primera tubería destinada a contener la sustancia;
- 5 - una fibra óptica solidaria de la primera tubería que se extiende a lo largo de dicha tubería, presentando la fibra óptica varios elementos de detección espaciados en toda su longitud, cada uno de los cuales presenta un espectro de reflexión distinto, que varía en función de la presencia de la sustancia a detectar;
- 10 - un dispositivo de control que presenta una fuente luminosa apta para emitir una luz en el espectro de reflexión de cada elemento de detección, un receptor luminoso apto para detectar la amplitud de una luz en el espectro de reflexión de cada elemento de detección y un módulo de análisis apto para
- 15 determinar la presencia de una fuga de la sustancia en función de la amplitud luminosa facilitada por el receptor luminoso.

Según una variante, el dispositivo comprende:

- un paso que comunica con los diferentes elementos de detección;
- 20 - un dispositivo de bombeo apto para generar un flujo de gas en dicho paso.

Según otra variante, el dispositivo comprende:

- una vaina de aislamiento térmico que envuelve la primera tubería y que es atravesada por la fibra óptica;
- 25 - una segunda tubería que envuelve la vaina de aislamiento, formando junto con la vaina el paso de comunicación con los elementos de detección;
- un dispositivo de bombeo, apto para hacer circular un flujo de gas inerte en el paso.

Según otra variante, el dispositivo comprende al menos un detector de temperatura asociado a un elemento de detección colocado sensiblemente al mismo nivel según el eje de la primera tubería, estando el detector de temperatura conectado al dispositivo de control, y siendo el dispositivo de control apto para determinar la presencia de la sustancia en un elemento de detección teniendo en cuenta la temperatura medida por su detector asociado.

Según otra variante, el dispositivo comprende:

- otra fibra óptica solidaria de la primera tubería, que se extiende a lo largo de la primera tubería;
- un dispositivo que inyecta una luz en esta otra fibra óptica y que determina la temperatura en función de la variación de las propiedades de dicha otra fibra en la luz inyectada.

Según una variante, los elementos de detección comprenden una red de Bragg englobada en un material que absorbe un gas específico a detectar.

Según otra variante, dicho material que engloba la red de Bragg absorbe el metano.

Según otra variante, el módulo de análisis es apto para determinar la presencia de una fuga de la sustancia en función del desfase de longitud de onda de una luz cuya amplitud es facilitada por el receptor luminoso.

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de detección de una fuga en una tubería de transporte de una sustancia, que comprende las etapas siguientes:

- inyectar mediante impulsiones sucesivas una luz en una fibra óptica que se extiende a lo largo de la tubería y que presenta varios elementos de detección colocados en toda la longitud, presentando cada elemento de detección un espectro de reflexión distinto que varía en función de la presencia de una sustancia a detectar, y cubriendo las impulsiones sucesivas de luz el espectro de reflexión de cada elemento de detección;

- detectar la amplitud de luz en el espectro de reflexión de cada elemento de detección;
- determinar la presencia de una fuga de la sustancia a detectar en función de la amplitud luminosa detectada.

5 Según una variante, la etapa de determinación de la presencia de una fuga de la sustancia es función de la detección de un desfase de la longitud de onda de la luz detectada.

Otras características y ventajas de la invención surgirán con mayor claridad en la descripción que se encuentra a continuación a título indicativo y de ningún modo limitativo, referida a los dibujos adjuntos en los cuales:

- la figura 1 ilustra una vista en corte axial de una tubería según la invención;
- la figura 2 ilustra una vista en corte de la tubería de la figura 1 perpendicularmente a su eje;
- 15 - la figura 3 ilustra una vista en corte de una primera variante de un elemento de detección, utilizado con la tubería de las figuras 1 y 2;
- la figura 4 ilustra una vista en corte de una segunda variante de un elemento de detección;
- 20 - las figuras 5 a 8 ilustran diferentes diagramas a la entrada o a la salida de la fibra que permiten determinar la presencia de una fuga en la tubería.

Las figuras 1 y 2 ilustran un ejemplo de realización de un dispositivo de transporte de gas al cual se aplica la invención. Dicho dispositivo comprende una primera tubería 1 que forma un volumen interior 2 destinado a contener y dejar pasar gas. La primera tubería puede ser una tubería rígida y estar realizada en un material tal como Invar. La primera tubería 1 está envuelta en una vaina de aislamiento térmico 3, realizada con un material sintético tal como el que se comercializa bajo la denominación de Aerogel. Con gases como el metano líquido, que circula a veces a temperaturas del orden de -165°C, tal

vaina de aislamiento 3 entre la primera tubería 1 y su entorno puede resultar necesaria. La vaina 3 está rodeada por una segunda tubería 4. Dicha tubería 4 puede estar formada en un material tal como el acero al carbono o el acero inoxidable. Dicha tubería 4 se utiliza particularmente si existen normas que imponen una doble estructura de confinamiento.

Una fibra óptica 5 es solidaria de la primera tubería 1 y se extiende a lo largo de dicha tubería. La fibra óptica 5 presenta elementos de detección de fuga colocados en toda su longitud, es decir los elementos de detección 71 y 75.

Los elementos de detección 71 y 75 son de tipo discreto y presentan respectivamente partes 72 y 76 ópticamente sensibles al gas a detectar y partes ópticas de referencia 74 y 78 en el eje de la fibra óptica 5. Unos pasos 73 y 77 se encuentran en la vaina 3 para permitir un contacto gaseoso respectivamente entre las partes sensibles 72 y 76 y un gas ambiente. Por el contrario, las partes de referencia 74 y 78 están aisladas o son insensibles al gas ambiente. La figura 3 ilustra con mayor precisión el elemento de detección 71. De este modo, la parte sensible 72 se encuentra en contacto con el gas ambiente y se verá variar sus propiedades ópticas en función de la proporción de gas a la que es sensible, en dicho gas ambiente. La parte de referencia 74 se vuelve ópticamente insensible a dicho gas, ya sea por no utilizar un material sensible a dicho gas, o bien por estar aislada del gas ambiente. La parte de referencia 74 permite así determinar el desfase de las propiedades ópticas de la parte sensible 72. La utilización de la parte de referencia 74 permite igualmente determinar más fácilmente un problema que afecte a la estructura de la fibra óptica o a su fuente de luz. Los elementos de detección 71 y 75 pueden ser realizados bajo la forma de componente óptico integrado cuyas partes ópticamente sensibles y ópticamente insensibles están realizadas con un material que presenta un índice de refracción cercano al de la fibra óptica. Aunque se haya descrito una parte ópticamente sensible al gas, se puede igualmente prever una parte sensible al contacto con un líquido dado.

Tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, el dispositivo de transporte presenta ventajosamente un paso 6 que comunica con las partes sensibles de los

diferentes elementos de detección. Un dispositivo de bombeo permite generar un flujo de gas en el paso 6. Se puede forzar un flujo de gas inerte tal como el argón o el nitrógeno. Tal flujo de gas permite seguir dinámicamente la evolución de una fuga. Evacuar el gas que pudiese estancarse a nivel de la parte sensible
5 de un elemento de detección. A los efectos de conservar las dimensiones del paso 6 entre la vaina 3 y la segunda tubería 4, el dispositivo 1 puede poseer en toda su longitud unos aros rígidos que permitan a la segunda tubería 4 apoyarse en la primera tubería 1.

En lugar de un componente óptico integrado, los órganos de detección de fuga
10 pueden estar realizados a partir de la fibra óptica 5 de la cual se mantiene la continuidad. Para ello, se puede pensar en retirar localmente la vaina que envuelve el corazón de la fibra óptica 5 y en envolver luego la parte descubierta con un material sensible al gas a detectar.

La utilización de una fibra óptica para la detección de fugas a lo largo de una
15 tubería de gas presenta las ventajas siguientes: una insensibilidad a las interferencias electromagnéticas, una inmunidad en ambientes con una alta tensión eléctrica, un fuerte ruido o temperaturas extremas, una capacidad de medición repartida, una medición absoluta, un margen y una resolución de medición importantes, una velocidad muy alta de transmisión de información,
20 una capacidad muy grande de transmisión, un peso y un volumen reducidos, un funcionamiento que no requiere alimentación eléctrica para los detectores, una pasividad química, un bajo coste con respecto a detectores eléctricos y bajas pérdidas de propagación.

La figura 4 ilustra otra variante de geometría de un elemento de detección. En
25 este ejemplo, dos tramos de fibras ópticas 51 y 52 se extienden en paralelo. El tramo de fibra 51 presentará en su continuidad la parte ópticamente sensible 72 colocada en el paso 73, mientras que el tramo de fibra 52 presentará en su continuidad la parte de referencia 74.

Un dispositivo de control no ilustrado sirve de fuente luminosa para la fibra 5,
30 mide la luz reflejada o transmitida por la fibra 5 y determina la presencia de una

fuga de gas buscada en función de las variaciones de las propiedades ópticas de un elemento de detección. Para interrogar los diferentes elementos de detección que presentan longitudes de onda distintivas, el dispositivo de control utilizará ventajosamente, una multiplexación por repartición en longitud de onda
5 (WDM). De este modo, la fuga de gas no solo puede ser detectada muy rápidamente sino que además se puede obtener al mismo tiempo su localización precisa.

Segun una primera variante, el dispositivo de control comprende un emisor con una fuente de banda ancha y presenta un receptor con longitud de onda
10 selectiva. La longitud de onda del receptor está adaptada consecutivamente para cada elemento de detección que se quiera interrogar.

En una segunda variante, el dispositivo de control emite consecutivamente impulsiones que presentan diferentes longitudes de onda desde una fuente luminosa regulable en longitud de onda. El dispositivo de control presenta
15 entonces ventajosamente un receptor de banda ancha.

Las figuras 5 a 8 ilustran diagramas de reflexión y de transmisión utilizables para determinar la presencia de una fuga de gas cuando una luz con amplio espectro se inyecta en la fibra óptica.

Las figuras 5 y 6 ilustran la intensidad de luz reflejada en función de su longitud
20 de onda. Las figuras 7 y 8 ilustran la intensidad de luz transmitida en función de su longitud de onda.

La figura 5 corresponde a una ausencia del gas a detectar en el gas ambiente. En la figura 5, se ha representado a la izquierda una raya que corresponde a la reflexión de una red de Bragg de referencia y a la derecha una raya que
25 corresponde a la reflexión de una red de Bragg ópticamente sensible al gas a detectar. Se observa en la figura 6 que en presencia del gas a detectar, la red de Bragg sensible ha sufrido un desfase en su longitud de onda de reflexión.

Las figuras 7 y 8 ilustran este mismo desfase de longitud de onda de la red de Bragg sensible, visto desde el espectro transmitido por la fibra.

Las respuestas en longitud de onda de las redes de Bragg pertenecientes a diferentes elementos de detección serán configuradas para no superponerse durante un desfase de longitud de onda inducido por una variación de temperatura: cada detector resulta de este modo identificable de forma única sin ambigüedad. Las longitudes de onda de reflexión de los diferentes elementos de detección pueden estar distanciadas de 20 a 25 nanómetros.

Para una tubería con una longitud de 2500 metros, se puede pensar en colocar elementos de detección cada 50 metros. Para tuberías de más de 2500 metros, se puede establecer un reparto similar de los elementos de detección y colocar amplificadores ópticos cada 2500 metros. Para longitudes de tubería importantes, se podrán integrar amplificadores ópticos en lugares intermedios de la fibra óptica. Los amplificadores EDFA (para Erbium Doped Fiber Amplifiers) son una solución particularmente apta para trasladar la alimentación eléctrica suficientemente lejos de la tubería.

Para tuberías de grandes dimensiones, se puede considerar un modo de fabricación particularmente ventajoso. Se pueden ensamblar juntos tramos con longitudes estándares para reducir los costes de fabricación de una tubería y poder ajustar fácilmente su longitud. Cada tramo puede por ejemplo presentar una longitud de 12 o 24 metros.

Para ello se puede partir de una primera tubería con la longitud estándar deseada. En esta tubería se puede poner una primera capa de Aerogel. Se evitará cubrir los extremos de la primera tubería con la primera capa de Aerogel, para permitir su soldadura. Se colocan luego las fibras ópticas destinadas a las mediciones de temperatura o de algún problema en el Aerogel. Se moldea una segunda capa de Aerogel para envolver la primera capa y las fibras ópticas. A continuación se coloca la fibra óptica que tendrá que estar provista con los elementos de detección de fuga en la periferia de la segunda capa de Aerogel. Ventajosamente, se suelda entonces la primera tubería de dos tramos sucesivos, se recubre la soldadura con Aerogel para garantizar un aislamiento igualmente en este punto y se puede formar un elemento de detección de fuga en la unión de los tramos. El elemento de detección se formará ventajosamente

después de haber realizado las soldaduras, lo que evitará dañarlo durante la soldadura de las primeras tuberías.

Ventajosamente, se colocan los elementos de detección de fuga en los extremos de los tramos. De este modo, su verificación, su ensamblaje y su eventual reemplazo se ven muy facilitados. Puede así pensarse en colocar fácilmente un elemento de detección en cada unión de tramos. Tal colocación no es demasiado dañina ópticamente ya que los ensamblajes de fibra óptica presentan actualmente niveles de pérdida bastante reducidos. De este modo, el control de la parte óptica de una tubería puede ser efectuado a medida que se realiza su montaje.

La fibra óptica provista con sus elementos de detección de fuga puede ser colocada en una ranura realizada en la capa superior de Aerogel. También se puede realizar una ranura utilizando moldes con una forma adecuada.

Los elementos de detección de gas pueden ser por ejemplo detectores comercializados por la firma Kloé bajo la denominación K-MZS. Tal detector funciona según el principio interferométrico de Mach-Zehnder. Este elemento de detección está realizado bajo la forma de componente óptico integrado. Una rama (parte sensible) posee un revestimiento sensible a un gas específico por absorción. Su índice de refracción cambia en función de la cantidad absorbida de dicho gas. Otra rama (parte de referencia) posee un revestimiento insensible al gas con una potencia óptica de salida estable.

Otro tipo de elemento de detección, correspondiente por ejemplo al ilustrado en la figura 3, está formado por un componente óptico integrado. En dicho componente óptico están fotoimpresas en serie dos redes de Bragg. Una primera red de Bragg está en contacto con el gas ambiente y presenta un revestimiento sensible a un gas específico, tal como se describe anteriormente. La respuesta en longitud de onda de la red de Bragg variará de este modo en función de la presencia del gas a detectar. Una segunda red de Bragg está aislada del gas a detectar, utilizando por ejemplo un revestimiento neutro,

insensible al gas a detectar. Tal configuración permite utilizar solamente una fibra óptica para la detección de fuga a lo largo de la tubería.

Una red de Bragg es un filtro con una selectividad de longitud de onda formado por la introducción de una estructura con índice de refracción periódica en el
5 corazón de una fibra óptica. Cuando un haz luminoso de banda ancha es transmitido en la fibra, la red de Bragg refleja la luz correspondiente a su longitud de onda y transmite el resto del espectro incidente.

La red de Bragg puede estar inscrita en un componente óptico integrado según procedimientos ya conocidos. La solicitud de patente EP- 1 300 704 describe un
10 procedimiento de inscripción de una red de Bragg mediante escritura de una capa fotosensible sobre un sustrato mediante un láser. La red de Bragg puede ser escrita en un material elaborado por la vía suelo-gel. El elemento de detección puede ser realizado bajo la forma de componente óptico integrado y estar ensamblado a la fibra óptica, tal como se describe en la solicitud de
15 patente EP-1 441 018.

Se pueden utilizar fibras ópticas para formar detectores de temperatura 8. Dicha fibra óptica puede presentar redes de Bragg repartidas en toda su longitud. En efecto, las redes de Bragg presentan una longitud de onda de reflexión que es función de su temperatura. El desfase de longitud de onda es generalmente del
20 orden de $10\text{pm}/^\circ\text{C}$. Como para los elementos de detección, cada red de Bragg que forma un detector de temperatura presentará una longitud de onda distintiva que le permitirá al dispositivo de control identificarla de una sola manera.

La temperatura suministrada por un detector puede ser utilizada por el dispositivo de control para corregir la medición por el elemento asociado de
25 detección de gas.

Se puede igualmente considerar que las fibras ópticas 8 se utilicen para efectuar detecciones de problemas locales.

Se puede utilizar una fibra óptica 5 tal como la comercializada bajo la referencia SMF-28(e) por la firma Coming. Se trata de una fibra monomodo cuya

atenuación a aproximadamente 1380 nm es particularmente reducida. Se trata de una fibra denominada de pleno espectro (full-spectrum en inglés) que puede ser utilizada sin pico de atenuación en el espectro 1260-1600 nanómetros. La fibra óptica puede estar recubierta con un revestimiento de acrilato o de poliimida hasta un diámetro de 250 μm . Un segundo revestimiento hasta un diámetro de 900 μm puede ser colocado. Una trenza de kevlar puede rodear el segundo revestimiento. Una vaina de 3 milímetros de poliuretano puede recubrir dicha trenza.

En particular, para la detección de metano, los revestimientos y materiales cuyo índice de refracción es sensible a la presencia de dicho gas pueden basarse en la utilización de ZnO o de SnO₂.

Como complemento, una fibra óptica puede ser utilizada para realizar una detección de fuga de gas en continuo a lo largo de la fibra. Para ello se puede detectar el desfase de las rayas de difusión de Raman de una fibra óptica, inducido por las variaciones de temperaturas relacionadas con una fuga de gas proveniente de la primera tubería. Con respecto a la raya de difusión de Rayleigh, principal fuente de difusión en el elemento de detección, surgen dos rayas de Raman con longitudes de onda respectivamente inferior y superior a la longitud de onda de la raya de Rayleigh. La difusión de Raman no es elástica, es decir que la longitud de onda de la radiación de difusión es diferente de la de la luz que incide. Después de haber impulsado una luz en una entrada de la fibra óptica, se detecta la luz propagada en dirección a dicha entrada de la fibra.

Esta detección puede ser utilizada como suplemento de la detección discreta de gas descrita anteriormente para incrementar su fiabilidad.

25

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de transporte de una sustancia que comprende:
 - Una primera tubería (1) destinada a contener la sustancia;
 - Caracterizado porque comprende además:
 - 5 - una fibra óptica (5) solidaria de la primera tubería (5) y que se extiende a lo largo de dicha tubería, presentando la fibra óptica (5) varios elementos de detección (71, 75) colocados en toda su longitud, cada uno de los cuales presenta un espectro de reflexión distinto que varía en función de la presencia de la sustancia a detectar;
 - 10 - un dispositivo de control que presenta una fuente luminosa apta para emitir una luz en el espectro de reflexión de cada elemento de detección, un receptor luminoso apto para detectar la amplitud de una luz en el espectro de reflexión de cada elemento de detección, y un
 - 15 módulo de análisis apto para determinar la presencia de una fuga de la sustancia en función de la amplitud luminosa facilitada por el receptor luminoso.

2. Dispositivo de transporte de una sustancia según la reivindicación 1 que comprende:
 - 20 - un paso (6) que comunica con los diferentes elementos de detección;
 - un dispositivo de bombeo apto para generar un flujo de gas en dicho paso (6).

- 25 3. Dispositivo de transporte de una sustancia según la reivindicación 2 que comprende:

- una vaina de aislamiento térmico (3) que envuelve la primera tubería y que es atravesada por la fibra óptica (5);
 - una segunda tubería (4) que envuelve la vaina de aislamiento (3), formando junto con la vaina el paso (6) que comunica con los elementos de detección;
 - Un dispositivo de bombeo, apto para hacer circular un flujo de gas inerte en el paso.
- 5
4. Dispositivo de transporte de una sustancia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende al menos un detector de temperatura asociado a un elemento de detección colocado sensiblemente al mismo nivel según el eje de la primera tubería, estando el detector de temperatura conectado al dispositivo de control, y siendo el dispositivo de control apto para determinar la presencia de la sustancia en un elemento de detección teniendo en cuenta la temperatura medida por su detector asociado.
- 10
- 15
5. Dispositivo de transporte de una sustancia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 que comprende:
- otra fibra óptica (8) solidaria de la primera tubería (1) y que se extiende a lo largo de la primera tubería;
 - un dispositivo que inyecta una luz en esta otra fibra óptica y que determina la temperatura en función de la variación de las propiedades de dicha otra fibra en la luz inyectada.
- 20
- 25
6. Dispositivo de transporte de una sustancia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual los elementos de detección comprenden una red de Bragg englobada en un material que absorbe un gas específico a detectar.

7. Dispositivo de transporte de una sustancia según la reivindicación 6 en el cual dicho material que engloba la red de Bragg absorbe el metano.
8. Dispositivo de transporte de una sustancia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el cual el módulo de análisis es apto para determinar la presencia de una fuga de la sustancia en función del desfase de longitud de onda de una luz cuya amplitud está facilitada por el receptor luminoso.
9. Procedimiento de detección de una fuga de una tubería de transporte de una sustancia, caracterizado porque comprende las etapas siguientes:
- inyectar mediante impulsiones sucesivas una luz en una fibra óptica que se extiende a lo largo de la tubería y que presenta varios elementos de detección colocados en toda su longitud presentando, con cada elemento de detección un espectro de reflexión distinto que varía en función de la presencia de una sustancia a detectar, y cubriendo las impulsiones sucesivas de luz el espectro de reflexión de cada elemento de detección;
 - detectar la amplitud de luz en el espectro de reflexión de cada elemento de detección;
 - determinar la presencia de una fuga de la sustancia a detectar en función de la amplitud luminosa detectada.
10. Procedimiento de detección de una fuga de una tubería de gas según la reivindicación 9 en el cual la etapa de determinación de la presencia de una fuga de la sustancia es función de la detección de un desfase de la longitud de onda de la luz detectada.

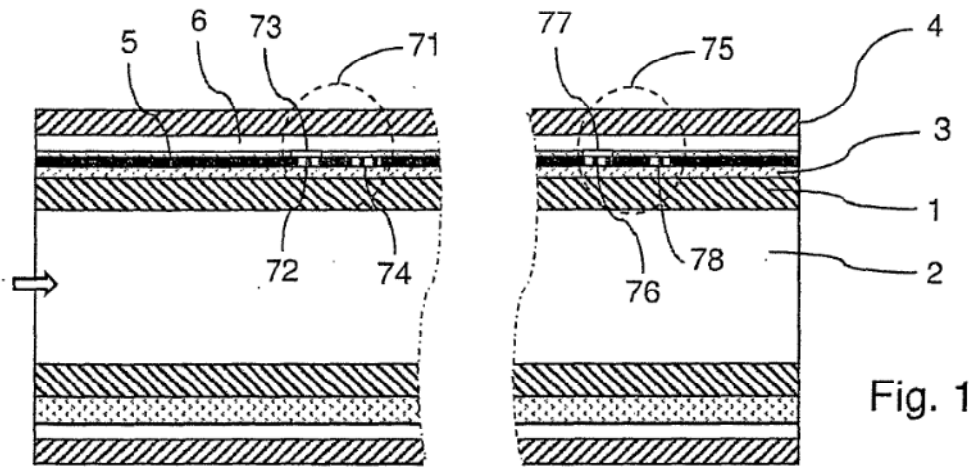


Fig. 1

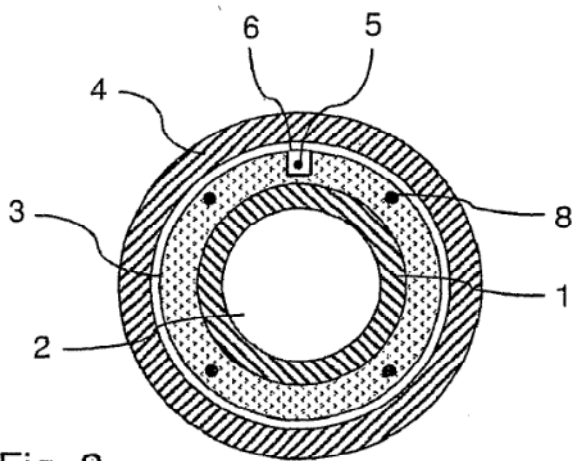


Fig. 2

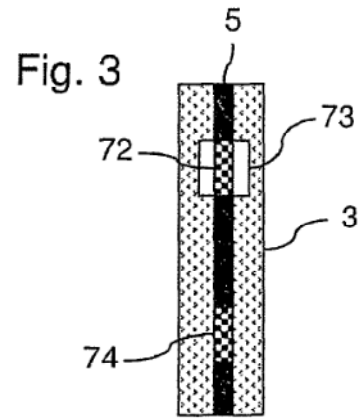


Fig. 3

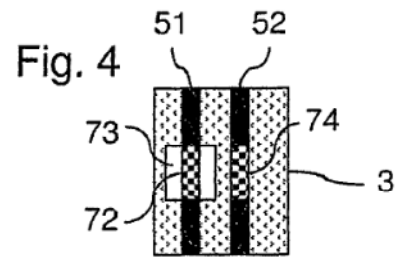


Fig. 4

