



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 165 817**

⑫ Número de solicitud: 200002011

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>: G01L 9/00  
G01L 7/04

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **27.07.2000**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2002**

⑫④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**16.03.2002**

⑦① Solicitante/s:

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA**  
**Campus de Arrosadía (OTRI, Edif. El Sario)**  
**31006 Pamplona, Navarra, ES**

⑦② Inventor/es: **Matías Maestro, Ignacio Raúl;**  
**Bariain Aisa, Cándido;**  
**Arregui San Martín, Francisco Javier y**  
**López-Amo Sáinz, Manuel**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Sensor de presión mediante fibra óptica estrechada.**

⑤⑦ Resumen:

Sensor de presión mediante fibra óptica estrechada, útil para medir la presión atmosférica o la manométrica, que comprende una fibra óptica estrechada sujeta por uno de sus extremos a un punto fijo, y por el otro a un punto móvil que se desplaza mecánicamente en función de la presión objeto de medición, modificando así la curvatura de la fibra. Por dicha fibra estrechada se hace pasar un haz de luz cuya potencia óptica de salida varía en función de la curvatura de la fibra provocada por la presión.

ES 2 165 817 A1

## DESCRIPCION

Sensor de presión mediante fibra óptica estrechada.

### Sector de la técnica al que se refiere la invención

La invención se refiere al sector de sensores mecánicos, más específicamente a sensores de presión atmosférica o manométrica, que utilizan la tecnología de fibra óptica.

### Estado de la técnica anterior

La fabricación y el desarrollo de sensores de fibra óptica han sido objeto de especial atención en los últimos veinte años ("Optical Fiber Sensor Technology", K.T.V. Grattan and B.T. Meggitt, Chapman & Hall Ed. 1-9, 1995; "Optical Fiber Sensor Technology. Vol 2: Devices and Technology", K.T.V. Grattan and B.T. Meggitt, Chapman & Hall Ed. 1-35, 1998; "Optical Fiber Sensor Technology. Vol 3: Applications and Systems", K.T.V. Grattan and B.T. Meggitt, Kluwer Academic Publishers Ed. Pp 257-305, 1999; "Optical Fiber Sensor Technology. Vol 4: Chemical and Environmental Sensing", K.T.V. Grattan and B.T. Meggitt).

Los sensores de presión basados en fibra óptica son utilizados en aviones para medir la presión total ("Fiber-optic total pressure transducer for aircraft applications", S.E. Reed et al., SPIE Proc. 2070, pp 17-23, 1993; "Flight test results from FOCSI fiber-optic total pressure transducer", J.W. Berthold et al., SPIE Proc. 2295, pp 216-222, 1994), en neurología para monitorizar la presión del cráneo en pacientes con heridas craneales ("Optical Fiber Sensors. Vol. 4", J. Dakin and B. Culshaw Editors Artech House, pp. 152-154, pp. 440-444, 1997), en la detección de intrusos y en la ingeniería civil ("Fiber Optic Smart Structures", E. Udd Editor, Wiley-Interscience, pp 377-380, 1995). La mayoría de estos sensores consisten en una fibra óptica situada entre dos placas con rugosidades o dientes que, según la presión aplicada a las mismas aprietan más o menos la fibra óptica produciéndole microcurvaturas. Otros sensores de presión se basan en redes de difracción Bragg, aunque la respuesta del sensor no es muy lineal y sólo pueden medir presiones muy altas con técnicas de interrogación muy complejas ("Optical Fiber Sensors. Vol. 3", B. Culshaw and J. Dakin editor, Artech House, pp. 45-46, 1996; "Optical infibre grating high pressure sensor", M.G. Xu et al., Electron. Lett. 29, pp 398-399, 1993). También existen sensores de presión que se basan en construir una cavidad de Gabry-Perot entre el final de una fibra óptica y un diafragma reflectante móvil. El desplazamiento del diafragma dependerá de la diferencia de presión entre el interior y el exterior de la cavidad. Al ser un sensor extrínseco presenta los problemas típicos de este tipo de sensores: desalineamiento, envejecimiento de las superficies reflectantes, sensibles a perturbaciones medioambientales, etc. ("Geometric analysis of optical fiber EFPI sensor performance", Wei-Zhao, Jun-Wang, Ang-Wang, Claus-RO, Smart Materials-and-Structures. Vol.7, no 6, pp. 907-910, 1998; "Optical fiber pressure sensors for adaptive wings", Duncan P.G., Jones M.E., Shin-

paugh K.A., Poland, S.H., Murphy K.A., Claus R.O., SPIE Proc. Vol. 3042, pp 320-331, 1997).

### Explicación de la invención

El sensor de presión mediante fibra óptica estrechada aquí presentado es un sensor intrínseco que se basa en la disminución que experimenta la potencia óptica a la salida de una fibra óptica estrechada cuando se va curvando dicha fibra.

El sensor comprende una fibra óptica estrechada cuyos dos extremos se fijan a un punto fijo y a un punto móvil respectivamente. El punto móvil es el extremo de un dispositivo mecánico que se desplaza en función de la presión que recibe del medio, es decir, de la presión que se trata de determinar. Este dispositivo mecánico puede ser, por ejemplo, un tubo de Bourdon, sea en configuración de "C", de "U", de "S", de espiral, de helicoide, u otras. Las variaciones de presión provocan desplazamientos en el dispositivo mecánico al que el extremo de la fibra estrechada está fijado o adherido. De esta forma, el punto móvil se desplaza con relación al punto fijo, dando lugar a modificaciones en la curvatura de la fibra óptica estrechada que provocan oscilaciones en la potencia óptica detectada. Es conveniente que el sensor esté colocado dentro de una caja herméticamente cerrada que mantiene en su interior una determinada presión o presión de referencia, de forma que la presión exterior, sea atmosférica o manométrica, se aplica al dispositivo mecánico, por ejemplo un tubo de Bourdon. La diferencia entre la presión de referencia y la que se trata de determinar provoca el desplazamiento del punto móvil arriba descrito, y así modifica la curvatura de la fibra óptica estrechada. Durante la operación del sensor se hace pasar un haz de luz por la fibra óptica estrechada, cuya potencia óptica es detectada a su salida. Lo que se mide directamente, mediante un detector óptico, es la potencia óptica a la salida de la fibra, la cual varía en función de la curvatura de dicha fibra óptica, que depende a su vez de la presión que se trata de determinar.

### Descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la descripción, se acompañan dos figuras, en las que se representa la fibra óptica estrechada con los parámetros de interés (Figura 1), y un esquema de la estructura del sensor de presión aquí presentado (Figura 2). La Figura 3 presenta el diagrama de potencia óptica de salida frente a la presión para el caso del ejemplo expuesto en el Modo de Realización de la Invención.

Figura 1: Representa la fibra óptica estrechada, indicando los parámetros de interés. (1) Fibra óptica. (2) Longitud del estrechamiento de la fibra óptica. (3) Diámetro de la cintura de la fibra óptica estrechada. (4) Distancia entre los puntos de sujeción de la fibra óptica estrechada.

Figura 2: Estructura del sensor de presión objeto de la invención. (1) Fuente de luz. (2) Detector óptico. (3) Fibra óptica. (4) Zona estrechada de la fibra óptica. (5) Tubo de Bourdon; en esta figura se representa un tubo de Bourdon en "C", pero igualmente es válida para la invención cualquier otra configuración del tubo de Bourdon (en "U",

en "S", en espiral, en helicoide, etc.), o cualquier otro sistema mecánico que desplace su extremo en función de la presión que se pretende determinar. (6) Punto fijo donde se adhiere o sujeta por cualquier medio eficaz un extremo de la fibra óptica estrechada. (7) Punto móvil del dispositivo mecánico (por ejemplo, el extremo del tubo de Bourdon) donde se fija o se adhiere el otro extremo de la fibra óptica estrechada. (8) Entrada al dispositivo mecánico (por ejemplo, tubo de Bourdon u otro equivalente) de la presión atmosférica o manométrica que se pretende medir. (9) Caja herméticamente cerrada que contiene los elementos sensibles del sensor.

Figura 3: Corresponde al ejemplo presentado en el Modo de Realización de la Invención, y representa la variación de la potencia óptica recibida en el detector en función de la presión aplicada al sensor para dos diferentes longitudes de onda de la fuente de luz: (a) corresponde a un ciclo de aumento de la presión para la longitud de onda de 1310 nm. (b) corresponde a un ciclo de disminución de la presión para la longitud de onda de 1310 nm. (c) corresponde a un ciclo de aumento de la presión para la longitud de onda de 1550 nm. (d) corresponde a un ciclo de disminución de la presión para la longitud de onda de 1550 nm. La presión de referencia en el interior de la caja herméticamente cerrada es en este caso de 1012 mbar.

#### Modo de realización de la invención

Se describe a continuación un ejemplo de rea-

lización de la invención. Se emplea fibra óptica monomodo estándar de  $1,3 \mu\text{m}$  con diámetros de núcleo y cubierta de  $9,4$  y  $125 \mu\text{m}$  respectivamente. El estrechamiento de la fibra es de una longitud de  $1 \text{ mm}$  y un diámetro de cintura de  $56 \mu\text{m}$ . Este estrechamiento en la fibra óptica puede obtenerse con ayuda de una máquina empalmadora de fibra óptica programada de forma que las corrientes de fusión sean lentas y los tiempos de fusión largos. En este ejemplo se utiliza una máquina Ericson FSU 900 para producir el estrechamiento requerido en la fibra óptica.

La fijación de los extremos de la fibra óptica estrechada se realiza en este caso con adhesivo de cianocrilato. La distancia entre los puntos de sujeción es de  $4 \text{ cm}$ . En este ejemplo, el punto móvil se fija en el extremo de un tubo de Bourdon en "C". La fibra se coloca estirada en una situación en que no se aplica presión a la entrada del tubo de Bourdon. El conjunto formado por la fibra óptica comprendida entre los dos puntos de sujeción y el tubo de Bourdon, se coloca dentro de una caja herméticamente cerrada. La presión mantenida en el interior de esta caja será la presión de referencia.

Un extremo de la fibra óptica está conectado en este caso a una fuente láser compuesta por dos módulos: Rifocs 665R (longitud de onda  $1310 \text{ nm}$ ), y Rifocs 666R (longitud de onda  $1550 \text{ nm}$ ). El otro extremo de la fibra se conecta a un detector de potencia óptica. En este ejemplo se utiliza un detector Rifocs 675RE.

La Figura 3 muestra un diagrama de la potencia óptica detectada en función de la presión aplicada al sensor descrito en el ejemplo, para dos longitudes de onda, tal y como se detalla en la Explicación de los dibujos.

## REIVINDICACIONES

1. Sensor de presión atmosférica o manométrica mediante fibra óptica por la que se hace pasar un haz de luz durante la operación del sensor, **caracterizado** por comprender una fibra óptica estrechada, uno de cuyos extremos se sujeta en un punto fijo y el otro en un punto móvil constituido por un dispositivo mecánico que se desplaza en función de la presión objeto de medición, provocando la modificación de la curvatura de la fibra óptica estrechada, lo que conduce a una variación de la potencia óptica de salida, la cual se mide por medio de un detector de potencia óptica para determinar la presión en función de ella.

2. Sensor de presión según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el dispositivo mecánico que se desplaza en función de la presión objeto de medición y que constituye el punto móvil al que se fija un extremo de la fibra óptica estrechada es un tubo de Bourdon.

3. Sensor de presión según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el conjunto de elementos sensibles del sensor, es decir, la fibra óptica estrechada fijada por sus dos extremos y el dispositivo mecánico que se desplaza en función de la presión, están alojados en una caja herméticamente cerrada que mantiene en su interior una presión determinada.

DIBUJOS

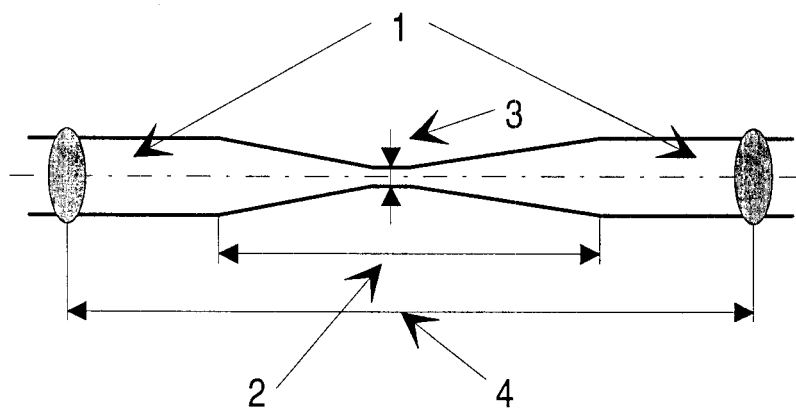
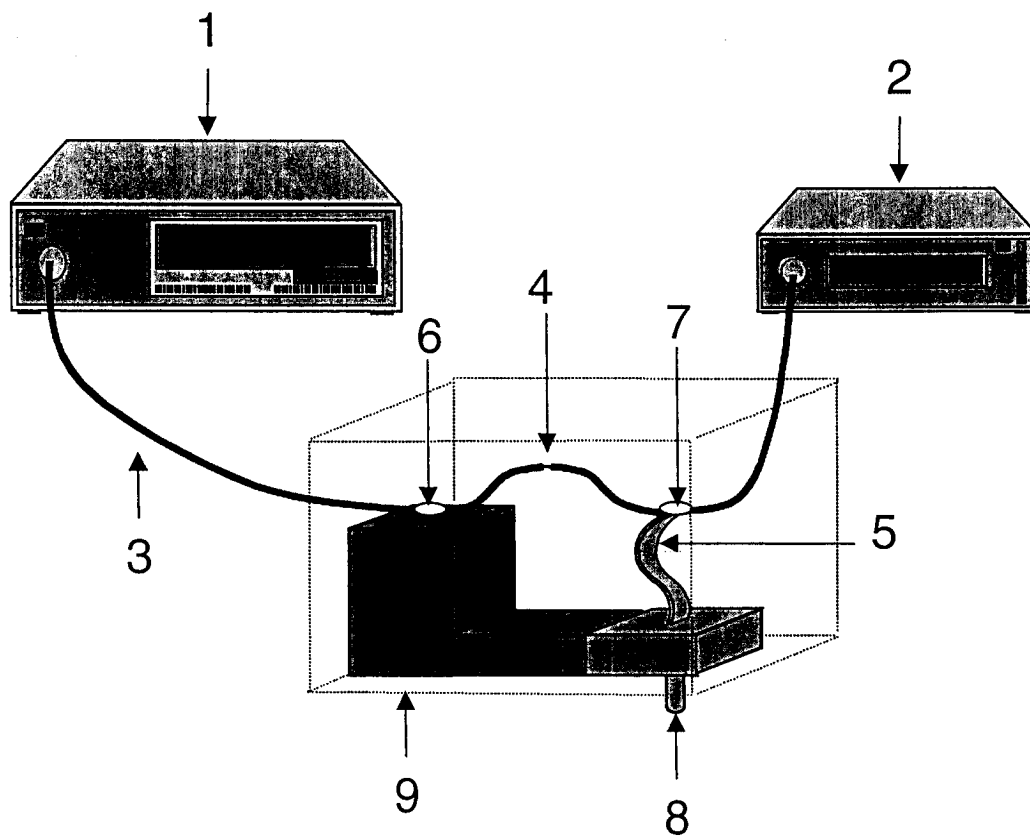


FIGURA 1





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

- ⑪ ES 2 165 817  
⑫ N.º solicitud: 200002011  
⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 27.07.2000  
⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>: G01L 9/00, 7/04

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados                                                                                                              | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| A         | WO 9900652 A (CIDRA CORPORATION) 07.01.1999, página 1, línea 1 - página 9, línea 6; reivindicaciones 1-3; resumen; figuras 1,2. | 1-3                        |
| A         | US 5414507 A (HERMAN et al.) 09.05.1995                                                                                         |                            |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe  
12.02.2002

Examinador  
A. Navarro Farell

Página  
1/1