

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(19) ES	(11) NUMERO	470963	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION		

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
807.868	20 Junio 1977	Estados Unidos
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G02B	
(54) TITULO DE LA INVENCION		
UNA FIBRA OPTICA DE VIDRIO CON RESISTENCIA A LA TRACCION MEJORADA Y UN METODO PARA LA FABRICACION DE DICHA FIBRA OPTICA.		
(71) SOLICITANTE (S)		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
STANDARD ELECTRICA, S.A.		
(72) INVENTOR (ES)	CHARLES KUEN KAO MOKHTAR SAYED MAKLAD	
(73) TITULAR (ES)	STANDARD ELECTRICA, S.A.	
(74) REPRESENTANTE	D. EUGENIO BARROSO ESPINOSA DE LOS MONTEROS	

Quando a una fibra le es aplicada una fuerza de tracción en la dirección de su eje la tensión en la superficie de la fibra aumenta considerablemente. Aunque sean tomadas precauciones para mantener a esta superficie libre de partículas de polvo y de agua, lo general es que la fibra resulte afectada de unas minúsculas grietas en su superficie y que al estar dicha fibra en un estado permanente de tensión, dichas grietas se propaguen fácilmente desde la superficie de la fibra hacia su núcleo, dando con ello lugar a un notable debilitamiento de la fibra con la correspondiente posibilidad de que se produzcan fracturas.

La presencia de moléculas de agua en la superficie del vidrio hace que la propagación de las grietas aumente y que pueda adelantarse a la rotura.

Un medio, por tanto, para aumentar la resistencia a la tracción de las fibras ópticas de vidrio para la comunicación consiste en aumentar la compresión superficial existente en la superficie de la fibra. El invento contempla un método para la reducción de la tensión superficial de la fibra mediante la aplicación a la superficie de la misma de unos recubrimientos que tengan un coeficiente de dilatación diferente del que tiene el material de la fibra óptica. Por ejemplo, la presencia sobre la superficie exterior del vidrio de una capa un bajo coeficiente de dilatación sitúa a esa superficie exterior en un estado de compresión que contrarresta la tensión aplicada a la fibra en su utilización.

Con el invento se proponen métodos y materiales para el recubrimiento de la superficie anterior de las fibras ópticas poniéndola en un estado de compresión. La capa para la compresión que se coloca sobre la superficie exterior de

la fibra óptica hace aumentar considerablemente las características de resistencia mecánica de la fibra.

Con una realización del invento la fibra óptica queda recubierta por una delgada lámina de cristal cuyo coeficiente de dilatación es inferior al de la fibra.

Otra realización del invento comprende el uso de unas delgadas películas metálicas con un coeficiente de dilatación térmica mucho mayor que el del material que constituye la fibra óptica de vidrio para la comunicación. La presencia de la capa de metal hace que la fibra pueda resistir mejor la compresión en dirección tanto radial como axial y la acción de estas fuerzas en la sección transversal de la fibra produce un notable aumento de la resistencia a la tracción de la fibra a lo largo de su eje longitudinal.

A continuación se hace una descripción del invento en relación con el dibujo que se acompaña, en el que

- la Fig. 1 es una sección transversal de una fibra óptica de cristal sobre cristal.
- la Fig. 2 es una representación gráfica de la relación existente entre la diferencia en la dilatación de las capas exteriores de la fibra de la Fig. 1 y la resistencia a la tracción de dicha fibra;
- la Fig. 3 es una sección transversal de una fibra de alta resistencia a la tracción de acuerdo con el invento;
- la Fig. 4 es otra realización más desarrollada de la fibra de la Fig. 3;
- la Fig. 4A es otra realización más desarrollada de la fibra de la Fig. 4;
- la Fig. 5 es una tabla que da las propiedades de dilatación de distintos materiales que pueden emplearse para las fibras

- de las Figs. 3 a 5;
- la Fig. 6 es una representación gráfica de las fuerzas de tracción y de compresión que existen en las fibras 3 a 5, y
  - la Fig. 7 es una representación gráfica de las mejores propiedades de resistencia mecánica de las fibras de acuerdo con el invento.

En la Fig. 1 se muestra una fibra óptica típica de cristal sobre cristal 10 que tiene un núcleo 11 que generalmente es de un compuesto de sílice así como el recubrimiento 12 es generalmente de un compuesto de sílice dopado con un agente reductor del índice de refracción o bien de sílice pura. Con este invento se produce un considerable aumento en la resistencia a la tracción de las fibras ópticas de cristal sobre cristal debido a que la capa exterior se pone en un estado de compresión. Ello se obtiene envolviendo al recubrimiento 12 con un material con coeficiente de dilatación térmica inferior al de dicho recubrimiento exterior de vidrio 12.

En la Fig. 2 vemos la relación A que tiene la diferencia de dilatación térmica entre las dos capas situadas mas al exterior de una fibra óptica de cristal sobre cristal respecto al aumento resultante en la resistencia a la tracción.

Dado que el coeficiente de dilatación térmica de la sílice pura es relativamente bajo (con valores de 5,5 a  $8 \times 10^{-7}$  cm/°C) resulta difícil encontrar materiales de más bajas propiedades de dilatación térmica para su aplicación sobre la superficie de la capa de sílice. La Fig. 3 muestra una capa 13 de bajo coeficiente de dilatación térmica que está situada sobre la capa exterior de recubrimiento 12 de la fibra 10 para que esta última capa quede sometida a la compresión. Como el coeficiente de dilatación térmica de la

sílice tiene un valor bajo es de mayor efectividad, cuando se emplea la sílice para la capa exterior 12, poner más de una capa de materiales sobre la superficie exterior de la fibra óptica.

5                    La Fig. 4 muestra otra realización de una fibra óptica 10 con mejores propiedades de resistencia que la de la realización de la Fig. 3. La fibra 10 de esta Fig. 4 tiene un núcleo 11, un recubrimiento 12, una capa de material de mayor dilatación térmica 14 y una capa exterior de material de baja dilatación térmica 13. La existencia de la capa de gran dilatación térmica 14 somete a compresión a la capa de baja dilatación térmica 13 situada encima de ella.

                    Cuando la fibra óptica 10 de la Fig. 4A es una fibra óptica de cristal sobre cristal que tiene un núcleo 11 de cristal de germanato y un recubrimiento 12 de cristal de borosilicato así como una capa resistente exterior 20 de sílice pura se usa en fibras formadas por deposición química mediante vapor con tubo de sílice. Las capas de alta y baja dilatación 14 y 13 son aplicadas del modo que sigue. Una vez depositados los cristales de germanato y de borosilicato en el interior del tubo de sílice y de haber hecho con éste una preforma, manteniendo dicha preforma a una temperatura elevada, le es aplicada la capa 14 depositando, por ejemplo, el cristal de borosilicato sobre la superficie exterior de la preforma y depositando a continuación sobre el cristal de borosilicato una capa de sílice para así formar la capa 13 de bajo coeficiente de dilatación.

                    Este método es muy indicado para las fibras ópticas de cristal sobre cristal de gran pureza ya que los cristales de gran pureza del núcleo y del recubrimiento son

depositados en el interior del tubo de sílice mientras que los cristales de alta y de baja dilatación se depositan en el exterior del tubo de sílice. Los cristales del encamisado no tienen por qué tener el mismo alto grado de pureza que los del núcleo y del recubrimiento por lo que pueden ser fácilmente depositados sin las precauciones inherentes a las técnicas de formación de depósitos de alta pureza.

Otros métodos alternativos para la formación de las capas 13 y 14 incluyen también la inserción de la preforma en el interior de unos tubos concéntricos de borosilicato y de sílice y el estirado del compuesto así formado para la obtención de una varilla. También pueden ser aplicadas las capas exteriores 13 y 14 sobre la fibra óptica una vez estirada la fibra, en lugar de hacerlo directamente sobre la preforma, o pueden ser aplicadas independientemente durante la fabricación de la fibra 10. Por ejemplo, la capa 14 puede ser aplicada directamente sobre la preforma y la capa 13 puede serle aplicada a la fibra 10 una vez hecho el estirado de la preforma.

En la Fig. 5 vemos una tabla en la que aparecen diferentes materiales que pueden ser usados para la capa interior que en las Figs. 4 y 4A tiene la designación 14 y para la capa exterior que tiene la designación 13. En dicha tabla se indican los valores del coeficiente de dilatación y las diferencias existentes en la dilatación con el uso de una determinada combinación de materiales para las capas interior y exterior (14 y 13) respectivamente.

Para determinar el aumento real que se tiene en la resistencia a la tracción de las fibras ópticas que contienen los dos recubrimientos que se han indicado y que se mues-

tran, en las Figs. 4 y 4A se ha determinado el tiempo de vida (hasta que se produce la rotura) en función del esfuerzo en diversas zonas o contornos, de las diferencias en el coeficiente de dilatación térmica entre los materiales de las capas exterior e interior (13 y 14 respectivamente) de las realizaciones de las Figs. 4 y 4A. En la Fig. 7 vemos que, para una fuerza constante aplicada a la fibra óptica 10 de las Figs. 4 y 4A con unas diferencias en los coeficientes de dilatación térmica de las capas 13 y 14 (que se indica en A) relativamente pequeñas, la rotura de la fibra se produce en un tiempo relativamente pequeño. Con unas diferencias mayores entre la dilatación térmica de las capas 13 y 14 (que se indican en B) vemos que para el mismo esfuerzo aplicado a la fibra el tiempo de vida de ésta ha aumentado. Vemos también en la Fig. 7 que el tiempo máximo de duración de la fibra sin romperse para un mismo esfuerzo de dicha fibra es el que se tiene en C, que es donde la diferencia entre las capas 14 y 13 es mayor.

En la Fig. 5 se relacionan diversos materiales de cristal que pueden ser usados para las fibras ópticas.

De acuerdo con el mejor uso que se puede obtener para la aplicación a la fabricación de la capa exterior 13 y de la interior 14 de los materiales de cristal que se relacionan, así como el desembolso correspondiente, dichos materiales deberán ser elegidos adecuadamente. También pueden ser empleadas composiciones no de cristal presentando los metales generalmente un coeficiente de dilatación térmica mayor que el del cristal y así se tiene que, cuando a la superficie exterior le es aplicado un metal, este hace que la capa de cristal sobre la que se asienta quede sometida a una

compresión estática elevada.

También se puede emplear la combinación de capas exteriores e interiores de materiales de metal y de cristal. Por ejemplo, para la realización de la Fig. 4, la capa 13 de coeficiente de dilatación mayor puede ser un metal y la  
5 de coeficiente de dilatación mayor puede ser un metal y la capa 14 de menor dilatación térmica puede ser un cristal.

Si bien los métodos y las estructuras de este invento han sido descritos como aplicación a las fibras ópticas de comunicación para la mejora de las propiedades de resistencia a la tracción de estas fibras, ello se ha hecho únicamente a modo de ejemplo, siendo el invento de aplicación a cualquier caso en que se pueda hacer uso de fibras de vidrio de alta resistencia mecánica.  
10

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Estados Unidos el día 20 de Junio de 1977, señalada con el No. 807.868 y se acoge, por tanto, a los convenios internacionales vigentes.  
15

-----NOTA-----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:  
20

1.- Una fibra óptica de vidrio con resistencia a la tracción mejorada la cual comprende: un material de cristal de núcleo que tiene un primer índice de refracción; un material de recubrimiento de cristal dispuesto sobre la superficie del material del núcleo y que tiene un segundo índice de refracción que es más bajo que el primer índice de refracción y un primer coeficiente de dilatación térmica; una capa de material sobre la superficie exterior de la capa  
25 de recubrimiento y la cual tiene un segundo coeficiente de  
30

dilatación térmica que difiere del primer coeficiente de dilatación térmica siendo causa de una diferencia en la expansión térmica entre la capa de recubrimiento y la capa exterior.

2.- La fibra óptica de la reivindicación 1 en la que el segundo coeficiente de dilatación térmica, que corresponde a la capa exterior, es menor que el primer coeficiente de dilatación térmica, que corresponde a la capa de recubrimiento.

3.- La fibra óptica de la reivindicación 1 en la que el segundo coeficiente de dilatación térmica, que corresponde a la capa exterior, es mayor que el primer coeficiente de dilatación térmica, que corresponde a la capa de recubrimiento.

4.- La fibra óptica de la reivindicación 1 en la que el material de la capa exterior que tiene el segundo coeficiente de dilatación térmica es un cristal.

5.- La fibra óptica de la reivindicación 3 en la que el material de la capa exterior que tiene el segundo coeficiente de dilatación térmica es un metal.

6.- La fibra óptica de la reivindicación 5 en la que el metal es elegido del grupo formado por el aluminio y el estaño.

7.- La fibra óptica de la reivindicación 1 la cual comprende: un material de cristal de núcleo que tiene un primer índice de refracción; un material de recubrimiento de cristal que tiene un índice de refracción menor que el del núcleo y un primer coeficiente de dilatación térmica; una capa de un primer material sobre el recubrimiento que tiene un coeficiente de dilatación térmica mayor que el del recubrimiento, y una capa de un segundo material dispuesta

sobre el primer material y que tiene un coeficiente de dilatación térmica más bajo que el del primer material y estando dicho segundo material en compresión respecto a dicho primer material.

5                   8.- Un método para la fabricación de una fibra óptica de vidrio con resistencia a la tracción mejorada según reivindicaciones 1 a 7 el cual comprende: la obtención de una preforma de fibra óptica consistente en un material de núcleo de sílice dopado que tiene un primer índice de refrac-  
10   ción y un material de recubrimiento de sílice dopado dispuesto sobre la superficie del material de núcleo y que tiene un segundo índice de refracción que es menor que el primer índice; la aplicación de una capa de cristal de un material que tiene un coeficiente de dilatación térmica que es menor  
15   que el de la capa de recubrimiento, y el estirado de la preforma óptica recubierta formando una fibra óptica.

                  9.- El método según reivindicación 8 el cual comprende: la obtención de una preforma maciza de núcleo de cristal de fibra óptica y material de recubrimiento; la aplica-  
20   ción de un material de cristal sobre la superficie de la sílice el cual tiene un coeficiente de dilatación térmica que es menor que el de la sílice, y el estirado de la preforma de sílice recubierta formando una fibra óptica.

                  10.- El método según reivindicación 8 el cual  
25   comprende: la elección de un material de substrato tubular que tiene un primer coeficiente de dilatación térmica; la formación de un depósito que constituye una capa de material de recubrimiento sobre la superficie interior del substrato tubular, teniendo dicha capa de material de recubrimiento  
30   un primer índice de refracción y un coeficiente de dilatación

térmica diferente del que tiene el substrato; la formación de un depósito de material de núcleo que tiene un segundo índice de refracción que es mayor que el índice de refracción del material de recubrimiento; calentamiento del substrato recubierto y formación del mismo para que sea una preforma de fibra óptica, y estirado de la preforma formando una fibra óptica.

11.- El método de la reivindicación 10 con el que el substrato tubular es un cristal.

10 12.- El método de la reivindicación 11 con el que el substrato de cristal tiene un coeficiente de dilatación térmica menor que el del material de recubrimiento.

13.- El método de la reivindicación 12 con el que el substrato de cristal tiene un coeficiente de dilatación térmica mayor que el del material de recubrimiento.

14.- Una fibra óptica de vidrio con resistencia a la tracción mejorada y un método para la fabricación de dicha fibra óptica.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representando en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta memoria consta de diez hojas escritas por una sola cara.



Madrid,

**EUGENIO BARROSO**  
Secretario General

*Eugenio Barroso*

