

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial

20 JUL. 1978



ESPAÑA

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

(10) ES

(11)

NUMERO

461.173

(16) A1

(21)

FECHA DE PRESENTACION

29-Julio-1.977

(22)

PATENTE DE INVENCION

(20) PRIORIDADES:		
(31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
718.632	30.8.76	EE.UU.
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(57) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H01P	
(14) TITULO DE LA INVENCION		
"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN GUIA ONDAS DE FIBRA DE VIDRIO FLEXIBLE, PARA LA TRANSMISION DE RADIACION OPTICA O ELECTROMAGNETICA"		
(7) SOLICITANTE (S)		
HUGHES AIRCRAFT COMPANY		(PD 76036)
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Centinela Avenue and Teale Street, Culver City, California, Estados Unidos de América.		
(73) INVENTOR (ES)		
Douglas A. Pinnow y Wolfgang Knauer		
(72) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE		
OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ		(P.- 66.432)

LEM.

UNE A-4 MOD. 3106

UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

POOR
QUALITY

ANTECEDENTES DEL INVENTO

5 El desarrollo de guíasondas de fibras ópticas de baja pérdida ha sido reseñado en libros de texto tales como el de N. S. Kapany titulado "Principios y Aplicaciones de las Fibras Ópticas", (Academic Press, Nueva York, 1967) y el de M. K. Barnoski titulado "Fundamentos de los Sistemas de Comunicaciones por Fibras Ópticas" (Academic Press, Nueva York, 1976). Se observará que los primeros 10 trabajos realizados a principios de la década de los cincuenta por Kapany y Hopkins en el Imperial College de Londres, y por Van Heel en Holanda, establecían la base para la transmisión de imágenes a lo largo de haces alineados de fibras de vidrio flexibles. Esto condujo a su 15 vez al desarrollo de fibroscopios y endoscopios flexibles para fines de inspección a distancia. En la década de los sesenta, las fibras ópticas se estaban usando para una gran diversidad de aplicaciones y se había admitido el potencial de las fibras de vidrio para el guiado de la 20 luz, como un medio de comunicación. El problema que planteaban las fibras de las que se disponía en esa época era la excesiva atenuación óptica, del orden de 1000 decibelios por kilómetro y aún mayor.

25 A últimos de 1970, la empresa Corning Glass Works fue la primera en comunicar que había logrado una fibra de 20 decibelios por kilómetro. Estas fibras de baja pérdida se hicieron con un revestimiento de sílice pura y un núcleo de sílice impurificada con adición de materiales de más alto índice de refracción, tales como 30 el óxido de titanio o el de germanio. La razón para la

adición de impurezas fue la de producir un índice de refracción ligeramente superior en la región central o de núcleo de la fibra, de modo que la luz pudiera ser guiada en toda la longitud por el procedimiento físico de reflexión interna total en la interfaz de núcleo-revestimiento. Desde entonces se han desarrollado otras fibras de baja pérdida, con pérdidas inferiores a 5 dB/km, pero todas éstas tienen también una superficie exterior de sílice pura o de vidrio de alto contenido en sílice. El actual éxito de tales fibras puede ser atribuido en grado considerable a la bien desarrollada tecnología de tratamiento para fabricar vidrio de sílice sintético de pureza ultra elevada.

El actual estado de la técnica de los guíasondas de fibra óptica de sílice con adición de impurezas, ha avanzado hasta el punto de que la baja pérdida se está convirtiendo en rutina y la mayor inseguridad técnica que puede todavía determinar el éxito o el fracaso de esta tecnología de combinación se refiere a la agrupación de la fibra en una estructura de cable que proteja a la sílice contra los elementos hostiles que puedan hacer que se rompa. La fragilidad de las fibras de vidrio es bien conocida y es la razón principal por la cual en algunos sistemas exploratorios primitivos se usaron haces de fibras de sílice en vez de cordones sencillos en sus tramos de datos ópticos. Un cierto tanto por ciento de las fibras del haz podrían romperse bajo los esfuerzos de instalación y de funcionamiento continuo, sin producir una interrupción del enlace. Aunque estos haces de fibras sirven bastante bien para demostrar la viabilidad del sistema, no son en ningún sentido adecuados para eventuales

ambientes de campo. Los avances conseguidos por la Corning Glass Works en el cableado, han dado por resultado un nuevo haz normal consistente en seis cordones de fibras. Aunque las fibras de vidrio siguen siendo bastante débiles, se refuerza el cable al incorporarse cordones de Kelvar (nombre de la marca comercial correspondiente a un polímero de alta resistencia recientemente desarrollado por la Dupont Company) en la camisa de plástico que rodea al cable.

Para muchas aplicaciones, la solución al problema exige, sin embargo, el reforzamiento de las fibras individuales. Cuando se dispone de fibras de gran longitud (de 1 kilómetro o más) de alta resistencia a la tracción (14.000 kg/cm^2 o superior), los enlaces de comunicaciones y de datos se pueden efectuar con un solo cordón de fibras ligero, en vez de con cables pesadamente armados o con haces.

Un objeto del presente invento es proporcionar tales fibras de gran longitud, de alta resistencia a la tracción, de baja pérdida.

Otro objeto de este invento es proporcionar tales fibras de alta resistencia y baja pérdida, las cuales incluyen además la previsión para transmisión simultánea de energía tanto óptica como eléctrica.

TECNICA ANTERIOR

Los guíasondas ópticos del tipo antes considerado se han descrito con mayor detalle en Patentes para los EE.UU. tales como las siguientes: la de S.E. Miller, N.º 3.434.774; la de D. A. Pinnow, N.º 3.778.132; la de

M. G. Blankenship, Nº 3.963.162; y la de R. D. De Luca Nº 3.788.827. Se ha realizado un esfuerzo considerable para poder recubrir tales guíasondas de fibra óptica con materiales orgánicos, tales como los termoplásticos y los polímeros curados con rayos ultravioletas. Estas capas son satisfactorias para un breve espacio de tiempo, pero no son herméticas. Finalmente dejarán pasar contaminantes, tales como la humedad, que atacarán a la superficie del vidrio y debilitarán la fibra. La capa metálica de este invento formará un verdadero cierre hermético que dará por resultado una continuada alta resistencia para largas vidas de trabajo.

Aunque en la antes citada Patente de Pinnow se describe una capa exterior 5 (descrita en las líneas 5-12 de la columna 3 de la Patente como una capa de protección diseñada para evitar diafotías entre líneas contiguas y consistente en un material muy absorbente, el cual absorbe la energía de la onda que es transmitida y el cual puede ser, por ejemplo, plástico o metalización con cromo depositado en forma de vapor), esa capa 5 es necesariamente muy delgada debido a que ha sido depositada en forma de vapor y no tiene ni una resistencia eléctrica suficientemente baja para que tenga conductividad eléctrica ni un grueso suficiente para reforzar la fibra. No es práctico, de hecho, conseguir tal grueso o un cierre hermético mediante la técnica del depósito en forma de vapor, la cual es de por sí lenta. La Patente de De Luca se refiere también al depósito en forma de vapor de un recubrimiento de plástico o de un metal hidrófobo sobre el guíasondas óptico por un procedimiento que requeriría que

la fibra no protegida pasase a través de una obturación hermética. El contacto entre la fibra y la obturación dañaría la superficie del guíaondas y, por consiguiente, lo debilitaría antes de que pudiera ser aplicado el recubrimiento.

De hecho, ha sido opinión de algunos expertos en esta técnica que los recubrimientos metálicos lo suficientemente gruesos como para proporcionar una función de reforzamiento serían también demasiado absorbentes para preservar la transparencia óptica de la fibra, a la vista del efecto perturbador del recubrimiento metálico en el campo de la propagación de energía electromagnética a través del guíaondas. Es decir, que se creía que un recubrimiento metálico lo suficientemente grueso como para reforzar la fibra daría por resultado una pérdida o atenuación óptica, debida a la absorción, tan grande como para hacer que la fibra dejase de ser útil como un canal de comunicación con baja pérdida. El presente invento está orientado hacia la solución de este aparente dilema.

Se han descrito métodos de aplicación de recubrimientos metálicos a fibra de vidrio, los cuales consisten en materiales sólidos homogéneos que no son guíaondas ópticos sino que están destinados a fines estructurales en telas y similares, en las siguientes Patentes para los EE.UU.: la de H. B. Whitehurst, y otros, N.º 2.928.716; la de B. L. Averbach, N.º 3.083.550; la de J. A. Grant, n.º 3.268.312; y en las Patentes Británicas expedidas a la Rolls Royce Limited, N.º 982.051, publicada con fecha 3 de Febrero de 1965 y N.º 1.038.534 publicada con fecha 10 de agosto de 1966. Se hace notar que la técnica física

de recubrimiento de fibras de vidrio con metales en estado fundido, mientras el vidrio está siendo estirado y está también en estado fundido, ha sido conocida de por sí durante algún tiempo, como se ha ilustrado en las Patentes de esas referencias. No obstante, nadie ha aplicado hasta el presente esa técnica al recubrimiento de guíasondas ópticos, ya que se ha considerado que el recubrimiento resultante, el cual es sensiblemente más grueso que el normalmente conseguido por depósito en forma de vapor o por pulverización catódica, sería tan grueso que perjudicaría a la transparencia óptica y daría por resultado una alta atenuación en el guíasondas. La enseñanza que se desprende del presente invento es que no ocurre así.

RESUMEN DEL INVENTO

De acuerdo con el presente invento, se usa una técnica de recubrimiento en la cual el metal solidifica sobre la superficie de la fibra al ser ésta estirada a través de un baño de metal fundido, para aplicar un recubrimiento de un metal, tal como de aluminio, a un guíasondas de fibra óptica de vidrio, que tiene un revestimiento de vidrio de sílice pura o de vidrio de alto contenido en sílice. El guíasondas de vidrio es llevado a través de un baño de metal fundido de modo que el metal obtura herméticamente la superficie del vidrio mientras está siendo formada y antes de que exista cualquier posibilidad de abrasión, de arañazos u otros daños a la superficie, lo cual se ha puesto de manifiesto que es la principal causa de debilitamiento de las fibras de vidrio. A fin de evitar una excesiva atenuación en la transmisión

5 óptica a través del guíaondas resultante, es esencial que la capa de revestimiento de vidrio entre el núcleo del guíaondas y el recubrimiento metálico así formado tenga un grueso del orden de 10 a 100 micras. A fin de que el recubrimiento metálico sirva para su función prevista, deberá tener un grueso del orden de 5 a 100 micras. Cuando se mantienen estos gruesos, puede ponerse de manifiesto que se obtiene un aumento inesperado de la resistencia de la fibra sin pérdida de flexibilidad y sin el aumento esperado de la atenuación del guíaondas.

10

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Estas y otras características, objetos y ventajas del invento se comprenderán mejor a la vista de la siguiente descripción detallada del invento, considerada juntamente con los dibujos que se acompañan, en los que las mismas partes se han designado por los mismos símbolos de referencia en todos ellos, y en los cuales:

15

La Fig. 1 es una vista en perspectiva, parcialmente en corte, que ilustra a escala ampliada los detalles del guíaondas de fibra óptica con revestimiento metálico del presente invento.

20

La Fig. 2 es un gráfico que ilustra el exceso de atenuación óptica originado por el recubrimiento metálico en función del grueso del revestimiento de vidrio normalizado.

25

La Fig. 3 es un diagrama de bloques que ilustra un tipo de aplicación a un sistema para el cual está especialmente adaptado el guíaondas del presente invento.

30

DESCRIPCION DETALLADA DEL INVENTO

En la Fig. 1 se ha ilustrado un guíasondas 10 de fibra óptica con revestimiento metálico de acuerdo con el presente invento. El guíasondas 10 comprende un núcleo central 11, un revestimiento de vidrio 12 que rodea concéntricamente al núcleo 11 y una camisa o recubrimiento metálico 13 que rodea concéntricamente al revestimiento de vidrio 12. La sección de núcleo 11 es preferiblemente de SiO_2 de alta pureza o de sílice con adición de impurezas que tiene un primer índice de refracción n_1 . La sección 12 de guiado o revestimiento puede ser de SiO_2 o de cualquier material de vidrio adecuado que tenga un índice de refracción n_2 ligeramente más bajo. El núcleo 11 puede tener un índice de refracción uniforme, o bien puede comprender dos o más capas, siendo cada capa sucesiva de índice de refracción más bajo que la que está debajo, de modo que se aproxime al gradiente parabólico de utilidad particular en estructuras de múltiples modos. El revestimiento 12 es usualmente de composición uniforme, pero puede ser también de una composición graduada.

La camisa metálica 13 comprende un metal maleable, en vez de un metal duro, a fin de evitar los efectos negativos de la atenuación por micro-flexión. Son metales maleables adecuados aquellos tales como el aluminio, el antimonio, el bismuto, el cadmio, la plata, el oro, el zinc, el plomo, el indio, el estaño y sus aleaciones, tales como las aleaciones de indio y plata., las aleaciones de aluminio y níquel, o las aleaciones de plata y oro. El metal seleccionado deberá presentar bajos regímenes de corrosión en su ambiente de funcionamiento y no

puede ser un metal duro tal como el cromo.

La camisa metálica 13 se aplica como recubrimiento sobre la superficie de sílice del revestimiento de vidrio 12 de la fibra 10, de tal modo que se proporcione un cierre hermético, ajustado, permanente y duradero alrededor de la fibra de vidrio. Se aplica el recubrimiento a la fibra durante la operación de estirado, inmediatamente después de salir del horno la fibra. Es importante aplicar el recubrimiento antes de que la fibra tenga la posibilidad de experimentar abrasión por la acción del tambor tomador sobre el cual se enrolla la fibra recubierta e incluso antes de que se enfríe la fibra hasta el punto de que la humedad ambiente pueda adherirse a su superficie.

El procedimiento de recubrimiento metálico puede efectuarse, por ejemplo, haciendo pasar el guíaondas de fibra óptica de vidrio a través de una copa de recubrimiento que contenga el metal fundido con el que haya de recubrirse la fibra, a una temperatura ligeramente superior a su punto de fusión. La copa tiene un pequeño agujero en su fondo, lo suficientemente grande como para que pase la fibra pero lo bastante pequeño como para que la tensión superficial del metal fundido impida que éste se salga. Al pasar la fibra de vidrio a través de la copa, solidifica sobre la superficie del vidrio una delgada capa de metal.

Para que existan condiciones apropiadas para la formación de una capa de metal adherente y resistente sobre la superficie de la fibra, se requiere que la temperatura del baño de metal a través del cual se hace pasar

el vidrio sea ligeramente mayor que su punto de fusión y que al mismo tiempo la temperatura de la fibra de vidrio sea algo inferior a ese punto de fusión. El grueso de la capa metálica (dimensión C en la Fig. 1) se controla ajustando para ello el régimen de estirado de la fibra y la diferencia de temperaturas entre la fibra y el baño metálico. Típicamente, el grueso C de la camisa metálica 13 estará comprendido en el margen de 5 a 100 micras, y de preferencia estará comprendido en el margen de 10 a 50 micras. El grueso máximo está limitado por el requisito de que no se perjudique la flexibilidad de la fibra, mientras que el grueso mínimo viene fijado por la exigencia de conseguir una adecuada protección contra la abrasión.

A fin de conseguir estos efectos sin que al mismo tiempo se perjudique la transparencia óptica del guíaondas debido a una excesiva atenuación óptica resultante del recubrimiento metálico, se ha comprobado que es necesario mantener el grueso radial de la capa 12 de revestimiento de vidrio (dimensión B en la Fig. 1) en el margen de 10 a 100 micras, y de preferencia en el margen de 15 a 30 micras. El radio A del núcleo 11 deberá estar comprendido en el margen desde una micra, para fibras de modo único, hasta 100 micras, para fibras de múltiples modos. Para las fibras corrientemente usadas de múltiples modos, el margen preferido para el radio A está comprendido entre 15 y 50 micras. Este margen preferido surge como solución de compromiso entre la facilidad del empalme de las fibras, favorecida por los núcleos grandes, y el coste del material del núcleo de pureza ultra elevada,

al que favorecen los núcleos más pequeños. El diámetro total del guíaondas 10 deberá ser, sin embargo, menor de 250 micras. Es decir, la suma del radio A del núcleo 11 más el grueso B del revestimiento de vidrio 12, más el grueso C de la camisa metálica 13, deberá ser menor de 125 micras, a fin de mantener una razonable flexibilidad del guíaondas.

El guíaondas 10 de fibra óptica resultante tiene una resistencia a la tracción de 14.000 kg/cm^2 o mayor. La alta carga unitaria de rotura a la tracción referida a la sección primitiva del material de fibra de vidrio es sabido que tiene un valor de aproximadamente 140.000 kg/cm^2 y es por tanto sobradamente adecuada para conseguir un nivel final deseado superior a 14.000 kg/cm^2 . La razón de que no se hayan preparado hasta el presente fibras largas con resistencias que se aproximen a ese valor de la carga de rotura, es que la presencia de fisuras superficiales submicrométricas, originadas ya sea por ligeras abrasiones mecánicas durante y después de la operación usual de estirado de la fibra o ya sea por ataque químico de los contaminantes atmosféricos, tales como la humedad, debilitaban la fibra. El desastroso efecto de las fisuras superficiales en la resistencia del vidrio es bien conocido. De hecho, cualquiera que haya alguna vez rayado una lámina de vidrio para definir la posición de la rotura puede apreciar la notable influencia de tales fisuras superficiales en la resistencia de los materiales frágiles, tales como el vidrio.

El cuidado trabajo de Proctor y otros, comunicado en las Memorias de la Royal Society, Volumen 297A,

página 534 (1967) establecía que la resistencia inicial o primitiva de las fibras de sílice es siempre alta e insensible a las condiciones particulares de estiramiento. El problema de conseguir una alta resistencia se reduce, por lo tanto, a preservar ese valor inicial. Los únicos factores que se han identificado como reductores de la resistencia de la fibra son los daños mecánicos y el ataque químico a la superficie de la fibra por las impurezas. Incluso la fatiga estática se ha atribuido por completo a las impurezas superficiales. La camisa o capa metálica 13 proporciona buena protección mecánica y un cierre hermético contra la contaminación. Se puede conseguir protección mecánica adicional y aislamiento eléctrico, en la medida en que se precisen, aplicando para ello un recubrimiento 14 de plástico extruido exteriormente a la camisa metálica 13.

El análisis de la influencia del efecto de una capa límite metálica sobre el guíaondas de sílice con adición de impurezas, que comprende el miembro de núcleo 11 y el revestimiento de vidrio 12, indica (como se ha ilustrado en la Fig. 2) que, al contrario de lo que indicaban algunas creencias que prevalecían en la técnica anterior, su influencia sobre la atenuación óptica es despreciable si el grueso del vidrio del revestimiento excede de aproximadamente 20 micras. En la Fig. 2, el grueso B del revestimiento se ha representado expresado en forma de grueso normalizado, siendo éste el grueso físico dividido por la longitud de onda de la energía que se propaga a través del guíaondas. Puesto que la región del espectro de baja pérdida en la transmisión de los guíaondas de fibra está

próxima a la de los infrarrojos, aproximadamente de 0,7 a 1,3 micras, es conveniente tomar como valor aproximado de la longitud de onda de trabajo el de 1 micra. En este caso, las abscisas de la Fig. 2, las cuales corresponden a unidades normalizadas, pueden leerse directamente en micras. Puede verse que cuando el grueso del revestimiento para los diversos metales que han sido analizados excede de aproximadamente 20 micras, el exceso de atenuación óptica debido al recubrimiento metálico es inferior a 2 dB/km. Para la mayoría de las aplicaciones es aceptable un valor bajo como éste de la atenuación en exceso. En casos especiales, en los que se requiera un exceso de atenuación óptica todavía más bajo, se debe aumentar el grueso del vidrio de revestimiento, de acuerdo con los valores especificados en la Fig. 2.

Puesto que los revestimientos de vidrio en la mayoría de los actuales guíaondas de baja pérdida, son realmente del orden de 25 micras, la capa metálica no impone limitación alguna nueva al tamaño del guíaondas.

En el análisis, el resultado del cual se ha ilustrado en la Fig. 2, se supuso una diferencia típica entre los índices de refracción del núcleo y del revestimiento del 1%. Cualitativamente, el exceso de pérdida por atenuación óptica se debe a la penetración de campo evanescente de los modos guiados a través del vidrio del revestimiento y dentro de la capa metálica, que tienen un índice de refracción complejo. A medida que aumenta el grueso del revestimiento, la magnitud del campo evanescente que llega a la capa metálica disminuye exponencialmente, como se ha ilustrado mediante el gráfico.

Aunque la exigencia de un mínimo de exceso de atenuación fija el grueso mínimo para el revestimiento de vidrio 12, la exigencia de un reforzamiento efectivo de la fibra fija el grueso mínimo C para la camisa metálica 13. Esta camisa o recubrimiento metálico deberá tener del orden de 5 a 100 micras, y de preferencia de 10 a 50 micras. Una camisa de ese grueso proporcionará el cierre hermético y la función de reforzamiento necesarios, y en el caso en que el metal sea un buen conductor eléctrico, tal como el aluminio, proporcionará simultáneamente un buen conductor eléctrico, ya que su resistencia es del orden de 3,2 ohmios por metro. Aunque la función principal de la camisa es la de reforzar la fibra, hay muchas aplicaciones en las que es esencial o deseable tener un canal de comunicación eléctrica para uso simultáneamente con el guíaondas óptico. Tales configuraciones de sistemas se han ilustrado en general por el diagrama de bloques de la Fig. 3.

En la Fig. 3 se observará que el guíaondas 10 está conectado entre una primera fuente óptica y/o detector 20 y un segundo de tales equipos, 21. La conexión al guíaondas óptico se efectúa por cualesquiera medios de acoplamiento óptico adecuados 22 y 23, respectivamente. Las técnicas para acoplamiento y las técnicas para multiplexaje o para transmisión en múltiples modos a través de guíaondas ópticos son bien conocidas en la técnica. Puede usarse, por supuesto, cualquiera de tales técnicas.

Además de para la transmisión óptica, el guíaondas 10 es también apto para proporcionar transmisión de una o más señales eléctricas, a través de la camisa metá-

lica 13. Como se ha indicado en la Fig. 3, una primera fuente y/o detector de energía eléctrica 24 está conectada a la camisa metálica 13 por un extremo de la fibra y una segunda de tales fuentes 25 está conectada a la fibra por su otro extremo. En un ejemplo, la señal eléctrica puede no ser más que una corriente para una campanilla o un timbre, en aplicaciones en las que se use el guíaondas óptico para transmitir señales de video de banda ancha, como desde instalaciones con teléfono con imagen u otro equipo de televisión en circuito cerrado. En otra aplicación típica, la fibra 10 puede ser desenrollada desde un misil u otra plataforma volante, de vuelta a un panel de control en el lugar del lanzamiento. Tales misiles pueden ser equipados con una cámara de televisión en su morro para "ver" el sitio al que van. Las señales de video procedentes de tal cámara de televisión pueden ser convenientemente transmitidas a través del guíaondas óptico al lugar de lanzamiento simultáneamente con la transmisión de señales eléctricas de guiado del misil desde el lugar de lanzamiento, a través de la camisa metálica 13, de vuelta al misil para guiar su trayectoria hasta un blanco deseado, el cual puede ser visto simultáneamente en una presentación de la señal de video.


En aplicaciones tales como éstas, ambas funciones de la camisa metálica: la de conductividad eléctrica y la de preservación de la resistencia mecánica de la fibra, son de la máxima importancia.

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un guíasondas de fibra de vidrio flexible, para la transmisión de radiación óptica o electromagnética, consistiendo dicho guíasondas esencialmente en un miembro de núcleo de vidrio que tiene un primer índice de refracción mínimo para dicha radiación y un revestimiento de vidrio que rodea concéntricamente a dicho núcleo, incluyendo dicho revestimiento de vidrio al menos una capa que tiene un segundo índice de refracción para dicha radiación, el cual es menor que el mínimo de dicho primer índice de refracción en al menos el 0,1% para producir una reflexión interna total de dicha radiación óptica en la interfaz de núcleo-revestimiento y para guiar con ello dicha radiación óptica a lo largo de dicho guíasondas, cuyo perfeccionamiento comprende: medios para preservar la resistencia mecánica primitiva de dicho guíasondas de fibra de vidrio sin interferir sustancialmente con la transparencia óptica del guíasondas ni con la flexibilidad del mismo, comprendiendo dichos medios un recubrimiento de metal maleable que cierra herméticamente la superficie exterior de dicho revestimiento de vidrio, estando comprendido el grueso de dicha capa de revestimiento de vidrio entre dicho núcleo y dicho recubrimiento metálico en el margen de 10 a 100 micras, y estando el grueso de dicho recubrimiento metálico en el

10
15
20
25
30



1 margen de 5 a 100 micras, pero siendo el diámetro exterior de dicho guíaondas de fibra de vidrio compuesto menor de 300 micras.

5 2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales el grueso de dicho revestimiento de vidrio está en el margen entre 15 a 30 micras.

10 3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales el grueso de dicho recubrimiento metálico está en el margen entre 10 y 50 micras.

4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicho recubrimiento metálico es de aluminio.

15 5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicho guíaondas de fibra de vidrio recubierto con metal tiene una resistencia a la tracción de al menos 14.000 kg/cm^2 en una longitud de un kilómetro o mayor.

20 6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales la resistencia eléctrica de dicho recubrimiento metálico no excede de 3,2 ohmios por metro.

25 7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicho recubrimiento metálico se aplica a dicho revestimiento de vidrio mientras dicho guíaondas de fibra de vidrio está siendo estirado, para evitar con ello la posibilidad de daños a la superficie de dicha fibra.

30 8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 7ª, según los cuales dicho recubrimiento metá-

03068

POOR
QUALITY

1 lico se aplica estirando la fibra de vidrio a través de
un baño de metal fundido.

5 9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 8ª, según los cuales la temperatura de la fibra al entrar ésta en el baño de metal fundido es inferior al punto de fusión del metal.

10 10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicho recubrimiento metálico se elige de entre el grupo constituido por el antimonio, el bismuto, el cadmio, la plata, el oro, el zinc, el plomo, el estaño, el aluminio o las aleaciones de estos metales.

15 11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales se aplica a dicho dispositivo una camisa de polímero exterior para protección mecánica adicional.

20 12ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales el dispositivo incluye además: (a) medios para aplicar una señal óptica a por lo menos un extremo del núcleo de dicho guíaondas de fibra de vidrio y medios para detectar dicha señal óptica en el otro extremo del mismo; y (b) medios para aplicar una señal eléctrica a por lo menos un extremo del recubrimiento metálico de dicho guíaondas de fibra de vidrio y medios para detectar dicha señal eléctrica en el otro extremo del mismo.

25 30 13ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales el dispositivo incluye además medios para aplicar una señal óptica a un primer punto en dicho guíaondas de fibra de vidrio y medios para detectar dicha señal óptica en un segundo punto en

03068


**POOR
QUALITY**

1 -dicho guíasondas de fibra de vidrio alejado de dicho primer punto en el cual se aplica al mismo dicha señal.

5 14^a.- Perfeccionamientos introducidos en un guíasondas de fibra de vidrio flexible, para la transmisión de radiación óptica o electromagnética.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado,

10 Esta Memoria consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 14 JUN 1978

P.A.

Oscar de Elizaburo
Por Poder.



15

20

25

30

03068

jga



POOR
QUALITY

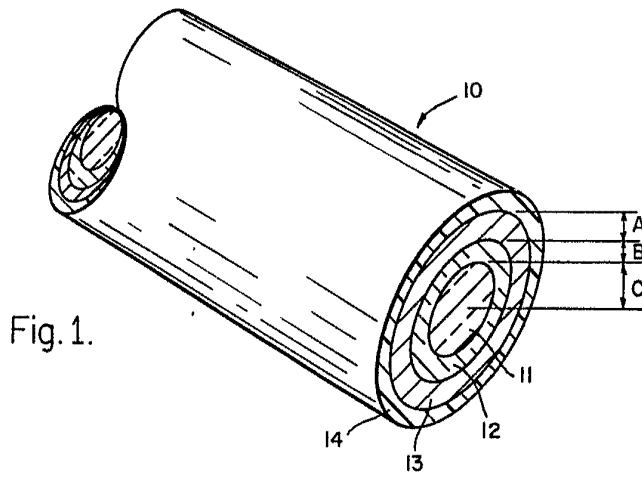


Fig. 1.

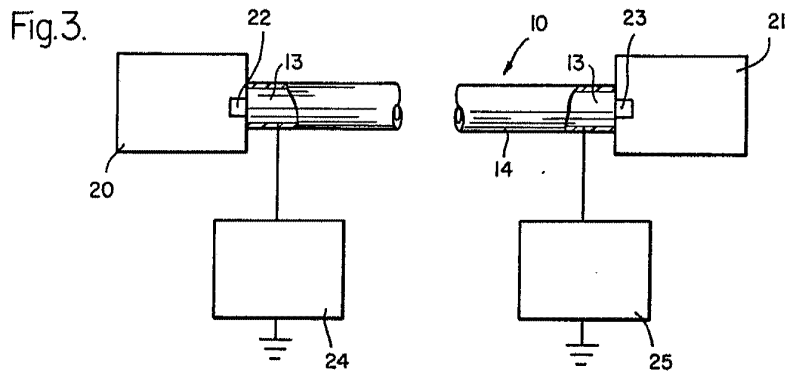


Fig. 3.

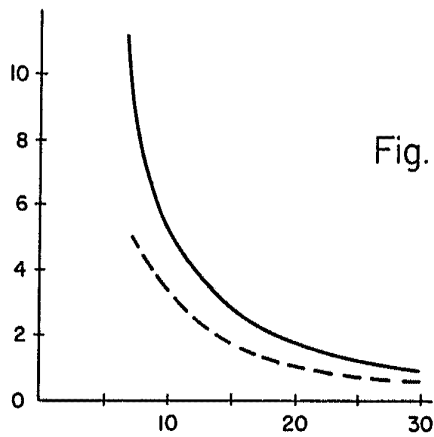


Fig. 2.

Oscar de Elizaburu
Por Poder