

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10 ES 11 463986 10 A1  
21  
27  
FECHA DE PRESENTACION

*Elaboración*

**CONCEDIDA**

**PATENTE DE INVENCION**

|  |                                |                                      |
|--|--------------------------------|--------------------------------------|
| 50 PRIORIDADES:  |                                |                                      |
| 51 NUMERO  | 52 FECHA                       | 53 PAIS                              |
| 46846/76   | 10. Nov. 76                    | Gran Bretaña                         |
| 47 FECHA DE PUBLICIDAD                                 | 51 CLASIFICACION INTERNACIONAL | 52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
|  | H01R                           |                                      |
| 54 TITULO DE LA INVENCION                              |                                |                                      |
| "UN METODO MEJORADO PARA EL EMPALME DE FIBRAS OPTICAS" |                                |                                      |
| 71 SOLICITANTE (S)                                     |                                |                                      |
| STANDARD ELECTRICA, S.A.                               |                                |                                      |
| DOMICILIO DEL SOLICITANTE                              |                                |                                      |
| Madrid, calle de Ramirez de Prado, nº 5.               |                                |                                      |
| 72 INVENTOR (ES)                                       |                                |                                      |
| Martin Chown<br>b<br>David George Dalgoutte            |                                |                                      |
| 73 TITULAR (ES)  |                                |                                      |
| STANDARD ELECTRICA, S.A.                               |                                |                                      |
| 74 REPRESENTANTE                                       |                                |                                      |
| D. Manuel Gómez Santamaria.                            |                                |                                      |

UNE A - 4 MOD. 3106

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta. UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

20. JUN 1978

Este invento se refiere al empalme de las fibras ópticas y es modificación de la solicitud de patente británica N<sup>o</sup> 00625/76 de los mismos autores.

En el invento de referencia al extremo de una de las fibras que van a ser empalmadas entre sí es introducido en un manguito de cristal hasta que la fibra llegue aproximadamente a la mitad de la longitud del orificio del manguito, siendo sometida a calentamiento la zona del manguito que tiene insertada la fibra, para hacer que se deforme sobre ella. El calentamiento tiene que ser debidamente controlado para que la deformación no se extienda demasiado y llegue a obturar algo el orificio más allá del extremo de la fibra. A continuación es insertada la otra fibra en el manguito y se la sujeta prácticamente a tope con la anterior habiendo entre los extremos de las mismas un medio de acoplamiento de los índices.

En el proceso que acaba de reseñarse hay una operación crítica que es la de obtención de la deformación del manguito alrededor de uno de los extremos de fibra. Cuando esta deformación tiene que ser hecha en el trabajo de campo requiere el uso de una plantilla especial que sea adecuada para su empleo en condiciones precarias. El presente invento modifica el anterior de modo que los empalmes puedan ser hechos en el campo sin tener que efectuar la deformación del manguito sobre uno de los extremos de fibra.

De acuerdo con el presente invento se provee un método para el empalme de fibras ópticas entre un extremo de una primera fibra óptica y un extremo de una segunda fibra óptica de la misma sección transversal que la primera, cuyo método de empalme incluye la provisión de un manguito

de cristal que tenga un orificio en el que las fibras ajusten con posibilidad de deslizamiento; la colocación en la zona central del orificio del manguito de una pieza de enlace de fibra óptica de cristal, con una sección transversal igual a la de la primera y la segunda fibra óptica y con una longitud menor que la del manguito, dejando sin obstruir el orificio del manguito en sus zonas extremas, y la colocación y sujeción de la pieza de enlace en el interior del manguito calentando la zona central del mismo para que se deforme alrededor de la pieza de enlace prácticamente en toda la longitud de dicha pieza de enlace pero manteniendo en las zonas del manguito a uno y otra lado de la pieza de enlace la amplitud suficiente en el orificio para poder introducir en ellas el extremo de la primera y la segunda fibras.

El invento consiste igualmente en un método para el empalme de dos fibras ópticas con el que los extremos de las fibras son insertados en el interior de una pieza de acoplamiento y son sujetados a tope con los extremos de la pieza de enlace teniendo entre los extremos a tope un medio de acoplamiento de los índices de refracción.

A continuación se hace una descripción del proceso de acoplamiento de las fibras ópticas de acuerdo con el invento en una forma preferida, haciendo referencia al dibujo que se acompaña, en el que:

- las Figs. 1 y 2 muestran respectivamente una sección longitudinal y una sección transversal de los elementos de empalme de una fase intermedia del proceso;
- la Figs. 3 muestra los elementos de empalme de las Figs. 1 y 2 ya con la configuración definitiva, y
- la Fig. 4 muestra un par de fibras con empalme óptico y

sus elementos de empalme.

Podemos ver que se ha hecho uno de un manguito de cristal 10 de aproximadamente 1 cm. de longitud y en cuyo orificio se introduce una fibra óptica de cristal, de una longitud menor, que constituye la pieza de enlace 11 para el empalme. El índice de reflexión gradual en la sección transversal de esta pieza de enlace se elige de modo que sea el mismo que el de las fibras que van a ser empalmadas. Típicamente la longitud de la pieza de enlace es de 3 mm, su diámetro de 100  $\mu\text{m}$  y está hecha de cristal de un alto punto de fusión, como puede ser sílice (el índice de refracción gradual que es requerido se obtiene por un dopado de la sílice). El manguito 10 es de un cristal compuesto, de un punto de fusión más bajo, pudiendo ser re-

blandido a una temperatura con la que la pieza de enlace no se reblandezca. En el caso de empalme de fibras de sílice la pieza de enlace 11 conviene que sea sacada del mismo material que las mismas fibras. El manguito 10 conviene que sea hecho por estirado de un trozo de tubo de un diámetro mayor, eligiendo una zona del material estirado cuyo orificio ajusta con posibilidad de desplazamiento con la pieza de enlace. Un manguito típico para una pieza de enlace de un diámetro de 100  $\mu\text{m}$  tiene un diámetro exterior de unos 400  $\mu\text{m}$  y un orificio de aproximadamente 130  $\mu\text{m}$ . También se le pueden hacer al manguito en su pared un par de aberturas 12 y, en ese caso, conviene que sean hechas por mecanizado con laser de  $\text{CO}_2$  y dejando entre ellas una distancia igual a la longitud de la pieza de enlace. Otra característica discrecional es la de que el manguito tenga sus extremos ligeramente abocinados, con objeto de facilitar la inser-

ción de las fibras ópticas, un método de obtención de esto es por un abocardado de los extremos del manguito con la punta de una aguja caliente.

5 Cuando la pieza de enlace que se emplea es de sílice el manguito puede ser de un cristal corriente de borosilicato. La desigualdad de la expansión térmica de la sílice con esta clase de cristal puede producir algunas tensiones en el sellado de un cristal con el otro. En aquellos casos en los que, debido a razones mecánicas  
10 u ópticas, estas tensiones sean demasiado grandes para poder ser aceptadas, puede usarse para el manguito un cristal de alta sílice (con un 96% de  $\text{SiO}_2$ ). También pueden reducirse las tensiones utilizando en su lugar un cristal de un punto de fusión bajo, como puede ser un cristal de plomo.

15 La pieza de enlace es colocada aproximadamente en el centro del orificio del manguito (si el manguito tiene orificios laterales 12, la pieza de enlace se sitúa exactamente entre ellos). A continuación se coloca el manguito sobre un par de soportes de alúmina 16 con lo cual queda situado en el interior del bucle central de un hilo calefactor por resistencia 17, en forma de M. El hilo resistente 17  
20 queda aproximadamente en el centro del manguito y los soportes aproximadamente en el punto central entre el hilo 17 y el extremo del manguito, formándose así una estructura en voladizo equilibrada. La separación entre los lados del bucle central del hilo resistente viene a ser de típicamente de 1,5 mm. y la profundidad de dicho bucle mismo puede oscilar entre 3 y 4 mm., con lo que el manguito puede ser insertado  
25 lo bastante profundo para que en su alrededor se produzca un calentamiento prácticamente uniforme.  
30

El hilo de resistencia 17 hace que el manguito se reblandezca y que se deforme sobre la fibra. Esta deformación es observada con un microscopio, vigilando el cambio que se produce en el manguito al ponerse en contacto con la superficie de la pieza de enlace. La zona que antes se pone en contacto con la pieza de enlace es la más próxima al hilo 17, extendiéndose a continuación esta zona de contacto en los dos sentidos; la velocidad con que ello ocurre depende de las condiciones en que se efectúa el calentamiento, las cuales pueden ser fácilmente ajustadas para que dicha velocidad de avance sea de uno o dos mm. por minuto; la terminación del calentamiento y con ello el avance de la zona de contacto cuanto éste llega a un determinado punto es entonces cosa fácil. El calentamiento se da por terminado cuando la zona de contacto esté casi llegando a los extremos de la pieza de enlace (Fig. 3), dejando así un pequeño margen para que no exista el riesgo de que el manguito llegue a deformarse dónde ya no hace contacto con la pieza de enlace, con lo que su orificio central podría quedar con un diámetro menor que el de la pieza de enlace, lo cual impediría la inserción completa de las fibras en el manguito. El calentamiento puede ser hecho comenzando en el centro longitudinal de la pieza de enlace, en cuyo caso el hilo resistente 17 puede quedar estacionario, o bien puede hacerse comenzando cerca de un extremo en cuyo caso, una vez que la región de contacto haya avanzado hasta casi el extremo, el hilo resistente es desplazado a lo largo del manguito hacia el otro extremo de la pieza de enlace, extendiendo la zona de contacto en un solo sentido.

30

Una vez que el manguito y la pieza de enlace

se han enfriado se puede proceder a hacer el empalme. Para su descripción nos referiremos a la Fig. 4. En ella vemos las dos fibras ópticas 40 y 41 que han de ser empalmadas, las cuales tienen un recubrimiento protector de plástico 42 de un diámetro exterior que típicamente es de 1 mm. Este recubrimiento es arrancado de los extremos de la fibra en una distancia algo mayor que la profundidad con la que la fibra desnuda pueda ser insertada en el manguito.

Las fibras se sujetan al manguito con un adhesivo transparente con curado por luz ultravioleta 44, tal como el que es fabricado por la firma Loctite U.K. Ltd, de Inglaterra, bajo la designación de "357 Optical U.V. Adhesive" o bien el fabricado por Elosol Ltd., de Zurich, con la designación de "Vitalit Type DAC". El adhesivo 44 ejerce dos funciones ya que, en primer lugar, sirve para fijar las fibras en posición dentro del manguito y, además, porque actúa como medio de acoplamiento del índice que rellena todos los espacios entre los extremos de las fibras y los extremos de la pieza de enlace. Cuando los extremos de las fibras han sido ya puestos a tope contra los extremos de la pieza de enlace se somete el conjunto a una iluminación con luz ultravioleta para que el adhesivo cure y quede hecho el empalme.

El adhesivo puede ser aplicado a las fibras o al orificio del manguito antes de hacer el ensamble o bien puede ser aplicado después de ensamblado y hacer que fluya al interior por capilaridad. La finalidad de los orificios laterales 12 (cuando se hacen) es facilitar la salida de las burbujas de aire que se pueden formar entre los extremos a tope de las fibras y de la pieza de enlace. Estos orificios

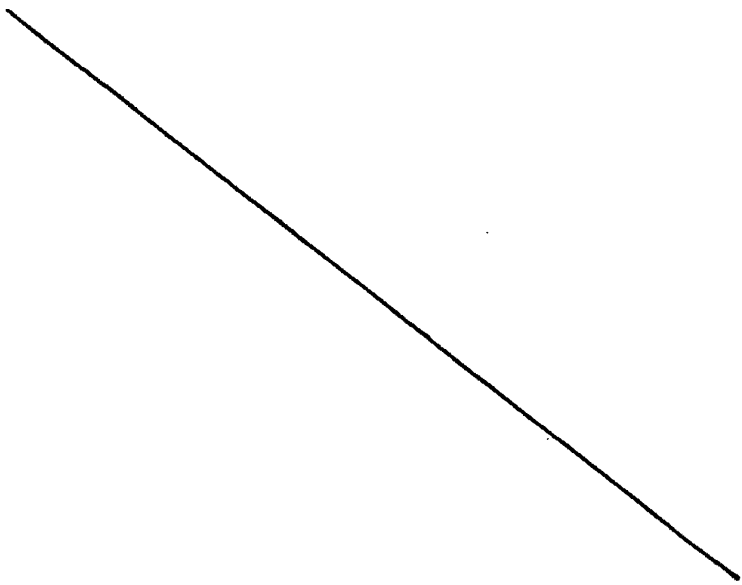
no son por lo general esenciales, siendo en muchos casos posible desplazar las burbujas hacia un lado mediante el efecto de ariete con un pequeño movimiento alternativo de las fibras en dirección axial.

5 El empalme ya terminado presenta una cierta debilidad mecánica en los puntos por donde las fibras desnudas salen del manguito, por lo que conviene dar una protección siendo un método preferido para ello el de deslizar sobre una de las fibras, antes de hacer el empalme, un miembro  
10 tubular de refuerzo 45, el cual es llevado sobre el empalme una vez terminado éste, extendiéndose desde encima del recubrimiento de plástico de una fibra hasta encima del recubrimiento de plástico de la otra fibra, pasando por encima del empalme. Este miembro tubular de refuerzo puede ser un  
15 trozo de tubo de plástico contraíble al calor que es fijado en su sitio por calentamiento o bien puede consistir en una estructura rígida, como un trozo de tubo hipodérmico que se fija por cada extremo con una capa 46 de un adhesivo de fraguado rápido como puede ser un adhesivo de acrilato  
20 ciánico.

En muchas aplicaciones las dos fibras que han de empalmarse no solamente tendrán la misma sección transversal sino también el mismo índice de refracción gradual en su sección transversal. No obstante, ello no ocurrirá  
25 así en algunas aplicaciones. Por ejemplo, en la inserción entre dos trozos de fibra de idéntico índice de refracción en la sección transversal de un trozo de fibra con diferente índice de refracción gradual en la sección transversal (para que actúe como filtro de modos) haciendo dos empalmes.  
30 Uno de los usos de estos filtros de modos se describe en

el informe titulado "Modē Mixing With Reduced Losses in Parabolic-Index Fibres" (Mezclado de modos con pérdidas reducidas en fibras de índice parabólico) de D. Marcuse, que apareció en "The Bell System Technical Journal" (Revista técnica del Sistema Bell) en el Nº 6 del Volumen 55, 5 pags. 777 a 802 (Julio/Agosto de 1976). En lugar de hacer dos empalmes para insertar el filtro de modos entre las dos fibras con idéntico índice de refracción gradual en la sección transversal es también posible la obtención de 10 una medida del filtrado de modos mediante un solo empalme siempre que la pieza de enlace de la fibra óptica en el mismo tenga el adecuado índice de refracción gradual en la sección transversal.

Este invento corresponde a una solicitud de 15 patente formulada en Inglaterra el día 10 de Noviembre de 1976, señalada con el Nº 46846/76 y se acoge por tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.




## -----NOTA-----

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

5                   1.- Un método mejorado para el empalme de fibras  
ópticas entre un extremo de una primera fibra óptica y un  
extremo de una segunda fibra óptica de la misma sección  
transversal que la primera, cuyo método de empalme incluye  
la provisión de un manguito de cristal que tiene un orificio  
10 en el que las fibras ajustan con posibilidad de desplazamiento  
la colocación en la zona central del orificio del manguito  
de una pieza de enlace de fibra óptica de cristal, con una  
sección transversal igual a la de la primera y la segunda  
fibra óptica y con una longitud menor que la del manguito,  
15 dejando sin obstruir el orificio del manguito en sus zonas  
extremas, y la colocación y sujeción de la pieza de enlace  
en el interior del manguito calentando la zona central del  
mismo para que se deforme alrededor de la pieza de enlace  
prácticamente en toda la longitud de dicha pieza de enlace  
20 pero manteniendo en las zonas del manguito a uno y otro lado  
de la pieza de enlace la amplitud suficiente en el orificio  
para poder introducir en ellas el extremo de la primera y  
la segunda fibras.

25                   2.- Un método de acuerdo con la reivindicación  
1 en el que se incluye la operación de hacer un par de ori-  
ficios en la pared del manguito, cuyos orificios se encuen-  
tran situados inmediatamente pasado cada extremo de la pieza  
de enlace.

30                   3.- Un método de acuerdo con la reivindicación  
1 ó 2 con el que la pieza de enlace está hecha de sílice.



4.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 con el que el manguito está hecho de un cristal de borosilicato.


5 3 ó 4 con el que dichos extremos de fibra óptica son introducidos en los extremos opuestos del manguito y son fijados en el mismo teniendo sus extremos prácticamente a tope con los extremos de la pieza de enlace y con un medio de acoplamiento del índice entre dichos extremos a tope.

10 6.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5 con el que las fibras ópticas son fijadas en el manguito con un adhesivo de curado con luz ultravioleta que hace a la vez de medio de acoplamiento del índice.

15 7.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6 con el que las fibras ópticas son fibras ópticas de cristal con recubrimiento protector de plástico y con el que el recubrimiento protector de plástico es arrancado de los extremos de la fibra en una longitud suficiente que permita la inserción de los extremos de las fibras en el manguito a la profundidad requerida.

20 8.- Un método de acuerdo con la reivindicación 7 con el que en el exterior del empalme se coloca un miembro tubular de refuerzo uno de cuyos extremos se fija al recubrimiento protector de plástico de una de las fibras y el otro extremo se fija al recubrimiento protector de plástico de la otra fibra.

30 9.- Un método de acuerdo con la reivindicación 8 con el que el miembro tubular de refuerzo es un trozo de tubo de un material contraíble al calor el cual se fija por calentamiento al recubrimiento de plástico de ambas fibras.



10.- Un método de acuerdo con la reivindicación 8 con el que el miembro tubular de refuerzo es un trozo de tubo rígido que se fija con adhesivo al revestimiento plástico de ambas fibras.

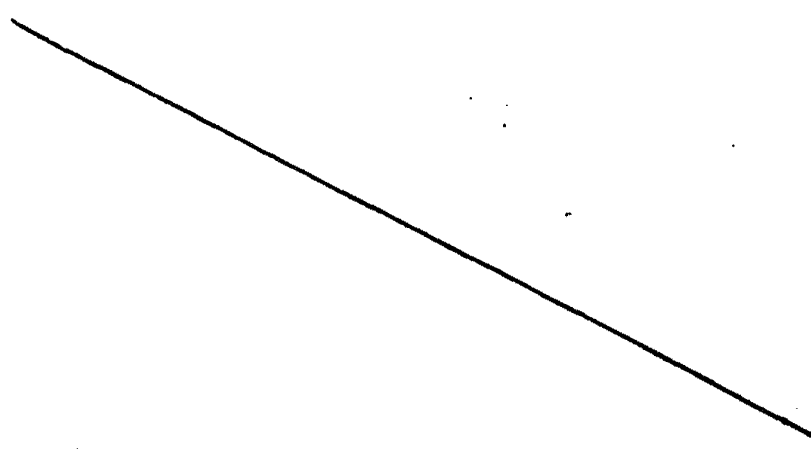
5 11.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10 con el que el índice de refracción gradual en la sección transversal de la pieza de enlace se acopla al de ambas fibras ópticas unidas por el empalme.

10 12.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10 con el que el índice de refracción gradual en la sección transversal de ambas fibras ópticas unidas por el empalme es acoplado y es diferente al de la pieza de enlace.

15 13.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10 con el que el índice de refracción gradual en la sección transversal de las dos fibras ópticas unidas por el empalme es diferente.

14.- Un método mejorado para el empalme de fibras ópticas.

20 Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y a los fines especificados.



12.

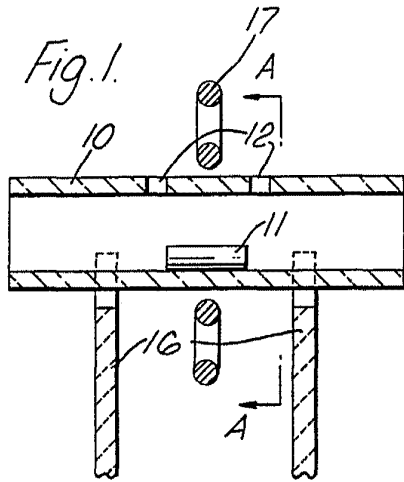
Esta memoria consta de doce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 10 NOV, 1977

M. G. SANTAMARIA  
VICE-SECRETARIO GENERAL



SECRETARÍA DE ESTADO DE ECONOMÍA



10 NOV. 1977

Fig. 2.

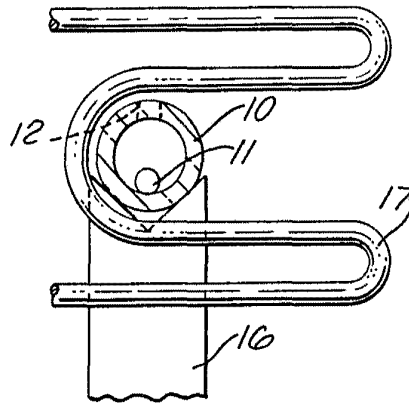


Fig. 3.

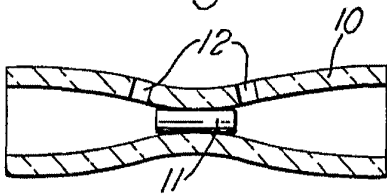
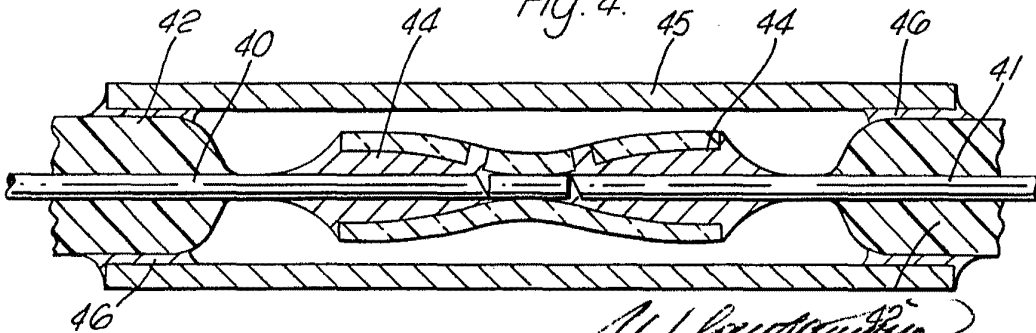


Fig. 4.



*M. G. Santamaría*  
M. G. SANTAMARÍA  
VICE-SECRETARIO GENERAL