

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 935**

51 Int. Cl.:  
**G02B 6/38**

(2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10167747 .4**

96 Fecha de presentación: **29.06.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2270561**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2011**

54 Título: **Conector de fibra óptica con un terminal y una lente para expandir el haz y método de fabricación**

30 Prioridad:  
**30.06.2009 GB 0911359**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.12.2012**

73 Titular/es:  
**FIBRECO LIMITED (100.0%)  
12 Flitch Industrial Estate Chelmsford Road  
Dunmow Essex CM6 1XJ, GB**

72 Inventor/es:  
**EVERETT, DAVID EDWARD y  
HICKS, MARK EDWARD**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 391 935 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

Conector de fibra óptica con un terminal y una lente para expandir el haz y método de fabricación

### ANTECEDENTES

#### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un conector óptico para uso en un sistema de comunicaciones de fibra óptica, y particularmente un conector óptico de haz expandido para conectar fibras ópticas.

#### Técnica relacionada

10 Un sistema de comunicaciones de fibra óptica puede necesitar ser usado en un entorno severo donde el conector puede estar sujeto a impactos, suciedad o extremos de temperatura y humedad. Una aplicación en que se usan conectores ópticos en un entorno severo es en la industria de radiodifusión, donde las cámaras y el equipo de sonido están unidos a otro equipamiento electrónico por medio de cables de fibra óptica que se extienden a través de espacios abiertos. Los cables pueden estar unidos juntos con conectores ópticos que pueden tener que tenderse en suelo abierto donde la suciedad o el barro pueden encontrar su camino dentro del conector.

15 Una forma conocida para aumentar la fiabilidad de un conector óptico es hacer uso de un haz óptico colimado extendido que se proyecta entre partes del conector de acoplamiento. Entonces, si la suciedad o la humedad entra entre las partes del conector, ésta solamente puede oscurecer o degradar una parte del haz expandido entre las partes del conector acopladas. El tamaño expandido del haz expandido en relación con las dimensiones de las partes del conector también reduce la necesidad de alta precisión mecánica en las partes del conector.

20 Un ejemplo de tal conector óptico de haz expandido se revela en el documento de patente WO 2007/119036. Este documento revela un conector óptico en el que una fibra óptica se mantiene dentro de una férula y el subconjunto de terminal y férula entonces se asegura en su lugar con respecto a una lente de bola únicamente por medio de un adhesivo que rellena parcialmente un vacío dentro de una carcasa del conector. El adhesivo, el cual también mantiene la lente en su lugar se introduce en el vacío y se cura siguiendo un proceso de alineamiento en el cual el subconjunto de férula y terminal están alineados dinámicamente con respecto a la lente de bola hasta que se ha  
25 logrado el acoplamiento óptico correcto.

Tal conector se puede usar con cables de fibra óptica que tienen una pluralidad de fibras ópticas individuales, cada una de las cuales conduce a una lente correspondiente dentro del conector y un haz colimado expandido correspondiente entre las partes del conector.

30 Aunque tal conector es robusto y económico, lleva considerable tiempo y dinero en la fabricación alinear la lente con respecto al subconjunto de férula y terminal. Esto es debido principalmente al alto coste de los micro manipuladores capaces de mover el subconjunto a lo largo de tres ejes ortogonales así como la rotación alrededor de uno o dos ejes, y también por la necesidad de mantener la alineación en su lugar hasta que el adhesivo ha curado adecuadamente.

35 El documento FR2551225 describe una férula de fibra mantenida en un canal de la carcasa del conector para acoplar la fibra mantenida allí dentro a la lente frontal del conector a través de un anillo de ajuste de interferencia.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un conector óptico de haz expandido más conveniente.

### RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo con la invención, hay proporcionado un conector de fibra óptica de haz expandido para unir cables de fibra óptica, que comprende:

40 una carcasa;

un puerto dentro de la carcasa para recibir un extremo de una fibra óptica;

una férula cilíndrica dentro de la carcasa que tiene los extremos primero y segundo opuestos, un terminal de la fibra óptica mantenido axialmente dentro de la férula y que se extiende entre dichos extremos de la férula;

45 un sistema óptico para proyectar y/o recibir un haz expandido, dicho sistema que comprende al menos una lente dispuesta para acoplar ópticamente dicho haz expandido con el terminal de la fibra óptica en el primer extremo de la férula;

50 un manguito dentro de la carcasa, una primera parte de dicho manguito que agarra la férula y una segunda parte de dicho manguito que se extiende hacia el puerto axialmente alejado del segundo extremo de la férula y que tiene un extremo abierto para recibir dentro de dicha segunda parte una férula de terminación de una fibra óptica insertada en el puerto; y

una parte de conector para conectar el conector de fibra óptica a otro conector de fibra óptica de haz expandido de manera que dicho haz expandido atraviesa entre dichos conectores;

5 caracterizado porque un canal extiende a través de la carcasa desde el puerto hacia el sistema óptico, la férula que está asegurada por medio de un anillo dentro del canal, dicho anillo que tiene una superficie exterior y una superficie interior, dicha superficie exterior del anillo que hace un ajuste de interferencia con una superficie interior del canal y dicha superficie interior del anillo que hace un ajuste de interferencia con una superficie exterior de la férula hacia el primer extremo de la férula.

10 Un ajuste de interferencia, también conocido como un ajuste de presión, es una fijación entre dos partes que se logra mediante fricción después de que las partes se empujan juntas, más que por cualquier otro medio de fijación. Preferentemente, tanto el anillo como el canal se hacen de metal, mientras que la férula estará formada preferentemente a partir de un material cerámico. Para las partes de metal en particular, la fricción que mantiene las partes juntas a menudo se aumenta extraordinariamente mediante compresión de una parte contra la otra, la cual depende de las fuerzas de tensión y compresión de los materiales de los que están hechas las partes.

15 Una ventaja particular de esta adaptación es que es posible eliminar las etapas de alineamiento costosas y que consumen mucho tiempo, ya que el alineamiento se establece mediante las dimensiones interior y exterior del anillo en relación con, respectivamente las dimensiones exteriores de la férula y las dimensiones interiores del canal.

En una realización preferente de la invención, la superficie exterior del anillo es una superficie cilíndrica que hace el ajuste de interferencia con una superficie interior del canal. La superficie interior del canal con la que se hace el ajuste de interferencia preferentemente es una superficie cilíndrica.

20 También en una realización preferente de la invención, la superficie interior del anillo es una superficie cilíndrica que hace el ajuste de interferencia con una superficie exterior de la férula hacia el primer extremo de la férula. La superficie exterior de la férula con la que se hace el ajuste de interferencia preferentemente es una superficie cilíndrica.

25 El sistema óptico puede comprender una lente de bola que hace un ajuste de transición con dicha superficie interior del canal. Un ajuste de transición se define como uno que tiene límites de tamaño así prescritos que o bien un ajuste de espacio o bien un ajuste de interferencia pueden resultar cuando las partes de acoplamiento están ensambladas. Preferentemente, el ajuste de transición es un ajuste de interferencia. Esto evita la necesidad de que las lentes sean aseguradas en su lugar usando medios adicionales, tales como un anillo adhesivo para rellenar cualquier hueco entre la lente y el canal, aunque aún se puede usar un adhesivo con un ajuste de interferencia para proporcionar un sellado ambiental y así impedir el ingreso de humedad o contaminantes a través de cualesquiera huecos pequeños entre la lente y el canal.

30 Debido a que el alineamiento se determina mediante el ajuste por presión de los componentes juntos, la precisión del alineamiento óptico entre el subconjunto de férula y terminal y el sistema óptico dependerá de la precisión de las dimensiones logradas durante la formación de los componentes, particularmente los diámetros de las superficies cilíndricas del anillo y canal. Por esta razón, es particularmente ventajoso si las superficies del canal con las que se hacen los ajustes con el anillo y la lente de bola se proporcionan mediante una superficie cilíndrica común, antes que, por ejemplo superficies cilíndricas separadas que tienen diámetros internos diferentes.

La férula y el anillo se pueden asegurar juntos mediante una gota de adhesivo curado entre una superficie que se extiende radialmente del anillo y dicha superficie exterior de la férula.

40 La carcasa puede ser una carcasa de una pieza, o puede estar formada de más de una pieza o componente, por ejemplo un componente principal y también uno o más componentes subsidiarios dentro del componente principal, el anillo y el sistema óptico que están ambos asegurados mediante el ajuste por presión dentro del componente principal o, alternativamente dentro de uno o más de los componentes subsidiarios.

El haz expandido también será normalmente un haz colimado.

45 En una realización preferente de la invención, el sistema óptico comprende sólo una lente, una lente de bola de cristal, no obstante se pueden usar otros tipos de sistema óptico, por ejemplo una lente esférica, o un sistema de múltiples lentes. Las superficies ópticas pueden estar anguladas una con respecto a la otra, o revestidas anti reflexión, para suprimir las reflexiones de retorno.

50 En una realización preferente de la invención, la férula está asegurada por medio de un adhesivo curado que se extiende entre la férula y el sistema óptico, en particular, dicha al menos una lente. El adhesivo entonces se corresponde preferentemente con el índice y está en contacto tanto con el terminal de la fibra óptica como una superficie del sistema óptico frente al terminal de la fibra. En este sentido, se pueden minimizar las reflexiones de retorno entre el terminal de la fibra óptica y el sistema óptico.

55 El adhesivo curado también se puede extender ventajosamente sobre el primer extremo de la férula, para hacer el alineamiento más seguro.

Para ayudar a la reparación o el reajuste de una fibra óptica al conector de haz expandido, el montaje de conector puede comprender adicionalmente un retén que rodea la fibra óptica y que está unido de forma desmontable a la carcasa para cerrar el puerto. El retén es preferentemente un retén anular de una pieza, y puede estar unido mediante un acoplamiento roscado.

5 La férula de terminación puede comprender adicionalmente un collar y unos medios de desviación por muelle entre el collar y el retén para desviar la férula de terminación en el extremo abierto del manguito. En una realización preferente de la invención, el collar tiene un diámetro exterior más grande que el diámetro interior del retén. El collar es parte del montaje de férula de terminación, y por lo tanto también sirve para mantener el retén sin salirse del cable en el extremo de terminación.

10 La invención además proporciona un método para fabricar un conector óptico de haz expandido para unir fibras ópticas, que comprende los pasos de:

- asegurar un terminal de la fibra óptica dentro de una férula cilíndrica, dicha férula que tiene los extremos primero y segundo opuestos;

15 - ajustar por presión un anillo sobre un primer extremo de la férula de manera que una superficie interior del anillo hace un ajuste de interferencia con una superficie exterior de la férula;

- formar un alojamiento considerablemente hueco que tiene un canal que se extiende a través del mismo;

- ajustar por presión el anillo en el canal de manera que una superficie exterior del anillo hace un ajuste de interferencia con una superficie interior del canal;

20 - o bien antes o bien después del ajuste por presión del anillo en el canal, colocar un manguito sobre al menos una parte de la férula de manera que el manguito se extienda lejos del segundo extremo de la férula para presentar un extremo abierto del manguito para recibir una férula de terminación de una fibra óptica insertada en el puerto; y

25 - colocar el sistema óptico que comprende al menos una lente en un extremo del canal de manera que el terminal de la fibra óptica y el sistema óptico están acoplados ópticamente para la transmisión (o recepción) de un haz expandido desde (o por) el sistema óptico.

El sistema óptico puede comprender una lente de bola que se apoya en un extremo del terminal de la fibra óptica. El método puede comprender el paso de ajustar por presión la lente de bola en el canal hasta que una superficie periférica de la lente hace un ajuste de transición con una superficie interior del canal, y hasta que la lente de bola está acoplada ópticamente con el terminal de la fibra óptica.

30 Una vez que el conector de fibra óptica de haz expandido se ha ensamblado, un conjunto de conector óptico de haz expandido puede ser ensamblado terminando una fibra óptica con una férula de terminación que está dimensionada para ser recibida de manera segura dentro de dicho manguito, y luego insertar la fibra óptica terminada en dicho extremo abierto del manguito hasta que la férula de terminación es recibida de manera segura dentro del manguito de manera que la fibra óptica se acople ópticamente con el terminal de la fibra óptica.

35 Anterior a ajustar por presión el anillo en el canal, la férula del anillo ensamblada se puede girar para mecanizar una superficie exterior cilíndrica del anillo con referencia a un eje central de la férula.

El extremo abierto del canal entonces se puede cerrar con el retén anular fijable de manera desmontable.

El montaje del conjunto de conector entonces puede incluir los pasos de:

- insertar el retén anular sobre la fibra óptica

40 - fijar un collar a la fibra óptica;

- colocar unos medios de desviación por muelle entre el collar y el retén; y

- fijar el retén a la carcasa de manera que los medios de desviación por muelle ayuden a retener la férula de terminación en el manguito.

45 El montaje del conector entonces se puede terminar de una manera convencional fijando un cuerpo de conector externo y sellados herméticos alrededor de uno o más de los conjuntos de conector, incluyendo un casquillo o cola en el que un cable óptico de múltiples fibras entra al cuerpo del conector externo.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La invención ahora se describirá además, a modo de ejemplo solamente, y con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un conjunto de conector de haz expandido que muestra una parte del cuerpo del conector cilíndrico o armazón de manera general con un mecanismo de conexión hemafrodítico que rodea una carcasa de fibra óptica central que sostiene al menos un conector óptico de haz expandido de acuerdo con una primera realización preferente de la invención;

5 La Figura 2 es una vista de dos de los conjuntos de conector de haz expandido de la Figura 1 cuando se unen juntos;

La Figura 3 es una vista del extremo frontal de la carcasa de fibra óptica central de la Figura 1;

10 La Figura 4 es una sección transversal fragmentaria a través de la línea IV-IV de la Figura 3, que muestra los componentes internos que forman un conector óptico de haz expandido de acuerdo con la primera realización preferente de la invención, en la cual un canal se extiende a través de la carcasa desde un puerto de conexión hacia una lente de bola y con un conjunto de alineación de férula que está asegurado por medio de un anillo dentro del canal;

La Figura 5 es una vista del extremo trasero de la carcasa de fibra óptica central de la Figura 1;

15 La Figura 6 es una vista isométrica del anillo de la Figura 4, que muestra cómo éste sujeta la férula que a su vez sujeta un terminal de la fibra; y

La Figura 7 es una sección transversal axial a través del conjunto de la Figura 6.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de un conjunto de conector de haz expandido 1 que tiene una parte del cuerpo de conector cilíndrico o armazón de manera general 2 con un mecanismo de conexión hemafrodítico 4, 5 que rodea una carcasa de fibra óptica central 6. La carcasa 6, la cual está formada en metal, sujeta cuatro lentes 8, las cuales aquí son lentes esféricas, para cuatro canales de comunicación óptica correspondientes. El armazón del conector 2 define un eje de conector 10 que está en línea con un cable óptico de múltiples fibras 12 que se termina por el conjunto de conector 1, y paralelo con un eje de conector de haz expandido 14, como se muestra en la Figura 4. El eje 14 es perpendicular a una cara frontal 7 de la carcasa 6.

25 Se debería señalar no obstante, que el número de lentes 8 y de ahí el número de canales de comunicación no es crítico para la invención, y que el conjunto de conector 1 puede tener cualquier número conveniente de lentes 8, por ejemplo entre una y doce lentes.

30 La Figura 2 muestra cómo dos de tales conjuntos de conector 1, 1' se pueden unir juntos. Como se explicará en detalle más adelante, una lente esférica 8 en cada conjunto de conector está acoplada ópticamente a un canal óptico a través de la carcasa 6 proporcionada por una fibra óptica, y proyecta y/o recibe un haz óptico colimado expandido desde una lente similar opuesta en el otro conjunto de conector 1'.

35 Los dos conjuntos de conector 1, 1' tienen un mecanismo de acoplamiento hemafrodítico, que comprende en cada conector una clavija 4 y un rebaje de emparejamiento 5 los cuales se asientan y bloquean con una clavija y rebaje similares en el otro conjunto de conector cuando los dos conjuntos de conector se ponen juntos a lo largo de una dirección axial.

Aunque no se ilustra, cada conjunto de conector 1, 1' se pueden dotar con un capuchón de polvo moldeado en plástico retenido para cubrir y proteger la carcasa de fibra óptica 6 dentro del cuerpo del conector 2 cuando el conjunto de conector no está unido a otro conjunto de conector similar.

40 En general, como se muestra en la Figura 1, el conjunto de conector 1 puede utilizar más de un haz colimado expandido y así puede haber más de una lente esférica 8 y más de un canal óptico correspondiente a través de la carcasa 6. Las lentes esféricas 8 y los canales ópticos no tendrán, en general, ejes ópticos 14 que sean coincidentes con el eje del conjunto de conector 10 de la carcasa cilíndrica 6, sino que estarán colocados fuera del eje y normalmente paralelos con el eje del conjunto de conector 10 de manera que los haces expandidos entren en alineación según los conjuntos de conector acoplados 1, 1' se bloquean juntos.

45 Una ventaja de este tipo de diseño hemafrodítico es que no puede haber confusión en campo con los tipos macho o hembra y no hay requisito de adaptadores. El conjunto de conector 1 se puede usar, no obstante también con armazones de conector de tabique de montaje en panel. También se proporcionan un manguito de anillo de agarre de goma más exterior 16 y un capuchón de protección de torsión 18.

50 La Figura 4 es una sección transversal a través de una parte de la carcasa 6, que muestra una primera realización de un conector óptico de haz expandido 20. Por claridad en la Figura 4 y los dibujos posteriores, sólo se ilustra una de las lentes esféricas 8 junto con los componentes que constituyen el canal óptico que conduce a la lente 8. Como se puede ver a partir de las Figuras 1, 3 y 5, hay cuatro de tales conectores ópticos 20 en el conjunto de conector óptico 1, cada uno de los cuales comparte una carcasa común 6.

Se hace un sellado hermético entre el armazón del conjunto de conector acoplado 2 y la carcasa 6 mediante el uso de juntas tóricas internas 22 que se asientan en los surcos 23 que se extienden alrededor de la circunferencia completa de la carcasa 6.

5 La carcasa 6 tiene un agujero cilíndrico generalmente escalonado 24 que tiene partes cilíndricas frontal, central y trasera 25, 26, 27 que son concéntricas unas con otras alrededor del eje del conector 14. Las partes cilíndricas escalonadas 25, 26, 27 definen un canal 28 a través de la carcasa 6. La lente esférica 8 encaja dentro de la parte cilíndrica frontal 25 en un extremo frontal 47 del canal 28.

10 Durante el montaje del conjunto de conector 1, la lente 8 se une a las superficies de la parte cilíndrica frontal 25 por medio de un adhesivo 31 que se usa para sellar alrededor de la periferia externa de la lente 8, entre la lente y la carcasa 6.

Con referencia ahora también a las Figuras 6 y 7, un terminal de la fibra 29 se une dentro de un agujero que se extiende a lo largo del eje central de una férula de cerámica de circonio 32 para formar un subconjunto de férula y terminal de la fibra. Este subconjunto tiene una cara extrema 33 que se apoya o casi contacta la lente 8.

15 La férula se mantiene dentro de un anillo cilíndrico de metal 80 que se mantiene por sí mismo dentro de la parte cilíndrica frontal 25 del canal 28.

Aunque al posición de la férula está asegurada por el ajuste entre la férula y el anillo, y por el ajuste entre el anillo y el canal, se puede usar un adhesivo de curado ultravioleta 30 para unir la lente 8 a una férula cilíndrica 32 y proporcionar una interfaz de índice coincidente entre el terminal de la fibra 29 y la lente 8.

20 Un manguito de división de cerámica de circonio 34 está enganchado alrededor de la mitad de la férula 32 más alejada de la lente 8 para formar un conjunto de alineamiento de la férula para conexión con otra férula 36. El manguito 34 puede estar asegurado por lo tanto axialmente con respecto a la férula 32 por medio de un ajuste de fricción.

25 En la Figura 4 el manguito de división 34 se muestra parcialmente cortado de manera que una cara extrema de la férula 34 más alejada de la lente 8 se puede ver en contacto de apoyo con una férula similar 36, conocida aquí dentro como una "férula de terminación" mantenida de manera segura dentro del manguito de división 34 donde éste se proyecta en una dirección axial desde la férula 32. La férula de terminación 36 termina una fibra óptica (no se muestra) dentro del revestimiento protector 38 que ha sido insertado en el canal 28. El manguito de división y la adaptación de férula naturalmente alinean la fibra óptica dentro de la fibra recubierta 38 y el terminal de la fibra 29 dentro de la férula 32. El acoplamiento óptico entre estas fibras y entre la lente 8 y la fibra óptica 29 dentro de la férula 32 es tal que la lente 8 está dispuesta para recibir y centrar un haz óptico colimado expandido 40 en el extremo de la fibra óptica dentro de la férula 32, y también para recibir una radiación óptica recibida desde el cable de fibra óptica 38 según ésta se proyecta desde el extremo de la fibra óptica dentro de la férula 32 y para colimar ésta en un haz óptico colimado expandido 40.

35 La fibra recubierta 38 está terminada por la férula de terminación 36 detrás de la cual está un collar 42 que tiene un reborde anular 44 dirigido hacia el extremo opuesto 46 del canal 28 desde la lente 8, conocido aquí dentro como un "extremo de puerto" 46 del canal 28. El extremo de puerto 46 del canal 28 está cerrado por medio de un retén anular 48 que está roscado en el extremo del puerto 46 del canal 28. La fibra recubierta 38 pasa a través del centro del retén 48. Un muelle helicoidal 50 se mantiene entre una superficie interior 52 del retén 48 y el reborde 44 del collar 42. El muelle 50 está en compresión cuando el retén 48 pueda estar roscado opcionalmente a la carcasa 6, lo cual hace al muelle 50 aplicar una fuerza que mantiene la férula de terminación 36 completamente enganchada dentro del manguito de división 34. Se pueden emplear otros medios para sujetar el retén a la carcasa, por ejemplo una cubierta trasera separada (no se muestra) la cual se fija a la carcasa. Cualquiera de los dos de estos planteamientos servirá para mantener la fibra óptica dentro del recubrimiento 38 completamente enganchada con el terminal de la fibra 29 dentro de la férula 32.

45 El retén 48 está dotado con una ranura externa 54 con la que se puede enganchar una herramienta (no se muestra) para conectar y desconectar el retén 48 a la carcasa 6.

50 El conjunto de la lente de bola 8, férula 32, terminal de la fibra 29, manguito de división 34 y anillo 80 se describirán ahora. Antes del ensamblaje de cualquier otro componente, el terminal de la fibra 29 se inserta primero en la férula y se une en el lugar usando un adhesivo (no se muestra) que entonces se cura para formar un subconjunto de férula y terminal de la fibra. Los extremos de este subconjunto entonces se pulen de manera que se puede acoplar eficientemente la luz dentro y fuera del subconjunto.

55 El anillo 80 tiene un agujero interior cilíndrico 76 y la férula tiene una superficie exterior cilíndrica 74 que están dimensionados de manera que la férula se puede ajustar por presión en el agujero 76 en un ajuste de interferencia. El anillo 80 está situado alrededor de un extremo de la férula, dejando el otro extremo libre, en una etapa posterior del ensamblaje, para recibir el manguito de división 34.

Opcionalmente, el anillo ensamblado 80 y el subconjunto de terminal de la fibra 29, 32 se pueden convertir en un torno para mejorar la tolerancia coaxial de una superficie cilíndrica exterior 78 del anillo con la superficie cilíndrica exterior 74 de la férula. Esto ayuda a mejorar la concentricidad del eje del terminal de la fibra 14 con la superficie exterior del anillo 81.

5 El subconjunto formado por el anillo 80, el terminal de la fibra 29 y la férula 32 entonces se inserta en el extremo frontal 47 del canal 28, y se ajusta por presión en la parte cilíndrica frontal 25 del canal 28. La superficie cilíndrica exterior del anillo 78 se dimensiona de manera que el anillo hace un ajuste de interferencia con la parte cilíndrica frontal 25 del canal 28

10 Alternativamente, debido a que las parte media y trasera 26, 27 del canal 28 tienen un diámetro mayor que la parte frontal 25, el subconjunto formado por el anillo 80, el terminal de la fibra 29 y la férula 32 se puede insertar en el canal desde el extremo trasero 46 del canal 28.

15 El anillo se presiona en posición hasta que éste está separado del extremo frontal 47 del canal 28 con espacio suficiente dentro para que la lente de bola 8 sea recibida dentro de la parte cilíndrica frontal del canal 25. La lente de bola está dimensionada de manera que hace un ajuste de transición con la parte cilíndrica frontal 25 según se presiona la lente en el canal 28 hasta que ésta hace contacto de apoyo con el extremo frontal 33 del subconjunto de la férula y el terminal de la fibra. Anterior a esto una pequeña cantidad de adhesivo curable con ultravioleta ópticamente transparente 30 se puede colocar en el extremo frontal expuesto 33 de la férula 32 y el terminal de la fibra 29. Después de que la lente está en su lugar, un anillo de adhesivo 31 se proporciona alrededor de la periferia de la lente de bola donde ésta entra en contacto con el canal 28.

20 Finalmente, el manguito de división 34 se coloca sobre el extremo libre de la férula 32, y opcionalmente se puede unir en su lugar con adhesivo (no se muestra). En este ejemplo, el manguito es un manguito de división que tiene una forma en C en sección transversal. El manguito puede, no obstante, tener cualquier forma adecuada o se puede formar en cualquier material elástico que aplicará una fuerza compresiva hacia dentro en ambas férulas 32, 36.

25 Se ha encontrado en la práctica que es posible usar esta adaptación y proceso para lograr un alineamiento correcto entre la lente 8 y el terminal de la fibra 29 sin la necesidad de probar el alineamiento o hacer cualquier ajuste a los componentes (por ejemplo, la posición de la lente), ambos para fibra multimodo que tiene un diámetro de núcleo de  $50 \mu\text{m}$  a  $62,5 \mu\text{m}$  y para fibra monomodo que tiene un diámetro de núcleo de  $9 \mu\text{m}$ . Para asegurar un rendimiento repetible, el anillo 80 se mecaniza para tener un diámetro exterior de 2,993 con una tolerancia de  $+0,0005 \text{ mm}$  y  $-0 \text{ mm}$  y con una excentricidad de  $\pm 0,0005 \text{ mm}$ . La parte frontal 25 del canal 28 también se mecaniza con una alta precisión, que tiene un diámetro nominal de  $3,0000 \pm 0,0005 \text{ mm}$  y con una excentricidad de  $\pm 0,0005 \text{ mm}$ .

30 El agujero interior 76 del anillo 80 tiene un diámetro interior de 1,2495 con una tolerancia de  $+0 \text{ mm}$  y  $-0,0005 \text{ mm}$ . La férula cerámica también se pule con una alta precisión que tiene un diámetro nominal de  $1,2495 \pm 0,0005 \text{ mm}$  y con una excentricidad de  $\pm 0,0005 \text{ mm}$ .

La concentricidad entre los diámetros interior y exterior del anillo 80 es de 0,0005 mm.

35 El anillo 80 tiene una longitud en la dirección axial de  $4,00 \pm 0,05 \text{ mm}$ , que proporciona suficiente grado de agarre entre el anillo 80 y la férula 32 y entre el anillo 80 y la parte frontal del canal 25.

40 La férula 32 puede ser una férula óptica cerámica convencional, por ejemplo que es de 1,25 mm o 2,50 mm de diámetro. Tales férulas 32, están fácilmente disponibles y son baratas. Debido a que el anillo 80 se extiende completamente alrededor y sobre el extremo frontal 33 de la férula 32 más cercana a la lente 8, la contaminación no entrará en la interfaz entre el terminal de la fibra óptica 29 y la lente 8.

45 Aunque el sistema óptico descrito anteriormente comprende sólo una lente esférica 8 la invención también es aplicable a otros sistemas ópticos que tienen múltiples elementos ópticos o elementos ópticos esféricos. El terminal de la fibra óptica 29 puede estar en contacto con la lente esférica 8 u otros elementos ópticos, o puede estar separado por una distancia necesaria para lograr un buen acoplamiento óptico entre el sistema óptico y el terminal de la fibra 29 dentro de la férula 32.

El sistema óptico se puede crear para incluir elementos de aislamiento óptico para minimizar las reflexiones o el terminal de la fibra 29 en sí mismo puede ser un aislador óptico.

50 Si llega a ser necesario sustituir o reparar la fibra recubierta 38, entonces esto se puede hacer extrayendo el retén 48 e insertando una fibra recubierta terminada diferente 38 en el canal 28 y el manguito 34 como se describió anteriormente, después de lo cual el canal 28 se cierra de nuevo por el retén 48.

Cuando el conjunto de conector 1 tiene múltiples conectores ópticos de haz expandido 20, entonces cada fibra recubierta 38 normalmente será parte de un cable de fibra óptica múltiple único 12 que transporta múltiples hilos de fibra óptica.

La invención proporciona una serie de beneficios en términos de eficiencia de fabricación y coste. La mayoría de las

5 partes de la carcasa 6 no necesitan ser mecanizadas con alta precisión. Solamente la apertura de la lente en la parte cilíndrica frontal 25 necesita estar dimensionada con precisión para encajar un componente óptico tal como el conjunto de lente de bola 8 y anillo 80, 32, 29. Debido a que no hay necesidad de alinear ópticamente los componentes durante el montaje, se ahorran costes tanto en términos de equipamiento necesario como en términos del número de unidades que se pueden ensamblar en un tiempo dado en una línea de producción particular.

10 El éxito de este método se basa en la concentricidad del manguito y la férula. Para mejorar más la concentricidad, después de que la férula se empuja dentro del anillo, el anillo montado y la férula se pueden girar concéntricos con el agujero y el diámetro exterior del manguito entonces mecanizado, por ejemplo devastando, para hacer éste más concéntrico con el agujero de la férula. Esto mejora la concentricidad del subconjunto de anillo y férula anulando cualquier excentricidad acumulada entre estas dos partes.

Los ajustes de interferencia son inherentemente estables lo cual proporciona buena estabilidad sobre una amplia gama de temperaturas y humedades. El rendimiento ambiental se mejora uniendo alrededor de la lente con un adhesivo 31.

15 El conector de fibra óptica de haz expandido descrito anteriormente por lo tanto proporciona un conjunto de conector óptico de haz expandido económico y adecuado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) para unir cables de fibra óptica (12), que comprende:
  - una carcasa (6);
  - un puerto (48) dentro de la carcasa (6) para recibir un extremo de una fibra óptica (29);
  - 5 una férula cilíndrica (32) dentro de la carcasa (6) que tiene un primer y segundo extremos opuestos (33, 35), un terminal de la fibra óptica (29) sostenido axialmente (14) dentro de la férula y que se extiende entre dichos extremos de la férula;
  - un sistema óptico para proyectar y/o recibir un haz expandido (40), dicho sistema que comprende al menos una lente (8) dispuesta para acoplar ópticamente dicho haz expandido con el terminal de la fibra óptica (29) en el primer extremo de la férula (33);
  - 10 un manguito (34) dentro de la carcasa (6), una primera parte de dicho manguito que agarra la férula (32) y una segunda parte de dicho manguito que se extiende hacia el puerto (48) axialmente alejado del segundo extremo de la férula (35) y que tiene un extremo abierto para recibir dentro de dicha segunda parte una férula de terminación (36) de una fibra óptica insertada dentro del puerto; y
  - 15 una parte de conector (2, 4, 5) para conectar el conector de fibra óptica (20) a otro conector de fibra óptica de haz expandido de manera que dicho haz expandido (40) atraviesa entre dichos conectores;
  - en el que un canal (28) se extiende a través de la carcasa (6) desde el puerto (48) hacia el sistema óptico, el conector de fibra que se caracteriza porque la férula cilíndrica (32) está asegurada por medio de un anillo (80) dentro del canal (28), dicho anillo que tiene una superficie exterior (78) y una superficie interior (76), dicha superficie exterior del anillo que hace un ajuste de interferencia con una superficie interior (25) del canal y dicha superficie interior (76) del anillo (80) que hace un ajuste de interferencia con una superficie exterior (74) de la férula cilíndrica (32) hacia el primer extremo de la férula (33).
  - 20
2. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que la superficie exterior (78) del anillo (80) es una superficie cilíndrica que hace dicho ajuste de interferencia con una superficie interior (25) del canal (28).
- 25
3. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) como se reivindica en la Reivindicación 2, en el que la superficie interior del canal (28) con la que se hace el ajuste de interferencia es una superficie cilíndrica (25).
4. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en el que la superficie interior (76) del anillo (80) es una superficie cilíndrica que hace dicho ajuste de interferencia con una superficie exterior (74) de la férula (32) hacia el primer extremo de férula (33).
- 30
5. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) como se reivindica en la Reivindicación 4, en el que la superficie exterior de la férula (32) con la cual se hace el ajuste de interferencia es una superficie cilíndrica (74).
6. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en el que el sistema óptico comprende una lente de bola (8) que hace un ajuste de transición con dicha superficie interior (25) del canal (28).
- 35
7. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) como se reivindica en la Reivindicación 6, en el que dicha superficie interior (25) del canal (28) con la cual se hacen dichos ajustes con el anillo (80) y la lente de bola (8) se proporcionan por una superficie cilíndrica común.
8. Un conector de fibra óptica de haz expandido (20) como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, en el que la férula (32) y el anillo (80) están asegurados juntos mediante una gota de adhesivo curado entre una superficie que se extiende radialmente del anillo y dicha superficie exterior (74) de la férula (32).
- 40
9. Un método para fabricar un conector óptico de haz expandido (20) para unir fibras ópticas, que comprende los pasos de:
  - 45 - asegurar un terminal de la fibra óptica (29) dentro de una férula cilíndrica (32), dicha férula que tiene un primer y segundo extremos opuestos (33, 35);
  - ajustar por presión un anillo (80) sobre un primer extremo (33) de la férula cilíndrica (32) de manera que una superficie interior (76) del anillo hace un ajuste de interferencia con una superficie exterior (74) de la férula cilíndrica;
  - formar una carcasa considerablemente hueca (6) que tiene un canal (28) que se extiende a través del mismo;

- ajustar por presión el anillo (80) en el canal (28) de manera que una superficie exterior (78) del anillo hace un ajuste de interferencia con una superficie interior (25) del canal;
  - o bien antes o bien después del ajuste por presión del anillo (80) en el canal (28), que coloca un manguito (34) sobre al menos parte de la férula cilíndrica (32) de manera que el manguito se extiende lejos del segundo extremo de la férula (35) para presentar un extremo abierto al manguito para recibir una férula de terminación (36) de una fibra óptica insertada en el puerto (48); y
  - colocar un sistema de fibra óptica que comprende al menos una lente (8) en un extremo del canal (28) de manera que el terminal de la fibra óptica (29) y el sistema óptico están acoplados ópticamente para la transmisión (o recepción) de un haz expandido (40) desde o mediante el sistema óptico.
- 5
- 10 **10.** Un método como se reivindica en la Reivindicación 9, en el que el sistema óptico comprende una lente de bola (8) que se apoya en un extremo del terminal de la fibra óptica (29).
- 15 **11.** Un método como se reivindica en la Reivindicación 9 o Reivindicación 10, en el que el sistema óptico comprende una lente de bola (8), el método que comprende el paso de ajustar por presión la lente de bola en el canal (28) hasta que una superficie periférica de la lente hace un ajuste de transición con una superficie interior (25) del canal.
- 12.** Un método como se reivindica en la Reivindicación 11, en el que dicha superficie interior (25) del canal (28) con el cual dicho ajuste de interferencia y dicho ajuste de transición están hechos ambos con una superficie interior cilíndrica común (25) del canal.
- 20 **13.** Un método como se reivindica en cualquiera de las Reivindicaciones 10 o 12, en el que anterior a ajustar por presión el anillo (80) en el canal (28), el anillo ensamblado (80) y la férula (32) se giran para mecanizar una superficie exterior cilíndrica (78) del anillo con referencia a un eje central (14) de la férula.



