

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 579**

51 Int. Cl.:
G02B 6/38 (2006.01)
G02B 6/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07709329 .2**
- 96 Fecha de presentación: **06.02.2007**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1982221**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2008**

54 Título: **Conector de fibra óptica**

30 Prioridad:
08.02.2006 SE 0600263

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.11.2012

73 Titular/es:
**OPTOSKAND AB (100.0%)
KROKSLÄTTTS FABRIKER 30
43137 MÖLNDAL, SE**

72 Inventor/es:
**ROOS, SVEN-OLOV;
BENGTSSON, DANIEL y
BLOMSTER, OLA**

74 Agente/Representante:
DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 391 579 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.

5 La presente invención se refiere a un conector de fibra óptica para transmitir una potencia óptica elevada y comprende una fibra óptica que tiene uno de sus extremos en contacto óptico directo con un cuerpo hecho de un material transparente, por ejemplo una varilla, barra o similar. La elevada potencia óptica, en este contexto, significa potencias de hasta 10 kW.

10 A efectos de evitar que los cables, o más bien los mismos conectores de fibra, se dañen debido a tanta radiación incidente que cae fuera del núcleo de la fibra, o debido a la radiación que se refleja de vuelta hacia los conectores de fibra, existen métodos previamente conocidos que se ocupan de dicha pérdida de energía. Específicamente, se conoce previamente que dicha radiación incidente se absorbe en un refrigerante circulante.

15 Los cables de fibra óptica para transmitir elevadas potencias ópticas se utilizan frecuentemente en aplicaciones industriales. Específicamente se utilizan en operaciones de corte y de soldadura mediante radiación de láser de elevada potencia, pero también se pueden utilizar este tipo de cables de fibra óptica en otras aplicaciones industriales tal como operaciones de calentamiento, de detección o de trabajo en ambientes a elevada temperatura. Mediante las fibras ópticas es posible diseñar sistemas de fabricación flexibles para transmitir la radiación desde la fuente de láser de elevada potencia a la pieza de trabajo. Las fuentes de láser que se pueden utilizar en este contexto tienen una potencia media de unos pocos cientos de vatios hasta varios kilovatios.

20 Normalmente, una fibra óptica tiene un núcleo interno de vidrio para transmitir la radiación y una o más capas circundantes para "mantener" ópticamente la radiación en el núcleo. Dicha capa o capas circundantes se denominan el "revestimiento" de la fibra. Fuera del revestimiento también se encuentran una o más capas protectoras para estabilizar la fibra mecánicamente. Estas capas se denominan protectores o envolturas.

25 Cuando la fibra se fabrica dentro de un conector, la fibra también se debe mantener en una posición correcta mediante algún componente mecánico.

30 Cuando se diseñan sistemas de fibras para dicha radiación de potencia elevada, es importante tener en cuenta la radiación que cae fuera del núcleo de la fibra, debido, por ejemplo, a las reflexiones contra la pieza de trabajo o debido a un enfoque incorrecto de la fibra, y refrigerarla a efectos de evitar un calentamiento no controlado del sistema.

35 Las razones principales de los daños en los conectores de fibra son:

- 40 - los daños debidos a la radiación que incide en el revestimiento y a una posterior fuga de radiación en el material circundante, específicamente en el área donde se conectan la capa protectora y la envoltura se conectan a la fibra, y
- 45 - los daños debidos a la radiación que incide sobre el detalle mecánico que está adaptado para sostener la fibra.

50 Se conocen ya diferentes métodos para combatir dicha radiación de potencia no deseada y que protegen los componentes de la fibra. Un ejemplo se da a conocer en el documento DE 4305313, en el que la radiación que incide en el revestimiento de la fibra es esparcida en un modo denominado de supresor de modos y absorbida por una superficie metálica. Esta superficie puede ser enfriada posteriormente desde el exterior del dispositivo. Se dan a conocer métodos similares en los documentos EP 0 151 909 B1 y US 4575181. En el documento EP 0 349 312 B1 también se describe un método para fijar mecánicamente la fibra, lo que reduce el riesgo al mínimo de cualquier daño al material circundante.

55 Una fibra óptica en la que por lo menos una de las superficies extremas del núcleo de la fibra está dotada de una varilla hecha de un material transparente, por ejemplo cuarzo, y que tiene un diámetro mayor que el diámetro del núcleo, se describe en el documento EP 0 619 508. En este extremo de la fibra está dotada de un reflector diseñado para conducir los rayos que entran por fuera de la fibra hacia un área en la que pueden ser absorbidos sin provocar ningún daño. En la realización mostrada, este área está rodeada por un dispositivo para la eliminación del calor dotado de aletas de refrigeración, pero también se menciona que se pueden incluir los medios de refrigeración por agua en este área para enfriar el calor generado. También en este caso, la refrigeración es proporcionada desde el exterior del dispositivo. Una disposición similar en la que la parte extrema de la fibra es dotada de una varilla hueca y un reflector se da a conocer en el documento GB 2 255 199.

60 Un ejemplo de un conector de fibra que se utiliza en la actualidad está basado en dicho documento EP 0 619 508. En este caso, la fibra se encuentra en contacto óptico con una varilla hecha de cuarzo y por el volumen tras la varilla de cuarzo se extiende un refrigerante circulante que absorbe la radiación, véase en más detalle en la figura 1 adjunta. El refrigerante es agua normalmente, que tiene una profundidad de absorción aproximadamente de 5 cm por radiación en el área de 1 micrómetro.

En los documentos SE 509 706 y RU 2031420, se describe un método para tener en cuenta la pérdida de potencia en el que el calor de radiación es absorbido de manera completa o parcial directamente en un refrigerante circulante en lugar de un metal. En el documento SE 509 706, al menos uno de los extremos de contacto de la fibra está situado en una cavidad llena de un refrigerante circulante de manera que la radiación que cae fuera de la fibra es introducida en el refrigerante y absorbida, al menos parcialmente, por el mismo. Según una realización preferente, la fibra se encuentra en contacto directo con el refrigerante circundante, por ejemplo agua. La ventaja que tiene que la radiación sea absorbida directamente en el refrigerante es que es una refrigeración más efectiva dado que no se requiere conducción de calor a través de, por ejemplo, una parte metálica, antes de que el calor sea eliminado.

Debido al aumento de potencia de láser utilizada en la actualidad, los requisitos de capacidad de refrigeración también han aumentado. Existen dos inconvenientes principales en el diseño de la varilla de cuarzo mencionado anteriormente. En el caso de un enfoque incorrecto del conector de fibra, la densidad de la potencia sobre la superficie de la varilla de cuarzo podría ser demasiado elevada y existe un riesgo de efecto de choque por ebullición en el refrigerante circulante que resulta en daños al conector. El riesgo de dichos daños también aumenta debido al hecho de que el área adyacente a la superficie de la varilla de cuarzo no está optimizada desde un punto de vista del flujo. A efectos de evitar que la radiación incida sobre el cuerpo del conector, es deseable que la radiación se desvíe hacia el eje óptico de la fibra.

Un conector óptico según el preámbulo de la reivindicación independiente se describe en el documento US 5291570.

El objeto de esta invención es dar a conocer un conector de fibra para transmitir una elevada potencia óptica y que tenga una capacidad de refrigeración más eficiente en comparación con los diseños anteriores.

Según la invención, este objeto se soluciona mediante un conector de fibra óptica según la reivindicación 1.

Preferentemente, el refrigerante circulante es un fluido, tal como el agua.

A efectos de mejorar la geometría de flujo, la parte base de la superficie cónica está dotada de una repisa o saliente. Dicho diseño evita el riesgo de formación de efectos de remolino o de turbulencias en el refrigerante circulante en el espacio estrecho, esquina, que se forma entre la parte base del cuerpo transparente y la pared interna del conector.

A continuación, la invención se describirá de manera más detallada con referencia a los dibujos adjuntos que muestran, de forma esquemática, algunos ejemplos de un conector de fibra óptica y en los que:

la figura 1 muestra, de forma esquemática, el diseño general de un conector de fibra óptica,

la figura 2 muestra, de forma esquemática, un conector de fibra en el que la superficie extrema de la fibra se encuentra en contacto óptico con un cuerpo de un material transparente, por ejemplo, una varilla de cuarzo,

la figura 3 muestra el conector de fibra en el caso de un enfoque incorrecto y retroreflexión de la radiación incidente,

la figura 4 muestra un conector de fibra comparativo,

la figura 5 muestra una realización de la invención en la que la superficie extrema cónica de la varilla de cuarzo está dotada de una repisa o saliente,

la figura 6 muestra la geometría de flujo alrededor del extremo de la fibra, y

la figura 7 muestra cómo un haz de radiación óptico se desvía hacia el eje óptico del conector.

La figura 1 muestra el diseño general de una fibra óptica. La fibra óptica comprende un núcleo -1- interno, hecho de cristal de cuarzo para propagar la radiación, y de un revestimiento circundante -2-, hecho, por ejemplo, de cristal o de algún polímero que tenga un índice de refracción adecuado. El revestimiento -2- podría tomar la forma de una o más capas y el objeto del revestimiento es "bloquear" ópticamente la radiación en el núcleo -1-. En el exterior del revestimiento, existen una o más envolturas para hacer que la fibra óptica sea más estable mecánicamente. Estas capas se denominan "protectores" o "envolturas" y se han indicado como -3- y -4- en las figuras. Como la fibra está incorporada en un elemento conector, la fibra también tiene que estar ubicada de manera fija por medio de cualquier componente mecánico, que se muestra mediante un elemento -5- de soporte anular en la figura.

En la figura 2 se muestra un conector de fibra en el que la superficie extrema de una fibra -1- se encuentra en contacto óptico con un cuerpo cilíndrico hecho de un material transparente, por ejemplo, un elemento de varilla o de barra de cristal de cuarzo. Por el volumen o espacio -7- tras el cuerpo de cuarzo se extiende con un refrigerante circulante, indicado mediante las flechas -8a- y -8b-, cuyo refrigerante absorbe la radiación que cae fuera del núcleo de la fibra. Las flechas -8c- y -8d- indican las aberturas de entrada y de salida para el refrigerante en la pared -9- del conector. Normalmente, el refrigerante es agua, que tiene una profundidad de absorción de aproximadamente 5 cm para la radiación en el área de 1 micrómetro. La superficie extrema de la fibra se conecta mecánicamente a la

superficie -10- extrema plana de la varilla de cuarzo, cuya superficie extrema tiene un diámetro que supera el diámetro de superficie extrema de la fibra. Los conectores de fibra de este tipo se conocen previamente y se hace referencia a los mismos en el documento EP 0 619 508.

5 Tal como se ha mencionado en la parte introductoria, la densidad de potencia podría ser demasiado elevada en la superficie -10- extrema plana en el caso de un enfoque incorrecto del conector con un riesgo de efecto de ebullición repentina en el refrigerante y daños al conjunto del conector, indicado mediante el punto -11- en la figura 3. Este riesgo también aumenta debido al hecho de que el área -7- tras la varilla de cuarzo no está optimizada desde un punto de vista de flujo. También existe un riesgo de que la radiación incida sobre la pared -9- del conector, indicada mediante el punto -12- en la figura 3. Por esta razón, sería deseable desviar la radiación al eje -13- óptico para reducir dicho riesgo.

15 En la figura 4 se muestra un conector de fibra comparativo en el que la superficie -10- extrema de la varilla de cuarzo tiene forma cónica en lugar de la superficie plana anterior mostrada en las figuras 2 y 3. La punta -10a- de la superficie cónica está encarada hacia la superficie extrema de la fibra óptica, de manera que la superficie diverge alejándose del extremo de la fibra. La parte base de la superficie cónica está conectada, en este caso, a la pared -9- interna del conector. Mediante dicho diseño cónico o similar, el área de la superficie que está en contacto con el refrigerante circulante aumenta en comparación con una superficie plana. La geometría de flujo se mejora y la radiación se dirige hacia el eje óptico, evitando, de esta manera, el riesgo de daños en el cuerpo del conector, véase la figura 7. El ángulo $-\alpha-$ del cono debe ser el menor posible, pero debe superar el ángulo de salida de la radiación fuera de la fibra. Típicamente, el ángulo $-\alpha-$ del cono se encuentra en el intervalo de 10 a 45 grados. El grado de aumento de la superficie -10- extrema depende del ángulo del cono. En la siguiente tabla, se indica el aumento aproximado de la superficie para algunos ángulos $-\alpha-$ del cono. Una superficie plana se indica como A0 y la superficie cónica se indica como A1.

25

α	A1/A0
10°	6
20°	3
30°	2
40°	1,5

La superficie cónica también significa que un haz -14- de radiación fuera del núcleo de la fibra es desviado hacia el eje central, el eje -13- óptico del conector, donde el haz incide sobre la superficie -10- cónica del cuerpo de cuarzo. En la figura 7, se muestra un haz de radiación que incide sobre la superficie cónica -10- bajo un ángulo β y que es refractado hacia el eje óptico, de manera que el haz -14- saliente es paralelo al eje óptico. El ángulo del cono es indicado por α . La relación entre los ángulos α y β es dada por la siguiente tabla. Un mayor ángulo β significa que una mayor parte de la radiación incidente es enfocada hacia el eje óptico, en lugar de la pared -9- del elemento conector. En este caso, se ha utilizado un índice de refracción para el agua y el cuarzo y se supone que la radiación tiene una longitud de onda en el intervalo de aproximadamente 1 μm .

35

α	β
10°	15°
20°	10°
30°	7°
40°	5°

Tal como se indica en las tablas, el tamaño del área de superficie, así como la desviación, se mejora escogiendo un ángulo de cono tan pequeño como sea posible. Esto también es cierto para la geometría de flujo, dado que es el área cercana a la fibra la más crítica. El límite existente es la extensión de la radiación a la salida de la fibra. Si se utiliza una apertura numérica NA para la fibra, el ángulo de salida γ de la radiación de salida de la varilla de cuarzo cumple la siguiente fórmula

40

$$\gamma = NA/n$$

45 donde n representa el índice de refracción de la varilla -6-. Para evitar una distorsión de la radiación, el valor del ángulo del cono debe superar dicho ángulo de salida. Suponiendo que

$$\alpha = 1,5 * \gamma$$

50 entonces, apenas existe ninguna influencia en la calidad del haz de radiación saliente. Tal como ya se ha mencionado, el ángulo del cono se encuentra típicamente en el rango de 10° a 45°.

A efectos de mejorar aún más la geometría de flujo y evitar posibles efectos -15- de remolino o de turbulencias en las esquinas, es decir, en el espacio -16- más interno entre la parte de base de la superficie cónica de la varilla y la

pared -9- del conector circundante, se forma una repisa o saliente -17- periférico en la parte de la base de la superficie -10- cónica de la varilla.

5 La invención no se limita a los ejemplos que se han mostrado en este documento sino que pueden variar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Conector de fibra óptica para transmitir una potencia óptica elevada, específicamente potencias superiores a 1 kW, que comprende una fibra óptica (1) que tiene uno de sus extremos en contacto óptico directo con un cuerpo (6) hecho de un material transparente, cuyo cuerpo (6) en conexión con el extremo de la fibra óptica tiene una superficie (10) con un área que supera el área de superficie de contacto de la fibra óptica (1) y una separación (7) para un refrigerante circulante dispuesto alrededor del extremo de contacto de la fibra (1) caracterizado porque el cuerpo (6) es una varilla que tiene una superficie (10) extrema diseñada en forma cónica que está dispuesta con una repisa o saliente (17) para evitar efectos de remolino o de turbulencia en el refrigerante circulante.
- 10 2. Conector de fibra óptica, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha superficie (10) diseñada en forma cónica está conectada al extremo de la fibra óptica en su parte de punta (10a) y diverge de manera cónica alejándose del extremo de la fibra.
- 15 3. Conector de fibra óptica, según la reivindicación 1, caracterizado porque el cuerpo (6) transparente es de cuarzo.
4. Conector de fibra óptica, según la reivindicación 2, caracterizado porque el ángulo α del cono de la superficie (10) diseñada en forma cónica supera el ángulo γ de salida para un haz de radiación emitido desde la fibra óptica.
- 20 5. Conector de fibra óptica, según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho ángulo α del cono de la superficie (10) diseñada en forma cónica cumple la fórmula $\alpha = 1,5*\gamma$, donde γ representa el ángulo de salida para un haz de radiación emitido desde la fibra óptica (1).
- 25 6. Conector de fibra óptica, según la reivindicación 4, caracterizado porque el ángulo α del cono de la superficie (10) diseñada en forma cónica se encuentra en el intervalo de 10 a 45 grados.
7. Conector de fibra óptica, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho refrigerante circulante es aire.
- 30 8. Conector de fibra óptica, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho refrigerante circulante es un fluido, preferentemente agua.

Fig. 1

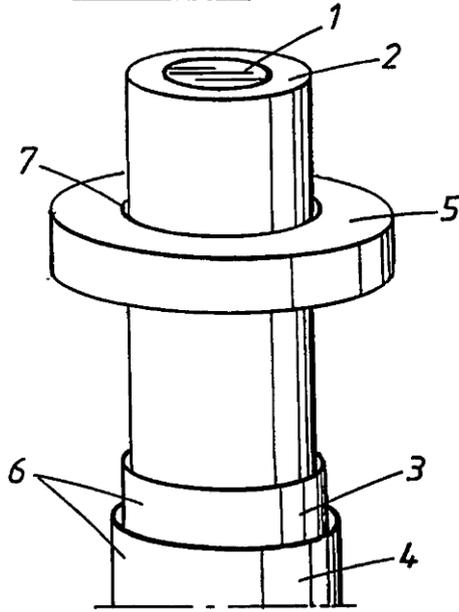


Fig. 2

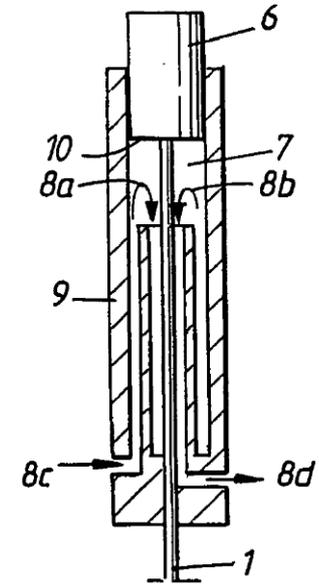


Fig. 3

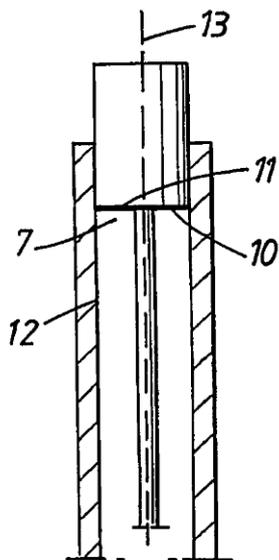


Fig. 4

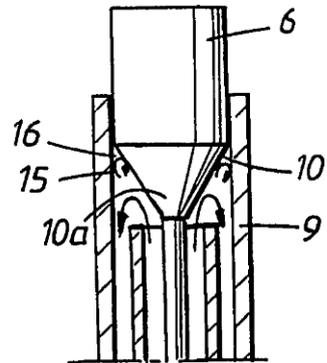


Fig. 5

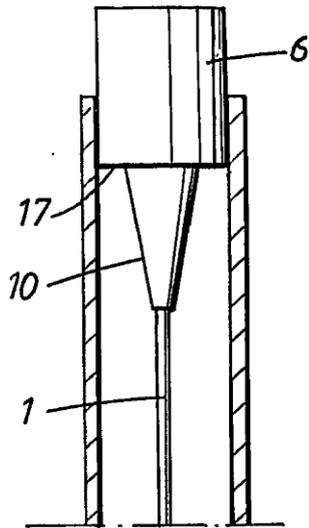


Fig. 6

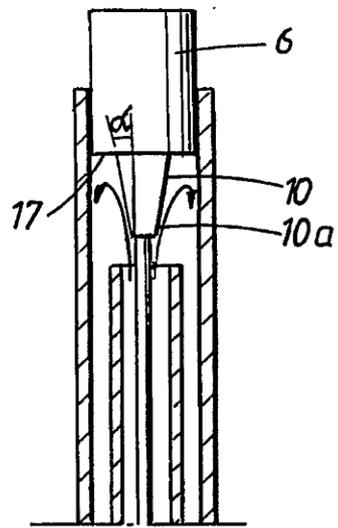


Fig. 7

