



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 575**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07785659 .9**

96 Fecha de presentación : **11.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2080049**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.07.2009**

54

Título: **Elemento conector refrigerado por aire para una fibra óptica.**

30

Prioridad: **22.07.2006 DE 10 2006 034 031**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.04.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.04.2011**

73

Titular/es: **Roland Berger**  
**Forstenrieder-Park-Strasse 19**  
**82131 Buchendorf/Gauting, DE**

72

Inventor/es: **Berger, Roland**

74

Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

ES 2 356 575 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

Elemento conector refrigerado por aire para una fibra óptica.

Ámbito de la presente invención

5 La presente invención se refiere a un elemento conector refrigerado por aire para una fibra óptica, en particular apta para la transmisión de radiación láser.

Estado de la técnica

10 En la transmisión de radiación láser desde una fuente de radiación hasta una estación de mecanizado existe una energía de radiación típicamente del orden de unos pocos milivatios hasta algunos kilovatios. Dicha energía se guía a lo largo de una fibra óptica cuyo diámetro está comprendido en general entre 200 y 600  $\mu\text{m}$ , aunque en algunos casos excepcionales su valor puede llegar a aproximadamente 1,2 mm. Una fibra óptica está compuesta esencialmente de un núcleo central (*Core*) y un recubrimiento (*Cladding*) a su alrededor, ambos de vidrio de cuarzo. Luego, se añade una masa de silicona y como capa más exterior se emplea con frecuencia un recubrimiento de material plástico. Normalmente, el rayo viaja a lo largo del núcleo, y en el caso de que la radiación no viaje por el centro, tiene lugar un aporte de energía al recubrimiento. El calentamiento atribuible a la energía transmitida de elevado valor se compensa con una cierta refrigeración, que por lo menos tiene efecto parcialmente en toda la longitud de la fibra óptica, en particular también en los elementos de conexión.

15 Los elementos conectores provistos de refrigeración destinados a fibras ópticas son conocidos. Una posibilidad es enfriar la fibra óptica y el elemento conector con agua. Con este objetivo, se hace circular agua por todas partes del recubrimiento, por lo menos en parte de su longitud, y se refrigera intensivamente. Las pérdidas térmicas normalmente resultantes se pueden eliminar fácilmente con agua gracias a su elevada capacidad de absorción de calor.

20 Sin embargo, en la transmisión de radiación láser del orden de kW, es posible que el recubrimiento se sobrecaliente excesivamente en algunos puntos. Los motivos de ello son conocidos para un experto en la materia, y como no son relevantes para la presente invención, no se explican más detalladamente. Un valor máximo de la temperatura de funcionamiento, que para los materiales es admisible, es típicamente de unos 300°C.

25 Actualmente, en la práctica se ha constatado la problemática que surge cuando en la superficie de una fibra óptica la temperatura puede llegar a los 100°C a pesar del refrigeramiento por agua, ya que se pueden originar pequeñas burbujas de vapor. En la tecnología láser ello se sabe que ocurre en general en elementos ópticos refrigerados por agua. Mediante el nuevo contacto del agua con la zona rodeada de pequeñas burbujas, el material de vidrio de cuarzo sufre un efecto de choque, que a menudo constituye en punto de partida de la destrucción completa de la fibra óptica. Un problema adicional consiste en poder mantener la estanqueidad del circuito de agua si se dan unas condiciones de fluctuaciones térmicas. En el caso de dicho tipo de oscilaciones térmicas, los diversos coeficientes de dilatación térmica existentes de los materiales (frecuentemente emparejamiento de vidrio y metal) constituyen la causa de dicho tipo de problemas de estanqueidad.

30 Dicho tipo de problemas que surgen al transmitir energía láser han llevado a pensar que sea conveniente emplear un medio refrigerante distinto al agua, por ejemplo aire o un gas arbitrario. Con el aire se obtiene la ventaja de que el fenómeno anteriormente descrito de choque térmico no existe; así, su valor de capacidad de absorción de calor mucho más reducido resulta en este caso ventajoso. A diferencia de la refrigeración por agua, en la refrigeración con aire la temperatura de funcionamiento de la óptica existente es mucho mayor y puede alcanzar por ejemplo los 300°C-400°C. Asimismo, se ha reflexionado sobre la posibilidad de emplear una refrigeración con aire líquido o gas líquido. En este caso, el rango de la temperatura del medio de refrigeración se incrementa considerablemente y puede empezar por ejemplo a partir de -40°C o por debajo. En el marco de múltiples ensayos preliminares, asimismo se ha observado que es posible eliminar las pérdidas térmicas de la fibra óptica sin problemas incluso mediante aire, lo que puede atribuirse a que la masa que debe refrigerarse es relativamente reducida.

35 En el documento WO 1993/16407 A1 se da a conocer un elemento genérico con refrigeración por aire o gas. Un haz de fibras 14 se aloja en un casquillo 18. A su vez, dicho casquillo 18 se encuentra en una carcasa 19. Entre el haz de fibras 14 y el casquillo 18 queda definido un primer compartimento, en el que penetra el líquido refrigerante. Entre el casquillo 18 y la carcasa 19 queda definido un segundo compartimento, por el que asimismo fluye un líquido refrigerante y que está dotado de un orificio de salida del flujo 30. La cara frontal del haz de fibras, así como un disco de estanqueidad realizado en material ópticamente transparente, quedan recubiertos por el líquido refrigerante.

40 El documento DE 42 39 829 A1 describe un aparato para un tratamiento con láser en el ámbito de la medicina provisto de dos sistemas de refrigeración por aire y un sistema de refrigeración con un líquido. Mediante un primer flujo de aire se enfría el extremo de desacoplamiento de una guía de ondas y una cámara de refrigeración, en la que penetra dicha guía de ondas. Del mismo modo, dicho flujo de aire se encarga de refrigerar una placa de protección 8 de vidrio. Un segundo flujo de aire enfría el extremo de acoplamiento de una sonda de fibra 21.

55 El documento US 4 382 024 describe un catéter provisto de una fibra óptica 3, que penetra en una cámara 5, en cuyo interior puede fluir (pos. 6', figura 2) agua de refrigeración. Con un casquillo 10 se configura un primer compartimento

para un líquido que fluye hacia el interior y un segundo compartimento para el líquido que refluye en sentido contrario y que fluye hacia el exterior (7'). Asimismo, en este caso la fibra óptica y una lente de óptica 4 quedan humedecidas directamente con el líquido refrigerante.

5 El documento DE 195 12 350 A1 describe un haz de fibras, en el que se acopla luz a través de una denominada barra de absorción. En la figura 1 se representa una carcasa con un casquillo integrado, que configura un compartimento de entrada y un compartimento de salida para el flujo refrigerante.

El documento DE 4 227 803 A1 describe un dispositivo para el tratamiento con láser, en el que se prevé una cámara refrigerante para enfriar la fibroptica.

10 El objetivo de la presente invención, mediante un flujo gaseoso dirigido de modo apropiado hacia un elemento conector, es por una parte refrigerar la cara frontal de una fibra óptica dispuesta en el elemento conector, y por otra parte simultáneamente mediante dicho flujo gaseoso limpiar un vidrio de protección del elemento conector.

La presente invención comprende un elemento conector conforme a la reivindicación 1 o 8.

#### Descripción abreviada de los dibujos

15 En la figura 1 se representa esquemáticamente la trayectoria de transmisión de un rayo láser, desde un láser hasta una estación de mecanizado.

En la figura 2 se representa una vista muy simplificada del elemento conector refrigerado por aire según la presente invención.

En la figura 3 se representa una vista detallada del elemento conector según la presente invención en una forma de realización modificada, a partir de la que se aprecian las trayectorias de circulación del medio refrigerante.

20 Descripción detallada de la presente invención

25 En la figura 1 se representa muy esquematizadamente una trayectoria de transmisión a título de ejemplo para un rayo láser. En dicha figura 1 se representa esquemáticamente a la izquierda una fuente láser 1, que en este caso se puede tratar por ejemplo de un láser YAG, que produce una radiación láser de un valor de 6 kW o superior. Dicha radiación se conduce a través de una lente convergente hacia una fibra óptica 3, a fin de poderse acoplar en el punto designado con la letra A. El objetivo de dicha fibra óptica es guiar el rayo láser a lo largo de una trayectoria de longitud a menudo considerable, que puede llegar a los 80 m, hasta una estación de mecanizado, en la que dicha radiación se emplee para cortar, soldar, rotular, eliminar material, perforar, etc. En el punto designado con la letra B, el rayo láser sale de la fibra óptica, atraviesa una lente colimadora, una segunda lente convergente y finalmente llega hasta la pieza de trabajo que debe mecanizarse W.

30 En los puntos designados con las letras A y B puede emplearse el elemento conector según la presente invención, aunque es posible por motivos de funcionalidad o de costes poder prescindir del mismo al desacoplar el rayo en los puntos A o B.

35 En la figura 2 se representa una vista individual del elemento conector según la presente invención, que globalmente se designa con la referencia numérica 6. Dicho elemento comprende esencialmente una carcasa mayoritariamente cilíndrica 10, que queda encerrada por una placa terminal 16. Dicha placa terminal sirve asimismo como descarga de tracción del cable. A través de una abertura de la placa terminal 16, la fibra óptica 8 penetra en el elemento conector 6. La construcción exacta de la fibra óptica, con un núcleo de cuarzo, un recubrimiento de cuarzo, así como diversos casquillos de protección, no presenta relevancia para la presente invención, de modo que a este respecto no se entrará más en detalle. Únicamente es importante destacar que en el interior del elemento conector de la fibra óptica, en parte de su longitud queda "desguarnecida", de modo que frontalmente el núcleo y en la envolvente el recubrimiento quedan a la vista. En la cara opuesta a la placa terminal 16, se dispone un vidrio de protección 14, que constituye una lámina planoparalela realizada en vidrio de cuarzo, tratada con recubrimiento antirreflectante en ambos lados. A través de dicha placa el rayo procedente del láser penetra en el elemento conector (punto A), o bien sale del mismo (punto B). Asimismo, el vidrio de protección 14 es necesario para incrementar la presión en el interior del elemento conector, y para mantener separadas las impurezas que surgen en las aplicaciones industriales. La referencia numérica 17 designa un orificio de entrada del medio refrigerante. Mediante la referencia 18 se representa por lo menos un orificio de salida, a través del cual el medio refrigerante aportado (en general, aire) vuelve a salir.

50 Opcionalmente, el vidrio de protección 14 presenta unas juntas en la carcasa 10, que en caso de deterioro se puedan reemplazar. Se ha puesto de manifiesto que es posible la aparición de deposiciones preferentemente en el margen del vidrio de protección, mientras que la zona central, por la que atraviesa el rayo, queda totalmente limpia.

En la figura 2 se aprecia por otra parte un prisma cónico 20, concéntrico con respecto a la fibra óptica, que se encarga de evitar que no penetre ninguna radiación en el recubrimiento. Dicho prisma cónico funciona por así decirlo como protección de la radiación de entrada o como filtro. Asimismo, se puede prescindir del mismo en algunas aplicaciones. La radiación efectiva útil que llega hasta la estación de mecanizado viaja por el núcleo central de la fibra. En este caso,

el prisma cónico 20 constituye un elemento óptico, aunque sólo a título de ejemplo. Asimismo, sería factible emplear en lugar de un prisma cónico, una lente, una lámina planoparalela, un prisma con una forma distinta o un elemento similar.

5 Por otra parte, con la referencia 12 se designa un manguito de refrigeración, que esencialmente comprende una parte en forma de casquillo, que presenta un número arbitrario de aberturas de salida del flujo 12a. Dichas aberturas de salida pueden presentar una forma arbitraria, siendo posible disponer el casquillo en la parte interior provisto de múltiples tubitos de salida del flujo 13, que esencialmente estén dispuestos radialmente "apuntando" hacia un punto que se encuentre sobre el eje longitudinal central del manguito de refrigeración 12. Dicho eje longitudinal central se corresponde con el eje óptico del dispositivo. Los tubitos de salida del flujo pueden disponerse en el mismo plano, perpendicular al eje central longitudinal, aunque asimismo, es posible disponerlos orientados con un cierto ángulo hacia arriba o hacia abajo, disponiendo todos los tubitos con el mismo ángulo en relación a la horizontal. Por motivos de fabricación, también es posible prescindir de los tubitos de salida del flujo, dotando entonces al manguito de refrigeración de las correspondientes aberturas de salida en forma de ranura o redondas. Ello se representa en la mitad izquierda de la figura 2. Las flechas dobles indican a grosso modo las trayectorias de las circulaciones de aire.

10 El manguito de refrigeración 12 es hueco o se realiza con doble pared. Los tubitos o aberturas de salida del flujo presentan preferentemente simetría de revolución, aunque también es posible una disposición asimétrica.

15 El aire de refrigeración, que se lleva hasta el manguito de refrigeración, se puede limpiar mediante una unidad de preparación neumática moderna y estándar, de un modo suficientemente intenso. Naturalmente, dicho aire de refrigeración no debe aportar ninguna partícula sólida, ni ninguna gotita de agua o aceite. Se pone de manifiesto que es especialmente ventajoso el empleo del gas del proceso (independientemente es preciso que casi siempre sea puro), que se emplea como medio auxiliar en la estación de mecanizado al cortar, soldar, etc. Asimismo, se pueden emplear gases pesados, por ejemplo Xenón, con una correspondiente elevada capacidad de disipación de calor.

20 Se ha puesto de manifiesto que el dispositivo de refrigeración según la presente invención es extremadamente eficaz, y no únicamente en cuanto a la eliminación de calor. Se ha podido observar asimismo un efecto de limpieza muy intenso, es decir eventualmente se han podido eliminar en la cara frontal de la fibra óptica partículas adherentes, así como cualquier partícula de suciedad en el vidrio de protección 14. Ello constituye un efecto autolimpiador, lo que se revela como favorable en el caso de que por ejemplo durante el montaje, algunas impurezas puedan penetrar en el elemento conector.

25 El hecho de que el vidrio de protección y la cara frontal de la fibra óptica permanezcan muy limpias durante el funcionamiento se debe atribuir a las condiciones de circulación especiales existentes en el interior del elemento conector. El inventor parte de la base de que las partículas del chorro de aire que se descargan por las aberturas de salida entrec chocan en la parte central y provocan una circulación fuertemente turbulenta, de modo que aparentemente existe una fuerte tendencia del flujo hacia la cara frontal de la fibra óptica y hacia la parte central del vidrio de protección. Las aberturas de salida están orientadas directamente hacia la cara frontal de la fibra óptica, a fin de incrementar todavía más el flujo. Análogamente, mediante una alineación adecuada de los tubitos de salida, se podría hacer circular un flujo más intenso contra el vidrio de protección. O asimismo se podría orientar parte de los tubitos de salida hacia la parte central del vidrio de protección, mientras que los otros tubitos de salida preferentemente se orientaran hacia la cara frontal de la fibra óptica.

30 Sobre la cara frontal de la fibra óptica se puede disponer opcionalmente una capa antirreflejo (capa AR) 20a que aumente el rendimiento del paso de la radiación. Por otra parte, se prevé una capa AR 20b, que se encarga de que la radiación perturbadora residual que permanece en el recubrimiento por reflexión total, pueda escaparse de dicho recubrimiento. Con ello no se origina ningún calentamiento adicional de los materiales plásticos (silicona), que se encuentran entre recubrimiento y su envolvente de protección. Dicha radiación perturbadora residual dispersada se disipa a través del medio refrigerante.

35 Dichas capas 20a y 20b se revelan en general como muy sensibles y presentan una vida útil más larga gracias a una refrigeración mejorada. En los ensayos se ha puesto de manifiesto que dichas capas AR están protegidas en mayor grado ante sobrecalentamientos debido a las condiciones de circulación de aire en el interior del elemento conector. Asimismo, se revela ventajoso que tras la preparación el aire sea muy seco, puesto que de este modo las capas AR no quedan modificadas al absorber humedad.

40 Dado que en el elemento conector rige un estado de sobrepresión, se puede emplear en entornos muy agresivos y contaminados (aceite, polvo, hollín, combustión) de ámbito industrial.

45 En la figura 3 se representa una forma de realización concreta de un elemento conector según la presente invención. Se puede apreciar que la fibra óptica está "desguarnecida" en la zona b. En dicha figura se aprecia claramente que el flujo del medio refrigerante se divide: para ello, se dispone en el elemento conector un casquillo de inserción 19, que por lo menos presente un primer orificio 19a y un segundo orificio 19b. El flujo refrigerante penetra a través de los orificios de entrada 17. Una parte KS1 de dicho flujo atraviesa el orificio 19a y penetra en la zona entre el recubrimiento y el casquillo de inserción, con lo que el medio refrigerante abarca el recubrimiento en la parte "desguarnecida". La otra parte KS2 del flujo refrigerante circula atravesando el compartimento anular, delimitado por la carcasa 10 y el casquillo de inserción 19, en dirección hacia el extremo de la fibra óptica (en la figura hacia la izquierda). Dicha parte KS2 del flujo

refrigerante circula por todas partes por la zona del prisma cónico y genera la circulación de aire turbulenta descrita anteriormente, en la zona que se designa con la referencia 21. En 19b, el flujo refrigerante KS1, tras recubrir el prisma cónico, vuelve a salir y se une con el flujo KS2. Los flujos refrigerantes KS1 y KS2 se descargan a través de los orificios de salida 18 y vuelven a salir del elemento conector.

- 5 La presente invención también se puede emplear ventajosamente con los denominados láseres de fibra, en los que la radiación láser directamente se genera en una fibra óptica. En este caso, afloran de modo especial las ventajas de la presente invención, puesto que con dichos láseres en funcionamiento se tiene una temperatura elevada y los problemas de calentamientos descritos al principio en los elementos conectores refrigerados por agua existen todavía en mayor medida.

## REIVINDICACIONES

1. Elemento conector para una fibra óptica (8), con
- una carcasa cilíndrica (10) dotada de un vidrio de protección (14) dispuesto en un extremo de la carcasa (10),
  - una fibra óptica (8) dispuesta en la carcasa, con una cara frontal en uno de sus extremos (20a),
- 5
- por lo menos un orificio de entrada (17) y por lo menos un orificio de salida (18) para un medio refrigerante gaseoso, y
  - un manguito de refrigeración en forma de casquillo (12), al que se conduce el medio refrigerante, y
  - una multiplicidad de aberturas de salida del flujo (12a), dispuestas radialmente en la cara interior en el manguito de refrigeración (12),
- 10
- de modo que las aberturas de salida del flujo (12a) se disponen de tal modo que el medio refrigerante gaseoso que se conduce al manguito de refrigeración (12) se descargue en forma de flujos individuales a través de las múltiples aberturas de salida del flujo (12a),
- de modo que los flujos del medio refrigerante gaseoso entrechoquen en la parte central del manguito de refrigeración (12),
- 15
- de modo que una primera parte de los flujos esté orientado hacia la cara frontal (20a) de la fibra óptica (8) y una segunda parte de los flujos esté orientado hacia la parte central del vidrio de protección (14), cuya cara interior queda cubierta por el medio refrigerante,
- de modo que en el interior de la carcasa se prevea un prisma cónico (20).
- 20
2. Elemento conector según la reivindicación 1, en el que el manguito de refrigeración (12) presenta una multiplicidad de tubitos de salida del flujo (13), alineados hacia un punto un situado en el eje central longitudinal del manguito de refrigeración (12).
3. Elemento conector según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fibra óptica (8) queda desguarnecida en el interior de las carcasa (10), por lo menos en parte de su longitud, y su cara frontal es accesible.
- 25
4. Elemento conector según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se hace circular medio refrigerante por todas partes alrededor del prisma cónico (20).
5. Elemento conector según la reivindicación 4, de modo que en la cara frontal de la fibra óptica (8) existe una capa antirreflejo (20a).
- 30
6. Elemento conector según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio refrigerante constituye aire, un gas, por ejemplo O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, CO<sub>2</sub>, He, Xe o bien una combinación de los mismos.
7. Elemento conector según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la temperatura del medio refrigerante está comprendida entre aproximadamente -40°C y aproximadamente 300°C.
8. Elemento conector para una fibra óptica (8), con
- una carcasa cilíndrica (10) dotada de un vidrio de protección (14) dispuesto en un extremo de la carcasa (10),
  - una fibra óptica (8) dispuesta en la carcasa, con una cara frontal en uno de sus extremos,
  - por lo menos un orificio de entrada (17) y por lo menos un orificio de salida (18) para un medio refrigerante gaseoso, y
  - un casquillo de inserción (19) integrado en el elemento conector, de modo que
- 35
- o entre la parte desguarnecida de la fibra óptica (8) y el casquillo de inserción (19) se forma un primer compartimiento anular,
  - o entre el casquillo de inserción (19) y la carcasa (10) se forma un segundo compartimiento anular,
  - o el primer compartimiento anular está unido al segundo compartimiento anular a través de orificios (19a, b) practicados en el casquillo de inserción (19), y
- 40
- 45

- o en un extremo del casquillo de inserción (19) se dispone un prisma cónico (20),

de modo se conduce un flujo de medio refrigerante gaseoso al casquillo de inserción (19),

de modo que se conduce un primer flujo individual (KS1) a través del primer compartimiento anular y un segundo flujo individual (KS2) a través del segundo compartimiento anular,

5 de modo que el primer flujo individual (KS1) recubre la parte desguarnecida de la fibra óptica (8) y el prisma cónico (20), y tras recubrir el prisma cónico (20) en la zona del orificio (19b) se une con el segundo flujo individual (KS2),

10 de modo que los flujos individuales unidos (KS1, KS2) circulan por todas partes alrededor del extremo del casquillo de inserción (19) que contiene el prisma cónico (20) y detrás del extremo del casquillo de inserción (19) se entrecocan,

de modo que una primera parte de los flujos esté orientado hacia la cara frontal de la fibra óptica (8) y una segunda parte de los flujos esté orientado hacia la parte central del vidrio de protección (14).

9. Elemento conector según la reivindicación 8, en el que se hace circular medio refrigerante por todas partes alrededor del prisma cónico (20).

15 10. Elemento conector según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en el que se prevé en el extremo del casquillo de inserción (19) un soporte para el prisma cónico (20).

11. Elemento conector según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la fibra óptica (8) queda desguarnecida en el interior de las carcasa (10), por lo menos en parte de su longitud (b), y su cara frontal es accesible.

20 12. Elemento conector según la reivindicación 11, de modo que en la cara frontal de la fibra óptica (8) existe una capa antireflejo (20a).

13. Elemento conector según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que la temperatura del medio refrigerante está comprendida entre aproximadamente -40°C y aproximadamente 300°C.

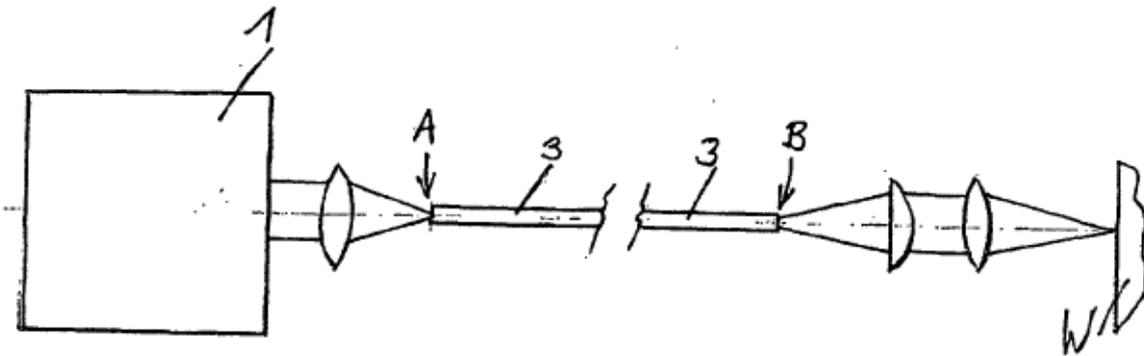


Fig. 1

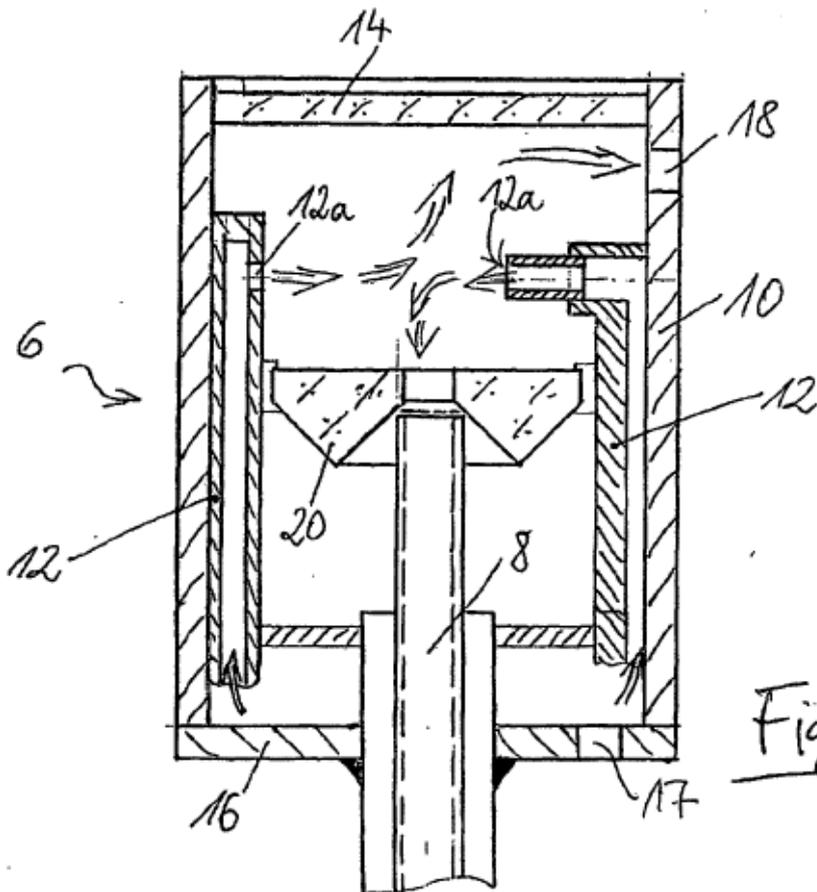


Fig. 2

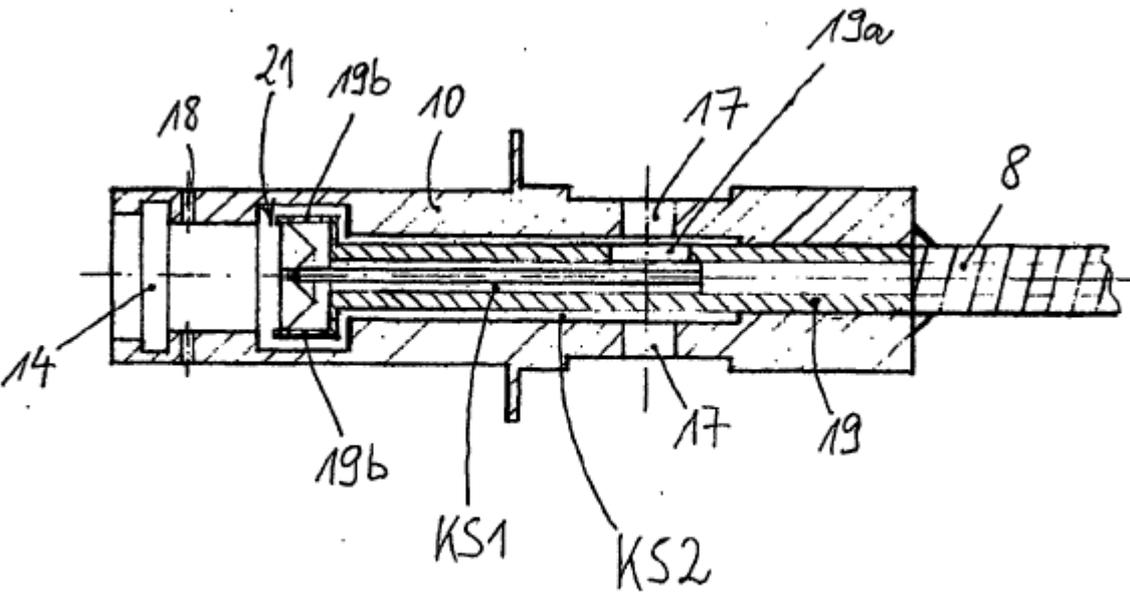


Fig. 3