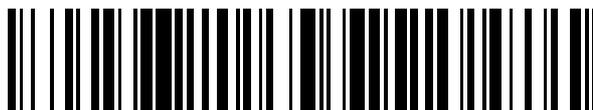


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 970**

51 Int. Cl.:

**B23K 26/06** (2006.01)

**B23K 26/073** (2006.01)

**B23K 26/28** (2014.01)

**G02B 6/255** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2009 E 09749658 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2291695**

54 Título: **Dispositivo para juntar y estrechar fibras u otros componentes ópticos**

30 Prioridad:

**19.05.2008 DE 102008024136**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**23.05.2016**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastraße 27c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**BÖHME, STEFFEN;  
PESCHEL, THOMAS;  
EBERHARDT, RAMONA;  
TÜNNERMANN, ANDREAS y  
LIMPERT, JENS**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 570 970 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

Dispositivo para juntar y estrechar fibras u otros componentes ópticos

5 La invención se refiere a un dispositivo para juntar y estrechar fibras y/o preferentemente componentes ópticos cilíndricos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación principal.

Para juntar, por ejemplo mediante soldadura, empalme, fusión y estrechamiento, componentes ópticos individuales, sobre todo fibras, pero también otros componentes ópticos preferentemente cilíndricos o rotacionalmente simétricos, se conocen diferentes dispositivos. En algunos el aporte de energía se realiza sustancialmente mediante radiación de calor, generada por alambres de calefacción formados de manera especial, los denominados filamentos, o por medio de arco de luz. Para alcanzar el aporte de energía a la fibra óptica a través de la radiación de calor la fibra debe posicionarse muy cerca del alambre de calefacción o arco de luz. En este caso existe el problema de que las acumulaciones de filamento o también residuos de gas ensucian la fibra óptica. Además, la vida útil de un alambre de calefacción no es muy larga. Para alcanzar en este caso una mejora se intenta emplear filamentos mayores y más potentes también de otros materiales. Sin embargo, mediante el calentamiento indirecto esto no es eficiente. No obstante, con otros materiales aparecen también nuevos problemas, como por ejemplo la necesidad de un calentamiento paulatino en el caso del material grafito. Además, para diferentes diámetros de fibra deben emplearse diferentes geometrías de alambres de calefacción.

20 Por lo tanto se concibieron dispositivos de empalme en los que se realiza un aporte de energía directo a través de la absorción de la longitud de onda de láser de un láser de CO<sub>2</sub>. Por el documento EP 0 505 044 A2 se conoce un dispositivo para empalmar los extremos de dos secciones de fibra óptica que comprende medios para el contacto de los extremos y orientación de las secciones de fibra a lo largo de un eje común. Además están previstos medios para soldar las secciones de fibra que presentan una fuente de láser y medios para orientar un haz de luz cónico divergente hacia un reflector parabólico, coincidiendo los ejes del reflector parabólico con los de las secciones de fibra ópticas orientadas. En este dispositivo, la longitud de las partes que van a tratarse está limitada dado que uno de los reflectores de escáner se sitúa en el eje óptico de las fibras.

30 En el documento JP 1001105168 se muestra un dispositivo para la soldadura por láser de componentes ópticos con una lente de tipo axicon doble como primer elemento de formación de rayos, y un segundo elemento de formación de rayos colocado aguas abajo del primer elemento de formación de rayos que se da mediante un sistema óptico de focalización. Mediante la modificación de la distancia entre las dos axicon puede ajustarse el diámetro de la radiación anular. De una modificación correspondiente del diámetro de la radiación anular resulta una modificación del ángulo de incidencia en el lugar de tratamiento.

40 En el documento US4421721 se conoce un dispositivo para la fabricación de una fibra de vidrio por medio de radiación por láser de un cuerpo de vidrio. Este dispositivo comprende en particular un primer elemento de formación de rayos que se da por medio de dos axicon de tipo réflex, y un segundo elemento de formación de rayos que se compone de un reflector parabólico.

45 El documento FR 2538916 da a conocer un dispositivo para la radiación de láser y tratamiento de fibras ópticas que presenta un primer elemento de formación de rayos que comprende dos axicon de tipo réflex para la transformación de un rayo láser que llega, en un rayo en forma anular y un reflector esférico para reunir en un haz este rayo anular sobre las fibras ópticas. El dispositivo comprende además una unidad de observación unida de manera rígida con el reflector esférico para la observación vertical del lugar de tratamiento.

50 La invención se basa en el objetivo de crear un dispositivo para juntar y estrechar fibras y/o componentes ópticos preferentemente cilíndricos que mejore el estado de la técnica conocido y presente una estructura relativamente sencilla, en el que fuera posible el tratamiento de diferentes diámetros y longitudes de las piezas de trabajo a tratarse.

55 Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante las características caracterizadoras de la reivindicación principal, unidas a las características del preámbulo.

Mediante las medidas indicadas en las reivindicaciones subordinadas son posibles perfeccionamientos ventajosos y mejoras.

60 Debido a que al menos un primer elemento de formación de rayos para generar una radiación anular está insertado en la trayectoria de los rayos del rayo láser enviado desde la fuente de radiación, y a que está previsto un elemento de formación de rayos adicional para la especificación del ángulo de incidencia de la radiación anular en la o las fibras y/o los componentes ópticos cilíndricos en la posición de tratamiento, se facilita de manera sencilla un aporte de energía cónico homogéneo con ángulos de incidencia opcionales, por lo que se posibilita una conducción de calor homogénea tras la absorción, y por tanto una unión por fusión uniforme, muy limitada espacialmente. Posibilidades de tratamiento son la junta, estrechamiento, pulido, limpieza o similares.

La radiación anular se genera de manera sencilla mediante el empleo de dos axicon de tipo réflex o una axicon doble como primer elemento de formación de rayos. La distancia de las piezas de la doble axicon o de las dos axicon réflex la especifica el diámetro anular.

- 5 La distancia puede ajustarse para alcanzar diferentes diámetros anulares. Por ello, pueden procesarse diferentes tamaños de pieza de trabajo con solamente una configuración de aparato, pudiendo ascender las geometrías de pieza de trabajo a un intervalo de diámetro de  $< 100 \mu\text{m}$  hasta  $> 1500 \mu\text{m}$ . Pueden juntarse componentes ópticos de cualquier tamaño, como elementos funcionales ópticos o placas planoparalelas, como p.ej. topes terminales, chavetas para el montaje de cámaras, etc. a cualquier diámetro de fibra mediante empalme. Una modificación no
- 10 escalonada del diámetro de los compañeros de soldadura es muy sencillo sin implementar calibración. Además, también pueden procesarse también otros elementos de forma cilíndrica, como otros componentes ópticos. Las limitaciones están dadas solamente a través de alojamientos mecánicos de los componentes que van a empalmarse y la potencia de láser facilitada, que puede reproducirse bien.
- 15 Mediante la previsión de medios para el ajuste variable del ángulo de incidencia en el lugar de tratamiento, por ejemplo mediante una axicon escalonada o reflector parabólico en relación con la axicon doble o con las dos axicon de tipo réflex, el ángulo de incidencia puede ajustarse de manera variable ventajosamente para diferentes procesos de tratamiento (estrechamiento, empalme).
- 20 Preferentemente el ángulo de incidencia de láser se selecciona de manera que el lugar de tratamiento siempre puede observarse en perpendicular al eje de pieza de trabajo, p.ej. eje de fibra, p.ej. por medio de cámaras CCD, por lo que se permite o se simplifica un ajuste de las o de la pieza de trabajo que va a procesarse en dos planos ortogonales.
- 25 Además el ángulo de incidencia se selecciona de manera que está prevista una distancia predeterminada entre lugar de tratamiento y un espejo plano. La distancia prevista se define de manera que el espejo plano no se ve influido por el proceso de tratamiento, por ejemplo por humo o gases, es decir se ensucia. Un valor preferente para la distancia es  $> = 10 \text{ mm}$ .
- 30 La axicon empleada o la axicon doble pueden trabajar en reflexión o transmisión.

En un ejemplo de realización ventajoso el segundo elemento de formación de rayos para el ajuste del ángulo de incidencia es una axicon escalonada que conduce la radiación anular a la posición de junta o de estrechamiento. El empleo de una axicon doble adicional en forma de escalón es ventajoso, por lo que el ajuste del ángulo de

35 incidencia puede realizarse en particular en el caso de una axicon doble como primer elemento de formación de rayos.

Para llevar un rayo láser de manera no enfocada al lugar de tratamiento o de junta o de estrechamiento y reducir la densidad de potencia a la superficie que va tratarse, en un ejemplo de realización ventajoso la axicon escalonada

40 para el ajuste del ángulo de incidencia puede estar provista de una esfera, una forma esférica o estructura difractiva adicionales que genere una radiación reflejada divergente/convergente. Naturalmente esto puede alcanzarse también por un elemento óptico adicional que está intercalado. En total, la mejor homogeneización de la radiación de láser lleva a un resultado de estrechamiento o de empalme homogéneo en el caso de toleración simultáneamente más relajadas, es decir ajuste de las fibras entre sí y con respecto a un anillo de láser. Por ello, en total se mejora la

45 estabilidad de proceso y la capacidad de reproducción.

Otro ejemplo de realización para el segundo elemento de formación de rayos para especificar el ángulo de incidencia es el empleo de un reflector parabólico. Por ello se posibilita modificar la incidencia de radiación de rasante a perpendicular. Para el reflector parabólico vale lo dicho anteriormente con respecto a la modificación de la

50 densidad de potencia.

Otra forma adicional del segundo elemento de formación de rayos del estado de la técnica es un sistema óptico de focalización que está conectada aguas debajo de la axicon doble. A través del anillo de láser desviado en el espejo plano, que discurre de manera cónica pueden tratarse piezas de trabajo de diferente diámetro.

55

De manera ventajosa, el espejo plano, que puede emplearse en relación con todos los ejemplos de realización está rajado o dividido, y está provisto con una perforación de agujero asimismo dividida para alimentar así las piezas de trabajo que van a tratarse o su soporte. Esto es válido de la misma manera para la axicon escalonada configurada como segundo elemento de formación de rayos o para el reflector parabólico.

60

Mediante el empleo del espejo plano antes del lugar de tratamiento se simplifica el ajuste dado que se alcanza una separación de funciones entre el sistema óptico de focalización situado aguas arriba (dos axicon de tipo réflex, axicon doble) y desviación de rayos a través del espejo plano. Dado que el anillo de láser debe abarcar de manera homogénea la pieza de trabajo, un espejo plano dividido con perforación de agujero asimismo dividida ofrece por un

65 lado un anillo de láser ininterrumpido. Por otro lado, mediante la abertura del espejo plano dividido con perforación, de agujero, p.ej. por medio de bisagra puede realizarse un equipamiento de pieza de trabajo muy ventajoso. En

particular las piezas de trabajo largas, como p.ej. fibras ópticas pueden ser de cualquier longitud y no tienen que "enhebrarse" para el tratamiento a través de una perforación de agujero.

5 En un perfeccionamiento ventajoso, a la fuente de rayo láser está conectado aguas abajo un telescopio para la adaptación del diámetro de rayo láser, y dado el caso, de la densidad de potencia en el punto de tratamiento o de junta o de estrechamiento.

10 Resumiendo puede decirse que con esta configuración de aparato de acuerdo con la invención, universal, relativamente compacta se amplían considerablemente las limitaciones existentes con respecto al aporte de energía homogéneo en el caso de una dirección de proceso adaptada simultáneamente, es decir, adaptación a las geometrías o a las piezas de trabajo que van a tratarse.

15 Un perfeccionamiento ventajoso para el soporte de la axicon respectiva consiste en que como elemento de sujeción para la punta de axicon se emplee una placa plana de material de alta transmisión para la radiación por láser, p.ej. seleniuro de zinc con tratamiento antirreflejos AR y perforación de agujero para la fijación de la punta de axicon. Por ello la geometría de rayo láser (es decir, el anillo) no se perturba y la radiación por láser no se bloquea.

20 El dispositivo de acuerdo con la invención puede emplearse para piezas de trabajo con diferentes diámetros sin nueva calibración. Además de sílica amorfa/vidrio de cuarzo puros pueden recargarse por fusión sílicas amorfas y vidrios de cuarzo dotados y también todos los demás vidrios absorbentes en la gama de longitud de onda empleada, así como sus derivados, p.ej. lentes de índice gradiente fabricadas mediante intercambio iónico a base de vidrio de silicato de boro, siempre que el coeficiente de dilatación de los compañeros de junta lo permita. También para el estrechamiento de cuerpos de formas simétricas, como p.ej. fibras ópticas resultan con el láser de CO<sub>2</sub> nuevas posibilidades, dado que mediante el aporte de energía simétrico pueden tratarse sustancialmente vidrios más gruesos. También con ello es posible el tratamiento de otros materiales cilíndricos que absorben la radiación por láser en esta gama de longitud de onda.

30 Debido a que para el soporte de una de las axicon de la axicon doble o de las axicon de tipo réflex se emplea una placa altamente transparente, preferentemente de seleniuro de zinc con un agujero para el alojamiento y fijación precisa de la punta de cono de la axicon, la radiación por láser no se perturba.

En el dibujo se representan ejemplos de realización de la invención y se explican con más detalle en la siguiente descripción. Muestran:

35 la figura 1 una estructura esquemática de un primer ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención con una axicon doble como primer elemento de formación de rayos y una axicon escalonada como segundo elemento de formación de rayos,

40 la figura 2 un segundo ejemplo de realización con una axicon doble como primer elemento de formación de rayos y un reflector parabólico como segundo elemento de formación de rayos, y

la figura 3 un ejemplo del estado de la técnica con una axicon doble como primer elemento de formación de rayos y un sistema óptico de focalización como segundo elemento de formación de rayos.

45 El dispositivo representado en la figura 1 presenta un láser de CO<sub>2</sub> 1 que proyecta un haz de rayos láser sobre un telescopio con una primera lente 2 y una segunda lente 3 que sirve para la adaptación del diámetro de rayo láser. Conectado aguas abajo al telescopio 2, 3 está una axicon doble 4 que trabaja en reflexión y que se compone de una primera axicon negativa 5 en forma anular y una segunda axicon 6 positiva distanciada con una distancia AA en forma de cono, que tienen ángulos absolutos iguales para la generación de un diámetro anular constante. La axicon 50 5 comprende un paso para el pasaje del rayo láser que viene del telescopio 2, 3 que incide en la segunda axicon 6. La distancia AA entre las dos axicon 5, 6 puede ajustarse de manera no escalonada y determina el diámetro anular de la radiación por láser transmitida. En la figura 1 la segunda axicon 6 está mostrada en dos posiciones diferentes, por lo que resulta el trayecto de radiación representado trazado a rayas con el diámetro de anillo de láser  $\phi$  1, y el trayecto de radiación con puntos con el diámetro de anillo de láser  $\phi$ 2. La radiación que incide en la segunda axicon 55 6 se refleja en las superficies cónicas, incide en la primera axicon 5 e igualmente se refleja allí.

60 Las partes de pieza de trabajo 7, 8 que van a juntarse como compañeros de soldadura que pueden estar configuradas, p.ej. como fibras ópticas u otros componentes ópticos, preferentemente cilíndricos están alojadas en cada caso en un eje motor con sujetadores 9, 10 y están orientadas unas respecto a otras. En la trayectoria de rayos anulares está dispuesto un espejo plano 11 rajado o dividido en dos, que pueden ajustarse entre sí, cuyas mitades también pueden estar unidas en cada caso con una bisagra, agarrando el primer compañero de soldadura 7 la raja del espejo plano 11. En la realización dividida, el espejo plano 11 presenta una perforación de agujero asimismo dividida para el paso de la pieza de trabajo.

65 Para la concentración de la radiación anular desviada 90° a través del espejo plano 11 en el presente ejemplo de realización en el lugar de soldadura 12, 13 está prevista una axicon escalonada 14, reflejándose la radiación por

5 láser con el diámetro anular mayor en la superficie en forma de cono de la primera axicon 15 de la axicon escalonada 14 e incidiendo en el lugar de soldadura 12 o el punto de junta. La radiación por láser con el diámetro de anillo 2 menor se conduce a la segunda axicon 16 de la axicon escalonada 14 con ángulo de conicidad más pronunciado, y tal como puede distinguirse de la figura, se refleja en el lugar de soldadura o punto de junta 13. La axicon escalonada 14 puede estar diseñada igualmente rajada o dividida como el espejo plano.

10 En el empleo de un espejo plano rajado y una axicon escalonada a través de la flecha 17 y la caja 18 se indica que esta disposición en el dibujo puede trasladarse hacia la izquierda para posibilitar un equipamiento de los sujetadores 9, 10. Para el tratamiento con el láser, la disposición se desplaza de nuevo hacia atrás. Sin embargo es suficiente si solamente el espejo plano 11 dividido con perforación de agujero, y dado el caso, la axicon escalonada 14 dividida se abren y se cierran para equipar el dispositivo de sujeción. El agujero en el espejo plano 11 define el ángulo de incidencia ajustable al máximo, p.ej. con respecto al eje de fibra óptico.

15 Tal como puede distinguirse de esta disposición, mediante el ajuste de la distancia AA entre la primera y la segunda axicon de la axicon doble 4, y la inclinación de la superficies cónicas de la primera y segunda axicon 15, 16 de la axicon escalonada 14 puede modificarse el punto de soldadura o de junta 12, 13 y el ángulo de incidencia de la radiación por láser en el punto de soldadura o de junta 12, 13. En las superficies de la axicon escalonada 14 puede incorporarse una esfera, una forma esférica o estructura difractiva adicionales o varias de ellas, por lo que la densidad de potencia de la radiación reflejada en el punto de soldadura o de unión 12, 13 se influye de manera encauzada. Sin embargo, para ello puede preverse un componente óptico separado.

20 En la figura 2 se representa un segundo ejemplo de realización de la disposición de acuerdo con la invención que se diferencia de la primera disposición en que, en lugar de la axicon escalonada 14 en la figura 1, se emplea un reflector parabólico 19 que, según la realización puede estar igualmente rajado o dividido para el paso de la pieza de trabajo. Fundamentalmente el modo de funcionamiento es sustancialmente el mismo que en la figura 1.

30 En la figura 3 se emplea de nuevo la axicon doble 4 a la que está conectado aguas abajo un sistema óptico de focalización 20, incidiendo la radiación anular focalizada de nuevo sobre el espejo plano 11, que desvía la radiación al punto de junta.

En este ejemplo del estado de la técnica, la distancia entre la primera axicon 5 y la segunda axicon 6 de la axicon doble 4 está ajustada de manera fija, estando asociado el sistema óptico de focalización 20 a este ajuste.

35 En los diferentes ejemplos de realización, el telescopio 2, 3 sirve para la adaptación del diámetro de rayo láser. A cierta escala, el telescopio 2, 3 contribuye también a la adaptación de la densidad de potencia en el lugar de soldadura o de junta.

40 Para la axicon doble o la axicon de tipo réflex no está representado ningún soporte. Es importante que la axicon respectiva se sujete de tal manera que no provoque ninguna perturbación en la radiación por láser. Esto puede realizarse por ejemplo mediante el empleo de una placa planoparalela transmitiva, p.ej. de seleniuro de zinc con un revestimiento antirreflejo que está provisto con un agujero para el alojamiento de la punta de cono de la axicon y sirve por tanto como sujetador. La punta de cono está unida con la placa, p.ej. mediante medios de fijación o adhesión.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para juntar y estrechar fibras o componentes ópticos con un dispositivo de sujeción para sujetar las fibras o los componentes ópticos en la posición de tratamiento, una fuente de rayos láser para enviar un rayo láser y elementos de formación de rayos para conducir el rayo láser al lugar de tratamiento,
- 5
- en el que al menos un primer elemento de formación de rayos (4, 25) para generar una radiación anular está introducido en la trayectoria de los rayos y por que está previsto un segundo elemento de formación de rayos (14, 19, 20) adicional para la especificación del ángulo de incidencia de la radiación anular sobre la o las fibras o los componentes ópticos en la posición de tratamiento,
- 10
- en el que el primer elemento de formación de rayos está configurado como dos axicon de tipo réflex o como una axicon doble (4) con partes (5, 6) distanciadas unas respecto a otras, especificando la distancia de las dos axicon de tipo réflex o de las partes (5, 6) de la axicon doble el diámetro anular de la radiación,
- 15
- en el que para alcanzar diferentes diámetros anulares de la radiación puede ajustarse la distancia de las partes (5, 6) de la axicon doble (4) o de las axicon de tipo réflex,
- caracterizado por que** el segundo elemento de formación de rayos adicional es una axicon escalonada o un reflector parabólico que conducen la radiación anular hacia el lugar de tratamiento para el ajuste variable del ángulo de incidencia en el lugar de tratamiento.
- 20
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la distancia de las partes (5, 6) de la axicon doble (4) o de las axicon de tipo réflex puede ajustarse de manera continua.
3. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el ángulo de incidencia puede ajustarse de tal manera que el lugar de tratamiento puede verse en perpendicular al eje de la o las fibras o del componente óptico.
- 25
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** entre el primer y el segundo elementos de formación de rayos adicional (4, 18, 19), o entre el segundo elemento de formación de rayos y el lugar de tratamiento está dispuesto un espejo plano (11) para desviar la radiación anular.
- 30
5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** la distancia entre el lugar de tratamiento y el espejo plano está definida para impedir que el espejo plano se ensucie debido al proceso de tratamiento.
- 35
6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el espejo plano (11) está dividido en dos partes y presenta una perforación de agujero o está ranurado.
7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** la axicon escalonada (4) o el reflector parabólico (19) están divididos o ranurados.
- 40
8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** están previstos medios para la reducción o la modificación de la densidad de potencia de la radiación en el lugar de tratamiento en la trayectoria de los rayos.
- 45
9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** los medios para reducir o modificar la densidad de potencia están configurados como estructura incorporada en la axicon escalonada (16) o en el reflector parabólico (19) para reducir la densidad de potencia de la radiación, como una esfera, una forma esférica o estructura difractiva adicionales para la generación de una radiación reflejada divergente o convergente o como un elemento óptico adicional.
- 50
10. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** a la fuente de rayos láser (1) está conectado aguas abajo un telescopio (2, 3) para la adaptación del diámetro de rayo láser y, dado el caso, la densidad de potencia en el lugar de tratamiento.
- 55
11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado por que** el espejo plano (11) o la axicon escalonada o el reflector parabólico pueden desplazarse o abrirse y cerrarse para el equipamiento del dispositivo de sujeción (9, 10).
- 60
12. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** al menos una axicon de la axicon doble (4) o de las dos axicon de tipo réflex presenta como sujetador una placa altamente transparente en el intervalo de longitud de onda con agujero para la fijación de la punta de cono.



