

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 273**

51 Int. Cl.:

G02B 27/10 (2006.01)

G02B 27/14 (2006.01)

G02B 21/06 (2006.01)

G02B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.05.2008 PCT/EP2008/055538**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2008 WO08151884**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2008 E 08736652 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 2158513**

54 Título: **Concentrador de haz y una fuente de luz con un concentrador de haz**

30 Prioridad:

15.06.2007 DE 102007028337

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

12.06.2020

73 Titular/es:

**LEICA MICROSYSTEMS CMS GMBH (100.0%)
CPTD, Ernst-Leitz-Strasse 17-37
35578 Wetzlar, DE**

72 Inventor/es:

SEYFRIED, VOLKER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 766 273 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

Concentrador de haz y una fuente de luz con un concentrador de haz

5 La invención se refiere a una disposición óptica con un concentrador de haz para la concentración de dos rayos de luz en un haz de luz concentrado en la trayectoria de los rayos de la disposición óptica, con preferencia de un microscopio.

10 Se conocen por la práctica concentradores de haz y fuentes de luz del tipo mencionado al principio y se emplean, por ejemplo, en el campo de la microscopia confocal. A este respecto, se conoce según el documento DE 196 33 185 C2 concentrar los rayos de luz de dos láseres que se diferencian en las longitudes de ondas a través de divisores de rayos dicróticos – divisores de rayos de colores – entre sí. A través de la disposición secuencial de esta estructura se pueden concentrar tres o más rayos láser.

15 También se conoce una concentración de rayos de luz a través de divisores de rayos de polarización según el documento EP 0 473 071 B1. Por lo demás, se conoce por la solicitante realizar la concentración de rayos de luz a través de fibras de guía de luz. Además, se conoce a partir del documento DE 103 37 558 A1 realizar una disociación espectral espacial de rayos de luz, siendo realizada la concentración en el espacio a través de un elemento estructurado, microestructurado y/o conmutable y siendo confluidos los rayos de luz de nuevo a través de
20 un elemento dispersivo sobre un eje común del rayo.

En los concentradores del haz conocidos es problemático que, por ejemplo, la utilización de divisores del haz de color conduce a una pérdida de potencia de la luz blanca generada la mayoría de las veces de forma costosa y de todos modos no potente. Por lo demás, por ejemplo, no se pueden emplear divisores de haz de polarización en
25 fuentes de luz con una fibra de vidrio fotónica, puesto que la luz de emisión no está polarizada.

Además, la mayoría de las disposiciones conocidas no permiten una conmutación controlada por ordenador de la característica. Donde esto es posible, por ejemplo en la disposición conocida a partir del documento DE 103 37 558 A1, los tiempos de conmutación son demasiado largos en consideración de los requerimientos actuales.
30

El documento DE 10 2004 030 208 B3 publica un microscopio de luz reflejada con un dispositivo óptico realizado como elemento acústico-óptico, que está dispuesto en una trayectoria de los rayos de iluminación y en una trayectoria de los rayos de detección. El microscopio de luz reflejada publicado comprende, además, un láser de varias líneas para la generación de luz de iluminación. A través del dispositivo óptico se divide la luz de iluminación del láser de varias líneas en una parte deseada para la iluminación de una muestra y una parte no deseada. La parte
35 no deseada se desvía a través del dispositivo óptico a una trampa del rayo.

El documento US 2001/0028031 A1 publica un dispositivo para la concentración de rayos de luz láser de al menos dos fuentes de luz láser. La luz láser emitida desde las al menos dos fuentes de luz láser tiene en este caso esencialmente la misma longitud de onda, respectivamente. El dispositivo comprende un deflector acústico-óptico para la concentración de los rayos de luz láser. El deflector acústico-óptico es activado de forma sincronizada con la secuencia de pulsos de los rayos de luz láser – en un modo múltiple por división de tiempo -, de manera que los rayos de luz láser son desviador, respectivamente, hacia un rayos de luz concentrado y se concentran de esta
40 manera.
45

El documento EP 1 182 445 A2 publica un interferómetro óptico integrado, en el que se acopla luz de una única fuente de luz en una rejilla de incidencia de la luz. La rejilla de incidencia de la luz está configurada para seleccionar luz de una única fuente de luz desde la luz acoplada y conducirla a una guía de ondas.

50 El documento WO 02/057759 A1 publica un dispositivo de análisis espectroscópico con un concentrador del haz, que comprende un deflector acústico-óptico (AOD). La frecuencia de una onda acústica, que se propaga a través del AOD, se selecciona para que un rayo difractado de primer orden con una primera longitud de onda y un rayo difractado de orden cero con una segunda longitud de onda se desvíen de tal manera que abandonen el AOD en paralelo.
55

El documento DE 10 2004 054 262 A1 publica un dispositivo para la investigación y manipulación de objetos microscópicos. El dispositivo comprende una primera fuente de luz para la generación de un rayo de luz de iluminación, una segunda fuente de luz para la generación de un rayo de luz de manipulación y un elemento acústico-óptico. El elemento acústico-óptico está dispuesto en la trayectoria de los rayos de luz de iluminación y está configurado de tal forma que el rayo de luz de iluminación y el rayo de luz de manipulación se desvíen de tal manera que éstos abandonan el elemento acústico-óptico bajo un ángulo del rayo relativamente pequeño.
60

El documento WO 00/39545 A1 publica una disposición óptica con dos fuentes de luz láser, cuyos rayos de luz confluyen colinealmente a través de un AOTF.

Por último, en las disposiciones conocidas sólo difícilmente se puede realizar una estructura compacta y estable y las disposiciones conocidas son técnicamente relativamente complicadas, en parte mal ajustables y muy inflexibles.

5 Por lo tanto, la presente invención tiene el cometido de configurar y desarrollar una disposición óptica con un concentrador del haz del tipo mencionado al principio de tal manera que se posibilita una concentración flexible del haz con medios sencillos.

10 El cometido anterior se soluciona de acuerdo con la invención por medio de una disposición óptica con un concentrador del haz con las características de la reivindicación 1 de la patente. De acuerdo con ello, el concentrador del haz del tipo indicado al principio se caracteriza por un AOTF (Acousto Optical Tunable Filter – Filtro Acústico-Óptico Sintonizable), en el que se puede generar una onda mecánica u onda acústica para la desviación o difracción de rayos de luz, de manera que un primer rayo de luz que entra en el AOTF y al menos un segundo rayo de luz que entra en el AOTF abandonan el AOTF como rayos de luz concentrados colineales entre sí.

15 Según la invención, se ha reconocido que para la concentración del haz es posible emplear un AOTF, en el que se puede conseguir una onda mecánica u onda acústica para desviar o difractar rayos de luz. En este caso, se concentran un primer rayo de luz que entra en el AOTF y al menos un segundo rayo de luz que entra en el AOTF, de tal manera que abandonan el AOTF con haz de luz concentrado colineales entre sí. Con el concentrador de haz según la invención es posible, por ejemplo, una conmutación controlada por ordenador muy rápida de la característica. El tiempo de conmutación está en este caso en el orden de magnitud de 1 μ s. Por lo demás, los elementos acústico-ópticos, en virtud de su configuración la mayoría de las veces de tipo modular, son muy fáciles de integrar en disposiciones ópticas.

20 Por consiguiente, con el concentrador de haz según la invención se indica un concentrador de haz en forma de un AOBM (Acousto Optical Beam Merger - Fusión de Haz Acústico-Óptico), en el que se posibilita una concentración flexible de haz con medios constructivos sencillos, con lo que se puede realizar una estructura compacta y estable, que se puede ajustar, además, todavía muy fácilmente.

30 En concreto, el AOTF puede ser irradiado por el primer haz de luz de tal manera que la onda mecánica u onda acústica del primer rayo de luz no se desvía o difracta. Además, está previsto que la onda mecánica u onda acústica desvíe o difracte el al menos un segundo rayo de luz, de tal manera que el primer rayo de luz y el al menos un segundo rayo de luz abandonan el AOTF como rayo de luz concentrado. De esta manera, se posibilita una concentración segura de los rayos de luz.

35 De manera más ventajosa, el concentrador de haz presenta un elemento de compensación para la compensación de disociaciones espaciales provocadas a través del AOTF o aberraciones cromáticas o dependientes de la polarización.

40 De manera especialmente sencilla y, por lo tanto, ventajosa, el elemento de compensación es un elemento acústico-óptico. En este caso, el elemento de compensación es de manera más ventajosa un AOTF con preferencia pasivo. Muy en general, el elemento de compensación puede ser un cristal pasivo complementario del elemento acústico-óptico, con lo que se puede realizar una configuración especialmente sencilla del concentrador de haz.

45 En el caso de selección del elemento de compensación, hay que basarse en el caso de aplicación respectivo.

Hay que evitar la utilización de otro elemento acústico-óptico - aparte del eventual elemento de compensación configurado como elemento acústico-óptico, que sirve, por ejemplo, para la corrección de la aberración, pero entonces no debe conectarse y, por consiguiente, sólo reacciona pasivamente -. De esta manera se pueden reducir claramente los costes y se puede simplificar considerablemente la activación.

50 El concentrador de haz según la invención se puede emplear de manera especialmente ventajosa en el campo de la microscopia, especialmente en el campo de la microscopia de retículo láser o microscopia confocal. A este respecto, en muchos casos es ventajoso conectar después del concentrador de haz según la invención un divisor del haz activable, con preferencia como divisor principal del rayo del microscopio confocal. En este caso, se podría utilizar como divisor del haz un AOBS (Acousto Optical Beam Splitter - Divisor del Haz Acústico Óptico).

60 En tal caso, se puede realizar de manera especialmente ventajosa una activación adaptada o bien sincronizada de los componentes. Esto incluye entonces sobre todo que el divisor del haz principal del microscopio confocal se conecta siempre de manera que la luz destinada para la utilización a través del concentrador del haz puede pasar a ser posible sin impedimentos a través del divisor del haz principal - o con un debilitamiento definido -. A tal fin, por ejemplo, en el caso de una pluralidad de conexiones del concentrador del haz según la invención, se determina en cada caso el ajuste óptico respectivo del divisor del haz del microscopio confocal conectado a continuación, se almacena de forma correspondiente y se utiliza para la activación posterior, de manera que en cada situación se puede realizar una adaptación óptima de los componentes. Evidentemente, en general, se puede realizar la

calibración sólo para longitudes de ondas de luz individuales. Pero es fácil conseguir a través de interpolación de los valores en lugares de apoyo únicos la calibración óptima para todas las longitudes de ondas que están en la zona útil.

5 La técnica de concentración del haz según la invención podría combinarse también con otras técnicas de concentración del haz, pudiendo combinarse otros rayos, por ejemplo, en haces ya combinados en el campo previo.

Para la elevación adicional de la flexibilidad del empleo del concentrador de haz podría disponerse delante y/o detrás del concentrador del haz al menos un elemento que varía la intensidad de la luz, con preferencia un AOTF.

10 Con respecto a un dispositivo especialmente fácil de manejar, el concentrador de haz o una unidad de este tipo podría presentar de manera más ventajosa otros componentes como por ejemplo un AOTF o una estabilización de la temperatura.

15 Con el concentrador de haz según la invención es posible de una manera ventajosa concentrar con el primer rayo de luz no sólo un segundo, sino también un tercera u otro rayo de luz. Finalmente, aquí es posible un "enhebrado" de varios rayos de luz entre sí.

20 Por ejemplo, el primero o el segundo rayo de luz podría estar formado por un láser de varias longitudes de ondas, con preferencia láser de iones de argón, por rayos individuales ya concentrados, por una fuente de luz blanca o por un láser sintonizable.

25 De manera más ventajosa, la fuente de luz blanca o el láser sintonizable o una fuente de luz sintonizable podría presentar un elemento microestructurado, un llamado láser "cónico", una láser especialmente dotado, con preferencia con dispersión anormal, o un elemento óptico - con preferencia comparable - que induce no linealidades, en donde se acopla allí luz de un láser, desde el que se pueden generar nuevas longitudes de ondas a través de procesos no lineales. En este caso, el elemento microestructurado podría presentar con preferencia una fibra de cristal fotónico (PFC), cristal fotónico o un Photonic-Band-Gap-Material - Material de Separación de Banda Fotónica. Con la selección de la configuración del elemento microestructurado se posibilita una adaptación sencilla a
30 requerimientos individuales.

En el caso de que se pueda determinar o seleccionar una de las longitudes de ondas, se podría adaptar de manera ventajosa una radio frecuencia en el elemento acústico-óptico a una longitud de onda variable. En esta adaptación, se podría tener en cuenta al mismo tiempo de manera más ventajosa la temperatura del elemento acústico-óptico y/o su entorno, de modo que se posibilita una adaptación óptica de la radio frecuencia.

35 Para a supresión de luz no deseada ya en el campo previo podría estar conectado delante del concentrador de haz al menos un filtro óptico. En el caso de un láser de luz blanca se trata en este caso sobre todo de luz de onda más larga que la luz útil deseada propiamente, que podría suprimirse, por ejemplo, a través de un filtro de canto de banda. para minimizar la carga de luz de los componentes acústico-ópticos.

40 De manera más ventajosa, el concentrador de haz podría presentar una trampa del rayo, en la que se acumula la luz no destinada para la utilización. Tal configuración es especialmente importante con fuertes potencias de luz, puesto que de lo contrario podrían aparecer efectos no deseados como daños de componentes o problemas de seguridad del láser.

45 Para la realización de una disposición especialmente compacta, el concentrador de haz podría estar dispuesto en una carcasa de una de las fuentes de luz que generan los rayos de luz o fuentes de luz láser. En este caso, el rayo de luz de la otra fuente de luz o fuente de luz láser podría estar guiado con preferencia por medio de una fibra de vidrio en la carcasa de una fuente de luz o fuente de luz láser hacia el concentrador de haz, de manera que la luz concentrada de las dos fuentes de luz o fuentes de luz láser podría abandonar la carcasa en común a través de una segunda fibra de vidrio.

50 Con respecto a las ventajas de tal fuente de luz, para evitar repeticiones, se remite a las explicaciones anteriores con respecto a las ventajas del concentrador de haz según la invención.

55 Con el concentrado de haz según la invención se posibilita una concentración de varios rayos de luz en un haz común, pudiendo concentrarse especialmente rayo láser sintonizables continuamente, por ejemplo desde fuentes de luz blanca.

60 Existen diferentes posibilidades para configurar y desarrollar la enseñanza de la presente invención de manera ventajosa. A tal fin, por una parte, se remite a las reivindicaciones de patente subordinadas y, por otra parte, a la explicación siguiente de un ejemplo de realización de la invención con la ayuda del dibujo. En conexión con la explicación del ejemplo de realización preferido de la invención con la ayuda del dibujo se explican también, en general, configuraciones y desarrollos preferidos de la enseñanza. En el dibujo:

La figura 1 muestra en representación esquemática un ejemplo de realización de un concentrador de haz según la invención, y

5 La figura 2 muestra en una representación esquemática una utilización típica del concentrador de haz según la invención en un microscopio confocal.

10 La figura 1 muestra en una representación esquemática un ejemplo de realización de un concentrador de haz según la invención para la concentración de al menos dos rayos de luz 1 y 2 en un haz de luz concentrado 3. Con respecto a una concentración de haz flexible con medios constructivos sencillos, el concentrador de haz presenta un elemento acústico-óptico 4, en el que se puede generar una onda mecánica u onda acústica para la desviación o difracción de rayos de luz, de manera que un primer rayo de luz 1 que entra en el elemento acústico-óptico 4 y un segundo rayo de luz 2 que entra en el elemento acústico-óptico abandonan el elemento acústico-óptico 4 como haz de luz concentrado 3 colineales entre sí.

15 En concreto, el elemento acústico-óptico 4 puede ser irradiado desde el primer rayo de luz 1. de tal manera que la onda mecánica u onda acústica no desvía o difracta - al menos en parte - el primer rayo de luz 1. La onda mecánica u onda acústica no influye en el segundo rayo de luz 2, de tal maneaa que el primer rayo de luz 1 y el segundo rayo de luz 2 abandonan el elemento acústico-óptico 4 como haz de luz concentrado 3 colineales entre sí.

20 En el ejemplo de realización mostrado aquí, el elemento acústico-óptico 4 es un AOTF.

25 Para la compensación de disociaciones espaciales provocadas a través del elemento acústico-óptico o de aberraciones cromáticas o dependientes de la polarización, que son generadas a través de la difracción o bien la difracción doble en el cristal del AOTF, el concentrador de haz presenta un elemento de compensación 5. El elemento de compensación 5 está configurado como AOTF pasivo o como prisma.

30 Por lo demás, el concentrador de haz presenta todavía diversos espejos y acopladores de fibras para el acoplamiento de las fuentes de luz 6 y 7.

La fuente de luz 6 es un láser sintonizable continuo. La fuente de luz 7 puede ser un láser de iones de argón.

35 La figura 2 muestra en una representación esquemática el empleo del concentrador de haz de la figura 1 en un microscopio confocal 9 que presenta un divisor del haz controlable 8. El divisor del haz 8 sirve como divisor del haz principal del microscopio confocal 9.

40 En el caso de utilización del concentrador de haz se realiza una activación adaptada o bien sincronizada de los componentes. A ello pertenece que el divisor del haz 8 o bien el divisor del haz principal del microscopio confocal 9 se conecta siempre de manera que la luz destinada para la utilización a través del concentrador de haz puede pasar a ser posible sin impedimentos a través del divisor del haz principal 8. A tal fin, en el caso de una pluralidad de conexiones del concentrador de haz según la invención, se determina en cada caso el ajuste óptimo respectivo del divisor de haz 8 siguiente, se almacena de manera correspondiente y se utiliza para la activación posterior, de manera que en cada situación se puede realizar una sintonización óptima de los componentes. El concentrador de ha está dispuesto en una carcasa 10 de la fuente de luz 6. El rayo de luz 1 de la otra fuente de luz 7 está guiado en la carcasa 10 hacia el concentrador de haz. El rayo de luz 1 es un rayo de luz, que está constituido por rayos individuales concentrados.

Con respecto a otras configuraciones ventajosas de las enseñanzas según la invención se remite para evitar repeticiones a la parte general de la descripción así como a las reivindicaciones de patente adjuntas.

50 Por último, hay que indicar que el ejemplo de realización descrito anteriormente solamente sirve para explicar las enseñanzas reivindicadas, pero ésta no está limitada al ejemplo de realización.

Lista de signos de referencia

- 55 1 Primer rayo de luz
 2 Segundo rayo de luz
 3 Haz de luz concentrado
 4 Elemento acústico-óptico
 5 Elemento de compensación
 60 6 Fuente de luz
 7 Fuente de luz
 8 Divisor del haz
 9 Microscopio confocal
 10 Carcasa

65

REIVINDICACIONES

1. Disposición óptica con un concentrador de haz para la concentración de al menos dos rayos de luz (1, 2) en un haz de luz concentrado (3), a saber, al menos un primer rayo de luz (1) y un segundo rayo de luz (2), en la trayectoria de los rayos de la disposición óptica, de una primera fuente de luz (7) acoplada en el concentrador de haz para la generación del primer rayo de luz (1) y de una segunda fuente de luz (6) acoplada en el concentrador de haz para la generación del segundo rayo de luz (2), en donde la primera fuente de luz (7) para la generación del primer rayo de luz (1) es un láser de longitudes de ondas individuales o de varias longitudes de ondas, en donde el primer rayo de luz (1) o el segundo rayo de luz (2) presentan luz de diferentes longitudes de ondas o luz con diferentes porciones espectrales, y en donde el concentrador de haz presenta un primer AOTF (Acousto Optical Tunable Filter – Filtro Acústico-Óptico Sintonizable) (4), en el que se puede generar una onda mecánica u onda acústica para la desviación o difracción de rayos de luz, de manera que el primer rayo de luz (1) que entra en el primer AOTF (4) del concentrador de haz y al menos el segundo rayo de luz (2) que entra en el primer AOTF (4) del concentrador de haz abandonan el AOTF (4) como haz de luz concentrado (3) colineales entre sí, caracterizada por que la segunda fuente de luz (6) para la generación del segundo rayo de luz (1) es un láser sintonizable, por que el concentrador de haz presenta un elemento de compensación (5) para la compensación de disociaciones espaciales provocadas por el primer AOTF (4) o aberraciones cromáticas o dependientes de la polarización, por que el elemento de compensación (5) es un elemento acústico-óptico en forma de un segundo AOTF, y por que el primer AOTF (4) puede ser irradiado por el primer rayo de luz (1), de tal manera que la onda mecánica u onda acústica no desvía o difracta el primer rayo de luz (1), y por que la onda mecánica u onda acústica desvía o difracta el segundo rayo de luz (2) de tal manera que el primer rayo de luz (1) y el segundo rayo de luz (2) abandonan el primer AOTF (4) como haz de luz concentrado (3) colineales entre sí.
2. Disposición óptica según la reivindicación 1, caracterizada por que después del concentrador de haz están conectados un divisor del haz (8) activable o un divisor del haz activable como divisor del haz principal de un microscopio confocal (9).
3. Disposición óptica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que delante y/o detrás del concentrador de haz está dispuesto al menos un elemento que varía la intensidad o un AOTF.
4. Disposición óptica según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el concentrador de haz presenta una estabilización de la temperatura.
5. Disposición óptica según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que el concentrador de haz está dispuesto en una carcasa (10) de una de las fuentes de luz (6) que generan los rayos de luz (2) o fuentes de luz láser.
6. Disposición óptica según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que la disposición óptica es un microscopio.

Fig. 1

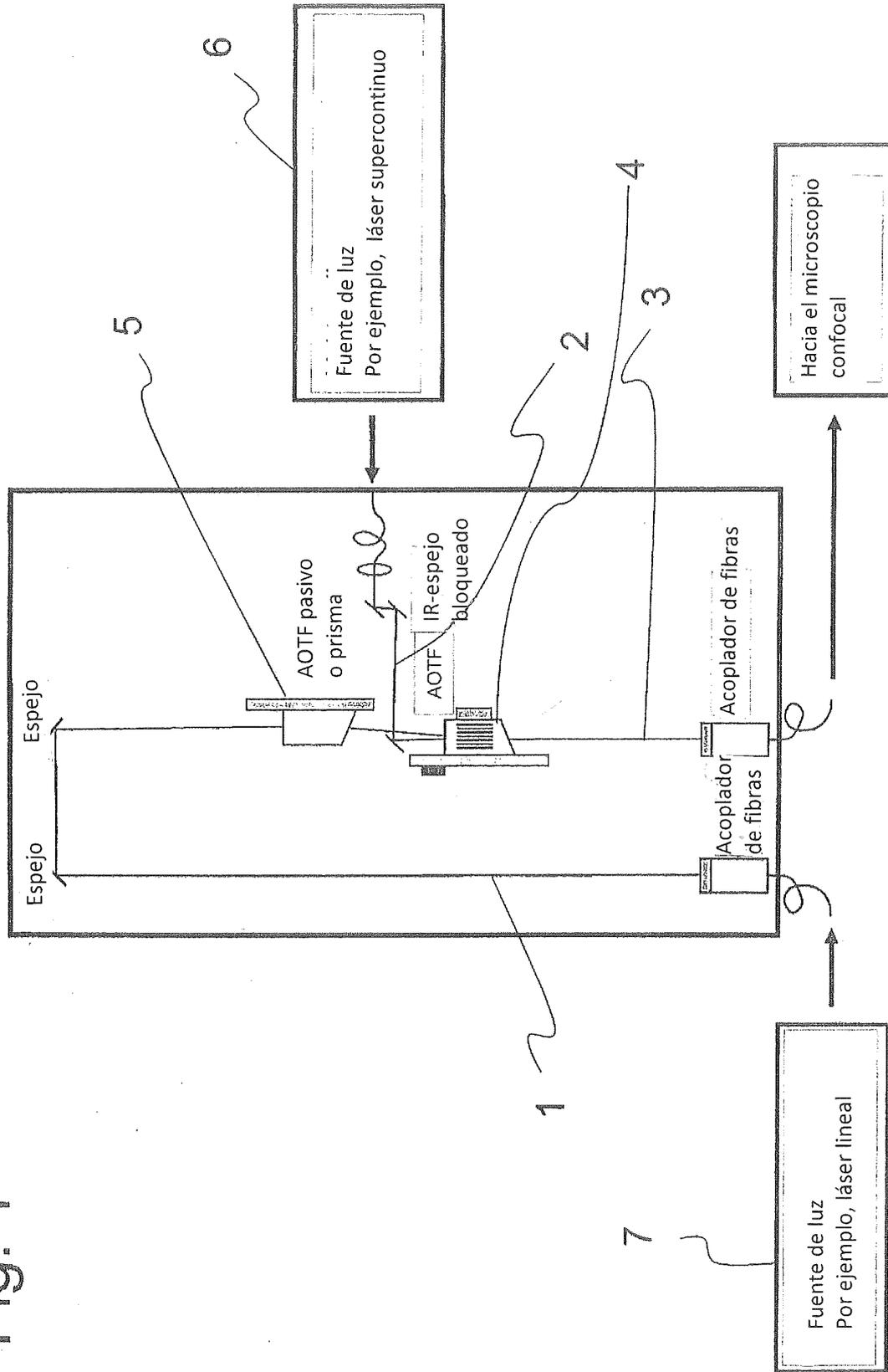


Fig. 2

