

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 102**

51 Int. Cl.:

F41H 13/00 (2006.01)

G02B 26/02 (2006.01)

G02B 26/06 (2006.01)

G02B 27/14 (2006.01)

H01S 3/13 (2006.01)

H01S 3/23 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2017 E 17205106 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3379197**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para irradiar un objeto**

30 Prioridad:

24.03.2017 DE 102017002882

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

22.03.2021

73 Titular/es:

**MBDA DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Hagenauer Forst 27
86529 Schrobenhausen, DE**

72 Inventor/es:

**ZOZ, JÜRGEN y
PROTZ, RUDOLF**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 813 102 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 y procedimiento para irradiar un objeto

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para irradiar un objeto.
- [0002]** Los sistemas láser de largo alcance se utilizan de diversas maneras. Además de las aplicaciones militares, como la destrucción de objetos volantes móviles, también existen numerosas aplicaciones civiles, por ejemplo, para la transmisión óptica de datos a largas distancias o para la eliminación de chatarra en la atmósfera, llamada chatarra espacial, con la ayuda de láseres estacionados en el suelo.
- 10 **[0003]** Para los largos alcances son muy importantes un enfoque preciso y una alineación angular de los rayos láser. Además, se imponen altas demandas en la potencia del rayo de salida para poder irradiar el objetivo con suficiente intensidad.
- 15 **[0004]** Por lo tanto, se utilizan ventajosamente sistemas láser multicanal, donde una pluralidad de rayos individuales se coordinan y emiten a través de una abertura adecuada. Los rayos pueden solaparse de manera coherente o incoherente en el punto objetivo.
- 20 **[0005]** En el camino hacia el punto objetivo, los rayos láser individuales pasan a través de áreas en el aire con distintas densidades en presencia de fuertes turbulencias atmosféricas, lo que conduce al cambio del frente de onda de la radiación láser emitida.
- [0006]** Para compensar los efectos atmosféricos en la trayectoria de propagación, a partir de los documentos DE 10 2011 015 779 A1 y DE 10 2007 049 436 B4 se conoce el control de las fases de los rayos individuales. Esto puede aumentar la intensidad de la luz en el punto objetivo.
- 25 **[0007]** El documento US 6 708 003 B1 describe la irradiación de un objeto con un rayo de prueba, donde un sensor detecta la luz reflejada por el objeto para detectar influencias atmosféricas sobre la propagación del rayo. Un rayo láser emitido por una fuente de luz se corrige según las influencias detectadas.
- 30 **[0008]** Es un objeto de la invención mejorar aún más tales sistemas láser.
- [0009]** Este objeto se consigue mediante un dispositivo para irradiar un objeto con las características de la reivindicación 1 de la patente y mediante un procedimiento para irradiar un objeto con las características de la reivindicación 9 de la patente. Realizaciones ventajosas son objeto de las respectivas reivindicaciones secundarias.
- 35 **[0010]** Según un primer aspecto, la invención se refiere en consecuencia a un dispositivo para irradiar un objeto, con un dispositivo emisor de luz, un dispositivo sensor y un dispositivo de control. El dispositivo emisor de luz está diseñado para emitir un rayo láser agrupado desde una pluralidad de rayos individuales sobre el objeto. Se puede establecer una potencia de radiación respectiva y una fase respectiva de cada rayo individual. El dispositivo sensor está diseñado para recibir luz reflejada desde el objeto y usarla para determinar información relacionada con un cambio en la potencia de radiación respectiva y la fase respectiva de los rayos individuales durante el tiempo de propagación de la luz hacia el objeto. El dispositivo de control está diseñado para adaptar o controlar las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales en función de la información determinada por el dispositivo sensor.
- 40 **[0011]** Según un segundo aspecto, la invención se refiere en consecuencia a un procedimiento para irradiar un objeto. Se emite un rayo láser agrupado a partir de una pluralidad de rayos individuales sobre el objeto, donde se puede ajustar una potencia de radiación y una fase de los rayos individuales respectivamente. La luz reflejada por el objeto se recibe y la información con respecto a un cambio en la potencia de radiación respectiva y la fase respectiva de los rayos individuales durante el tiempo de propagación de la luz al objeto se determina en base a la luz reflejada recibida. Las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales se ajustan según la información determinada.
- 45 **[0012]** Al adaptar tanto las fases como las potencias de radiación, la invención permite tener en cuenta adicionalmente los efectos de los efectos de turbulencia atmosférica en la distribución de la intensidad de la radiación láser. La influencia de los efectos de centelleo, que son esenciales para agrupar toda la radiación láser en el punto objetivo, puede compensarse de esta manera. En particular, en condiciones de turbulencia atmosférica fuerte, es posible una transmisión muy eficiente de la potencia del láser. La invención permite una distribución óptima de la potencia primaria existente, es decir, de la potencia de luz disponible para el dispositivo en los rayos individuales.
- 50 **[0013]** Según un desarrollo preferido del dispositivo, el dispositivo emisor de luz en cada caso presenta un láser para generar los respectivos rayos individuales. El dispositivo combina así los rayos de varios láseres para aumentar la intensidad. La potencia máxima del láser respectivo se dimensiona preferentemente de modo que sea un múltiplo, por ejemplo, dos, cinco o diez veces, de un cociente que se forme al dividir el tamaño del dimensionamiento de la potencia total del dispositivo entre el número de láseres individuales. Esto permite una escala y redistribución
- 55
60
65

adecuadas de la potencia total a los láseres.

[0014] Según un desarrollo preferido del dispositivo, el dispositivo emisor de luz comprende además un dispositivo de combinación de rayos que combina los rayos individuales para formar el rayo láser. El dispositivo de
5 acumulación de rayos puede comprender una pluralidad de elementos ópticos, tales como lentes, espejos o prismas.

[0015] Según un desarrollo preferido del dispositivo, el dispositivo de combinación de rayos comprende un espejo de facetas, un espejo secundario y un espejo colimador. Los rayos individuales se dirigen a través del espejo
10 de facetas hacia el espejo secundario, que desvía los rayos individuales hacia el espejo colimador. El espejo colimador está diseñado para emitir los rayos individuales esencialmente de manera coaxial como un rayo láser.

[0016] Según un desarrollo del dispositivo, el espejo secundario está dispuesto para ser axialmente desplazable con respecto al espejo colimador. En particular, el dispositivo puede presentar un sistema óptico
15 telescópico.

[0017] Según una realización preferida del dispositivo, el dispositivo emisor de luz presenta además un láser principal para generar luz láser y una pluralidad de conductores de luz. La luz láser generada se introduce en el conductor de luz, donde el conductor de luz está diseñado para emitir los respectivos rayos individuales. El dispositivo emisor de luz comprende en particular preferentemente un láser de fibra. Según esta realización, el dispositivo emisor
20 de luz está diseñado en particular para emitir un rayo láser coherente.

[0018] Según un desarrollo preferido, el dispositivo también presenta un dispositivo de iluminación que está diseñado para emitir un rayo láser de iluminación sobre el objeto, donde la luz reflejada recibida y evaluada por el dispositivo sensor comprende el rayo láser de iluminación reflejado en el objeto. Por ejemplo, el rayo láser puede
25 diseñarse para destruir el objeto, mientras que el rayo láser de iluminación con una intensidad o potencia de radiación más bajas solo sirve para controlar las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales.

[0019] El intervalo de longitud de onda del rayo láser de iluminación difiere preferentemente del intervalo de longitud de onda del rayo láser. Esto permite una clara diferenciación entre el rayo láser de iluminación reflejado y un posible reflejo del propio rayo láser. Además, se puede tener en cuenta preferentemente una dependencia de la longitud de onda de la varianza de la distribución de la intensidad generada por las influencias de turbulencia. En particular, el dispositivo sensor puede determinar primero un cambio en la potencia de radiación del rayo láser de iluminación reflejado, y determinar el cambio en la potencia de radiación de los rayos individuales, teniendo en cuenta la variación de Rytov.
35

[0020] Según la invención, el dispositivo de control también está diseñado para modular los rayos individuales con distintas frecuencias. El dispositivo sensor está diseñado para usar la luz reflejada para determinar un cambio dependiente de la modulación en la potencia de radiación de los rayos individuales durante el tiempo de propagación de la luz hacia el objeto. El dispositivo de control está diseñado para cambiar las potencias de radiación y las fases de
40 los rayos individuales de tal manera que la intensidad total de los rayos láser se maximice cuando choquen contra el objeto. Por lo tanto, el dispositivo está diseñado para llevar a cabo un procedimiento de tramado múltiple modificado, además de cambiar o controlar las fases que también controlan las potencias de radiación.

[0021] Según un desarrollo preferido del procedimiento, los respectivos rayos individuales se generan por
45 medio de un láser cada uno.

[0022] Según el desarrollo del procedimiento, la luz láser se genera mediante un láser principal, donde la luz láser generada se introduce en una pluralidad de conductores de luz y los respectivos rayos individuales se emiten desde los conductores de luz.
50

[0023] Según una realización preferida del procedimiento, el objeto se ilumina con un rayo láser de iluminación, donde la luz reflejada recibida y evaluada comprende el rayo láser de iluminación reflejado en el objeto.

[0024] Según el desarrollo del procedimiento, un intervalo de longitud de onda del rayo láser de iluminación difiere del intervalo de longitud de onda del rayo láser.
55

[0025] En el procedimiento según la invención, los rayos individuales se modulan con frecuencias distintas, donde un cambio dependiente de la modulación en la potencia de radiación de los rayos individuales durante el tiempo de propagación de la luz al objeto se determina mediante la luz reflejada. Las potencias de radiación y las fases de
60 los rayos individuales se cambian de tal manera que la intensidad total de los rayos láser se maximiza cuando chocan contra el objeto.

[0026] A continuación se explica la invención en referencia a las figuras de los dibujos.

65 La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo para irradiar un objeto según una

primera realización de la invención;

La figura 2 muestra una vista esquemática en sección transversal de un dispositivo para irradiar un objeto según una segunda realización de la invención;

5

La figura 3 muestra una vista frontal esquemática del dispositivo ilustrado en la figura 2;

La figura 4 muestra otra vista en sección transversal del dispositivo mostrado en las figuras 2 y 3, donde se ilustra la radiación reflejada en el objeto;

10

La figura 5 muestra una vista esquemática en sección transversal de un dispositivo para irradiar un objeto según una tercera realización de la invención;

15

La figura 6 muestra una vista esquemática en sección transversal de un dispositivo para irradiar un objeto según una cuarta realización de la invención; y

La figura 7 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para irradiar un objeto.

[0027] En las figuras, las mismas referencias designan componentes iguales o iguales funcionalmente, en tanto no se indique lo contrario. La numeración de los pasos del procedimiento sirve para mayor claridad y, en general, no deberá implicar ningún orden cronológico particular. En particular, varios pasos del procedimiento también se pueden llevar a cabo simultáneamente. Se pueden combinar distintas realizaciones entre sí en la medida en que esto tenga sentido.

[0028] La figura 1 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo 1 para irradiar un objeto según una primera realización. El dispositivo 1 comprende un dispositivo emisor de luz 2, el cual emite un rayo láser 7 agrupado a partir de una pluralidad de rayos individuales 70. Puede entenderse que esto significa que los rayos individuales 70 se emiten esencialmente de manera coaxial desplazados unos de otros. Sin embargo, también puede entenderse que los rayos individuales 70 se unen para formar un rayo mediante elementos ópticos, por ejemplo, lentes, espejos o prismas.

[0029] El dispositivo 1 comprende además un dispositivo sensor 3, el cual está diseñado para recibir luz 8 reflejada por el objeto. La luz reflejada 8 puede resultar de un reflejo del rayo láser 7 reflejado en el objeto. Sin embargo, también se puede proporcionar que el dispositivo 1 comprenda además un dispositivo de iluminación que esté diseñado para emitir un rayo láser de iluminación sobre el objeto, donde la luz reflejada 8 comprende el reflejo del rayo láser de iluminación sobre el objeto.

[0030] Por último, el dispositivo sensor 3 determina información con respecto a un cambio en la potencia de radiación respectiva y la fase respectiva de los rayos individuales 70 durante el tiempo de propagación de la luz o durante el recorrido al objeto. En particular, el dispositivo sensor 3 puede estar diseñado para llevar a cabo una comparación de las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales 70 entre sí y para determinar un cambio relativo en las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales.

[0031] El dispositivo 1 comprende además un dispositivo de control 4, el cual está acoplado al dispositivo sensor 3 y al dispositivo emisor de luz 2, y está a tal efecto diseñado para adaptar las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales 70 en función de la información determinada. El dispositivo de control 4 está diseñado preferentemente para controlar las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales 70 de tal manera que se compensen las influencias de las turbulencias atmosféricas. Por ejemplo, el dispositivo de control 4 puede regular las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales 70 de manera que se maximice la intensidad del rayo láser 7 cuando choque contra el objeto. Las fases se pueden controlar de tal manera que el frente de onda del rayo láser 7 sea esencialmente plano cuando choque contra el objeto y sea perpendicular a la dirección de propagación del rayo láser 7.

[0032] El control de las potencias de radiación de los rayos individuales 70 puede llevarse a cabo de tal manera que la potencia de radiación total disponible para el dispositivo emisor de luz 2 se distribuya entre los rayos individuales 70 de tal manera que la intensidad del rayo láser 7 se maximice cuando choque contra el objeto. Por ejemplo, las potencias de radiación de los rayos individuales 70 pueden controlarse de modo que se maximice la intensidad de la luz reflejada 8 recibida por el dispositivo sensor 3.

[0033] La figura 2 ilustra una vista en sección transversal de un dispositivo 1a según una segunda realización de la invención. El dispositivo 1a presenta un dispositivo emisor de luz 2 con una cubierta cilíndrica 32. El dispositivo emisor de luz 2 comprende una pluralidad de láseres dispuestos radialmente 34, los cuales están diseñados a tal efecto para generar rayos individuales 70. El dispositivo 1a comprende además un dispositivo de combinación de rayos 21, el cual combina los rayos individuales 70 para formar un rayo láser 7. Para este propósito, los rayos individuales 70 se acoplan a tal efecto a través de las respectivas fibras ópticas 35 en el enchufe de fibra 8 mostrado

esquemáticamente. A partir de ahí, los rayos individuales 70 se extienden en la dirección axial X y se encuentran con un espejo parabólico 17 respectivo, el cual desvía el rayo individual 70 correspondiente en la dirección radial sobre un espejo divisor de rayos 6 respectivo. A partir de ahí, los rayos individuales 70 a su vez se propagan en la dirección axial X y se encuentran con un respectivo espejo basculante 5, el cual puede pivotar alrededor de dos ejes. Los espejos
5 basculantes 5 dirigen los rayos individuales 70 sobre un espejo de facetas 40 del dispositivo emisor de luz 2, el cual se encuentra en un primer extremo trasero del dispositivo emisor de luz 2. Los rayos individuales 70 se desvían en la dirección axial X hacia un espejo secundario 30 ubicado en un segundo extremo delantero del dispositivo emisor de luz 2, el cual desvía los rayos individuales 70 hacia un espejo colimador 22, que está dispuesto detrás del espejo de facetas 40 en el primer extremo del dispositivo emisor de luz 2.

10

[0034] La figura 3 ilustra una vista superior del segundo extremo frontal del dispositivo emisor de luz 2. El espejo colimador 22 guía los rayos individuales 70 a través de las correspondientes subaberturas A' de un sistema óptico de salida con una placa de referencia 10 provista de las correspondientes aberturas de salida A, la cual está dispuesta en el segundo extremo frontal del dispositivo emisor de luz 2. Cada rayo individual 70 se guía a través de una abertura
15 de salida propia correspondiente A. Desde allí, los rayos individuales 70 emergen coaxialmente del dispositivo emisor de luz 2 como un rayo láser 7 agrupado.

[0035] La cubierta 32 es telescópica, es decir, una distancia entre el espejo secundario 30 y el espejo de facetas 40 es variable. El reenfoque se realiza girando el espejo basculante 5.

20

[0036] El dispositivo 1a comprende además un dispositivo de iluminación 51, el cual está diseñado para emitir un rayo láser de iluminación 37 sobre el objeto 20. En la en la figura 4 se ilustra una vista en sección transversal correspondiente del dispositivo 1a. El rayo láser de iluminación 37 choca contra el objeto 20 y se refleja allí. La luz reflejada 38 se difunde a través de las aberturas A, se desvía por el espejo colimador 22 hacia el espejo secundario
25 30, desde allí hacia el espejo de facetas 40 y a través del espejo basculante respectivo 5 hacia el espejo divisor de rayos correspondiente 6. La luz reflejada 38 se difunde a través de este y choca contra un elemento sensor 9 respectivo. Los elementos sensores 9 respectivos son parte de un dispositivo sensor, con un elemento sensor correspondiente 9 asignado a cada láser 34 y, por lo tanto, a cada rayo individual 70. Los elementos sensores 9 presentan preferentemente cámaras.

30

[0037] Por un lado, los elementos sensores 9 pueden usarse para determinar los desplazamientos angulares que surgen debido a la turbulencia atmosférica 11 durante el tiempo de propagación de la luz, y pueden corregirse mediante un dispositivo de control (no mostrado) mediante el espejo basculante 5. El dispositivo sensor está diseñado para comparar las señales detectadas por los elementos sensores 9 entre sí. Las potencias de radiación y las fases
35 de la luz 38 reflejadas en los respectivos elementos sensores 9 pueden así compararse entre sí. Como resultado, pueden determinarse los cambios relativos en la intensidad de la luz y la fase de la luz reflejada 38 a lo largo de las rutas de la luz correspondientes, y de este modo en particular también los cambios relativos en la intensidad de la luz y la fase de los rayos individuales 70.

40

[0038] El dispositivo sensor puede calcular así los desplazamientos angulares exactos para los rayos individuales 70 con alta precisión. La información determinada de esta manera por el dispositivo sensor se transmite al dispositivo de control, que está diseñado para controlar el espejo basculante 5 y/o el espejo secundario 30, que opcionalmente también está diseñado como un espejo basculante, de tal manera que se corrigen las desviaciones angulares.

45

[0039] Además, el dispositivo de control está diseñado para controlar los láseres 34 y cambiar las potencias de radiación de los láseres 34. Para este propósito, el dispositivo de control puede determinar la potencia integral de la luz reflejada 38 recibida por los respectivos elementos sensores 9. Luego, las intensidades se ajustan a través de un circuito de control cerrado de tal manera que se compensan los efectos de las turbulencias atmosféricas en la
50 distribución de la intensidad.

[0040] El dispositivo de iluminación 51 presenta preferentemente un intervalo de longitud de onda que difiere de los láseres 34. El dispositivo de control también puede diseñarse para corregir la dependencia de la onda a partir del cálculo de la varianza de Rytov, y así convertir la dependencia o el cambio en la potencia de radiación calculada
55 para el rayo láser de iluminación en una dependencia correspondiente para los rayos individuales 70.

[0041] La figura 5 ilustra un dispositivo 1b para irradiar un objeto 20 según una tercera realización de la invención en una vista en sección transversal esquemática. Un dispositivo emisor de luz 2 comprende un láser principal o un oscilador maestro 50, el cual genera luz láser que se acopla en una pluralidad de conductores de luz 60 a través
60 de un acoplador de fibra 52. Los conductores de luz 60 comprenden láseres de fibra de vidrio de neodimio bombeados por diodo láser como amplificadores láser de fibra, de modo que se amplifica una potencia de radiación de la luz láser en los conductores de luz respectivas 60. Respectivos rayos individuales 70 emergen de los conductores de luz 60, que inciden en un primer divisor de rayos 55, donde una pequeña proporción de los rayos individuales emitidos 70 se desvía hacia un segundo divisor de rayos 57, donde se mezcla con la radiación 61 de un oscilador local 59 y choca
65 contra un primer elemento sensor 58a.

[0042] La mayoría de los rayos individuales emitidos 70 se difunden a través de un tercer divisor de rayos 56 y se alinean con el objeto 20.

5 **[0043]** El dispositivo 1b comprende además un dispositivo de iluminación 51, el cual emite un rayo láser de iluminación 37 sobre el objeto 20. El rayo láser de iluminación 38 reflejado por el objeto 20 choca contra el tercer divisor de rayos 56 y se desvía hacia una segunda unidad de sensor 58b. La segunda unidad de sensor 58b comprende un sensor de frente de onda que está diseñado para determinar los cambios en las fases de los respectivos rayos individuales 70 mediante la traslación de fase. Además, la segunda unidad de sensor 58b está diseñada para medir
10 la distribución de la intensidad o la potencia de radiación de la radiación reflejada 38.

[0044] La primera unidad de sensor 58a y la segunda unidad de sensor 58b son parte de un dispositivo sensor 3. El dispositivo sensor 3 está diseñado para determinar las diferencias de fase respectivas y las diferencias de potencia de radiación respectivas de los rayos individuales 70 respectivos a partir de las señales mixtas de las unidades de sensor primera y segunda 58a, 58b. El dispositivo sensor 3 determina el cambio en la potencia de luz
15 respectiva de los rayos individuales 70 durante el tiempo de propagación de la luz al objeto 20. Para este propósito, la segunda unidad de sensor 58b puede comprender un sensor de Hartmann-Shack. Como resultado, la intensidad y el cambio en el frente de onda respectivos de la radiación 38 pueden determinarse en una pluralidad de subaberturas dentro de la abertura de recepción completa mediante elementos detectores.
20

[0045] La información determinada por el dispositivo sensor 3 se transmite a un dispositivo de control 4. El dispositivo de control 4 está diseñado para determinar un acoplamiento de fase óptimo de las ramas de fibra individuales y una salida de luz óptima de los rayos individuales 70. Para este propósito, el dispositivo informático 4 controla un dispositivo de modificación de rayos 54, el cual comprende una pluralidad de unidades de modificación de
25 rayos 53, que están dispuestas en los conductores de luz individuales 60. Las unidades de modificación de rayos 53 comprenden desplazadores de fase electroópticos integrados, los cuales están diseñados al efecto para variar las fases de los rayos individuales 70, y las unidades de variación de potencia de los rayos correspondientes, que están diseñadas para adaptar las potencias de los rayos de los rayos individuales 70. Para este propósito, se pueden proporcionar moduladores de amplitud. Las potencias de los rayos individuales 70 también se pueden ajustar variando
30 la potencia de la energía de la bomba de los amplificadores láser de fibra.

[0046] El dispositivo de control 4 está diseñado para adaptar tanto las fases como las intensidades lumínicas de los rayos individuales 70, de manera que la intensidad del rayo láser 7 se maximice cuando choque contra el objeto
35 20.

[0047] La figura 6 ilustra una vista esquemática en sección transversal de un dispositivo 1c para irradiar un objeto 20 según una cuarta realización de la invención. El dispositivo emisor de luz 2 se corresponde esencialmente con el dispositivo 1b según la tercera realización, de modo que aquí no se repite una descripción detallada. Sin embargo, el dispositivo emisor de luz 2 no presenta divisores de rayos 55, 56. En cambio, los rayos individuales 70 se
40 despliegan a través de las lentes divergentes correspondientes 62 y se enfocan en el objeto 20 como un rayo láser 7 agrupado a través de una lente convergente 63. Además, se puede prescindir de un dispositivo de iluminación 51 en el dispositivo 1c. Más bien, el rayo láser 7 en sí mismo se refleja en el objeto 20 y una unidad de sensor 3, la cual está diseñada como un detector no coherente, recibe la luz reflejada 38. El dispositivo sensor 3 transmite una señal del sensor correspondiente a un dispositivo de control 4.
45

[0048] El dispositivo de control 4 está diseñado para llevar a cabo un procedimiento de tramado múltiple. A tal efecto, las fases de los rayos individuales 70 se modulan con distintas frecuencias a través de las unidades de modificación de rayos 53 descritas anteriormente. Mediante la luz 38 dispersada y recibida por el objeto 20, el dispositivo sensor 3 determina el cambio dependiente de la modulación en la potencia de radiación debido a la
50 turbulencia para cada rayo individual 70 mediante filtros electrónicos 11. El dispositivo de control 4 modula las fases de los rayos individuales 70 mediante un control de circuito cerrado de tal manera que la intensidad del rayo láser 7 se maximiza cuando choca contra el objeto 20.

[0049] Además, la potencia de radiación para cada una de las frecuencias de modulación utilizadas en el procedimiento de tramado múltiple se mide y evalúa por separado a través de la evaluación de la potencia de radiación de la luz reflejada 38. El dispositivo de control 4 ajusta las potencias de radiación de los rayos individuales 70 correspondientes, las cuales se asignan a las frecuencias de modulación respectivas, en proporción a estas magnitudes medidas. Las potencias de radiación se establecen de tal manera que se logra una optimización de energía de toda la radiación láser en el objetivo, es decir, la intensidad del rayo láser 7 se maximiza cuando choca contra el
60 objeto 20.

[0050] La figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para irradiar un objeto 20.

[0051] Para este propósito, un rayo láser 7 agrupado de una pluralidad de rayos individuales 70 se emite sobre el objeto 20 en una etapa de procedimiento S1. Se puede establecer una salida de luz y una fase de los rayos

individuales 70.

[0052] En una etapa del procedimiento S2 se recibe la luz 38 reflejada por el objeto 20. Como se ilustra en la figura 6, la luz 38 puede originarse a partir de un reflejo del propio rayo láser 7. Sin embargo, la luz reflejada 38 también puede originarse a partir de un reflejo de un rayo láser de iluminación, como se ilustra en las figuras 2 a 5.

[0053] En una etapa adicional S3, la información relacionada con un cambio en la potencia de radiación respectiva y la fase respectiva de los rayos individuales 70 durante el tiempo de propagación de la luz al objeto 20 se determina en base a la luz reflejada recibida.

10

[0054] En una etapa del procedimiento S4, las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales 70 se ajustan en función de la información determinada. La adaptación se lleva a cabo preferentemente de tal manera que la intensidad del rayo láser 7 se maximice cuando choque contra el objeto 20.

15 **[0055]** El procedimiento puede llevarse a cabo en particular por medio de uno de los dispositivos 1, 1a, 1b, 1c descritos anteriormente.

LISTA DE REFERENCIAS

20 **[0056]**

| | |
|---------------|--------------------------------------|
| 1, 1a, 1b, 1c | Dispositivo para radiar un objeto |
| 2 | Dispositivo emisor de luz |
| 3 | Dispositivo de sensor |
| 25 4 | Dispositivo de control |
| 5 | Espejo basculante |
| 6 | Espejo divisor de rayos |
| 7 | Rayo láser |
| 8 | Enchufe de fibra |
| 30 9 | Elemento sensor |
| 10 | Placa de referencia |
| 11 | Turbulencias |
| 17 | Espejo parabólico |
| 20 | Objeto |
| 35 21 | Dispositivo de combinación de rayos |
| 22 | Espejo colimador |
| 30 | Espejo secundario |
| 32 | Cubierta |
| 34 | Láser |
| 40 35 | Fibra óptica |
| 37 | Rayo láser de iluminación |
| 38 | Luz reflejada |
| 40 | Espejo de facetas |
| 50 | Láser principal |
| 45 51 | Dispositivo de iluminación |
| 52 | Acoplador de fibra |
| 53 | Unidad de modificación de rayos |
| 54 | Dispositivo de modificación de rayos |
| 55 | Primer divisor de rayos |
| 50 56 | Tercer divisor de rayos |
| 57 | Segundo divisor de rayos |
| 58a | Primera unidad de sensor |
| 58b | Segunda unidad de sensor |
| 59 | Oscilador local |
| 55 60 | Conductor de luz |
| 62 | Lentes divergentes |
| 63 | Lente convergente |
| 70 | Rayos individuales |
| A | Abertura de salida |
| 60 A' | Subapertura |
| X | Dirección axial |

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1; 1a; 1b; 1c) para irradiar un objeto (20), con:
 - 5 un dispositivo emisor de luz (2) para emitir un rayo láser (7) agrupado a partir de una pluralidad de rayos individuales (70) sobre el objeto (20), donde una potencia de radiación y una fase de los rayos individuales (70) son ajustables respectivamente;
 - 10 un dispositivo sensor (3) que está diseñado para recibir luz reflejada (38) desde el objeto (20) y para usarla para determinar información relacionada con un cambio en la potencia de radiación respectiva y la fase respectiva de los rayos individuales (70) durante el tiempo de propagación de la luz al objeto (20); y
 - 15 un dispositivo de control (4) que está diseñado para adaptar las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales (70) en función de la información determinada por el dispositivo sensor (3); donde el dispositivo de control (4) está diseñado además para modular las fases de los rayos individuales (70) a distintas frecuencias durante la operación, donde el dispositivo sensor (3) está diseñado para, mediante la luz reflejada 38, determinar un cambio dependiente de la modulación en la potencia de radiación de los rayos individuales (70) durante el tiempo de propagación de la luz al objeto (20), y donde el dispositivo de control (4) está diseñado para cambiar los potencias de radiación y las fases de los rayos individuales (70) de modo que la intensidad del rayo láser (7) se maximice cuando choque contra el objeto (20).
- 20 2. Dispositivo (1; 1a) según la reivindicación 1, donde el dispositivo emisor de luz (2) presenta respectivamente un láser (34) para generar los respectivos rayos individuales (70).
3. Dispositivo (1; 1a) según la reivindicación 2, donde el dispositivo emisor de luz (2) comprende además un dispositivo de combinación de rayos (21) que combina los rayos individuales (70) para formar el rayo láser (7).
- 25 4. Dispositivo (1; 1a) según la reivindicación 3, donde el dispositivo de combinación de rayos (21) comprende un espejo de facetas (40), un espejo secundario (30) y un espejo colimador (22), donde los rayos individuales (70) se pueden dirigir a través del espejo de facetas (40) al espejo secundario (30), donde el espejo secundario (30) desvía los rayos individuales (70) hacia el espejo colimador (22) y donde el espejo colimador (22) está diseñado para emitir los rayos individuales (70) esencialmente de manera coaxial como un rayo láser (7).
- 30 5. Dispositivo (1; 1a) según la reivindicación 4, donde el espejo secundario (30) está dispuesto axialmente desplazable con respecto al espejo colimador (22).
- 35 6. Dispositivo (1; 1b; 1c) según la reivindicación 1, donde el dispositivo emisor de luz (2) presenta además un láser principal (50) para generar luz láser y una pluralidad de conductores de luz (60), y donde la luz láser generada puede introducirse en los conductores de luz (60), donde los conductores de luz (60) están diseñados para emitir los respectivos rayos individuales (70).
- 40 7. Dispositivo (1; 1a; 1b) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el dispositivo (1; 1a; 1b) presenta además un dispositivo de iluminación (51), que está diseñado para emitir un rayo láser de iluminación (37) sobre el objeto (20), donde la luz reflejada (38) recibida y evaluada por el dispositivo sensor (3) comprende el rayo láser de iluminación (37) reflejado en el objeto (20).
- 45 8. Dispositivo (1; 1a; 1b) según la reivindicación 7, donde el dispositivo de iluminación (51) emite el rayo láser de iluminación (37) en un intervalo de longitud de onda que difiere del intervalo de longitud de onda del rayo láser (7).
9. Procedimiento para irradiar un objeto (20) con las etapas:
 - 50 emitir (S1) un rayo láser (7) agrupado a partir de una pluralidad de rayos individuales (70) sobre el objeto (20), donde una potencia de radiación y una fase de los rayos individuales (70) son ajustables respectivamente;
 - 55 modular las fases de los rayos individuales (70) a distintas frecuencias;
 - recibir (S2) luz (38) reflejada desde el objeto (20);
 - determinar (S3) información relacionada con un cambio en la potencia de radiación respectiva y la fase respectiva de los rayos individuales (70) durante el tiempo de propagación de la luz al objeto (20) mediante la luz reflejada recibida (38), donde mediante la luz reflejada (38) se determina un cambio dependiente de la modulación en la potencia de radiación de los rayos individuales (70) durante el tiempo de propagación de la luz al objeto (20); y
 - 60 ajustar (S4) las potencias de radiación y las fases de los rayos individuales (70) en función de la información determinada de manera que se maximice una intensidad del rayo láser (7) cuando choque contra el objeto (20).
10. Un procedimiento según la reivindicación 9, donde respectivamente un láser (34) genera los respectivos rayos individuales (70).
- 65 11. Procedimiento según la reivindicación 9, donde la luz láser se genera mediante un láser principal (50),

donde la luz láser generada se introduce en una pluralidad de conductores de luz (60) y donde se emiten rayos individuales (70) respectivos desde los conductores de luz (60).

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, donde el objeto (20) se ilumina con un rayo láser de iluminación (37) y donde la luz reflejada (38) recibida y evaluada comprende el rayo láser de iluminación (37) reflejado en el objeto (20)

13. Procedimiento según la reivindicación 12, donde un intervalo de longitud de onda del rayo láser de iluminación (37) difiere del intervalo de longitud de onda del rayo láser (7).

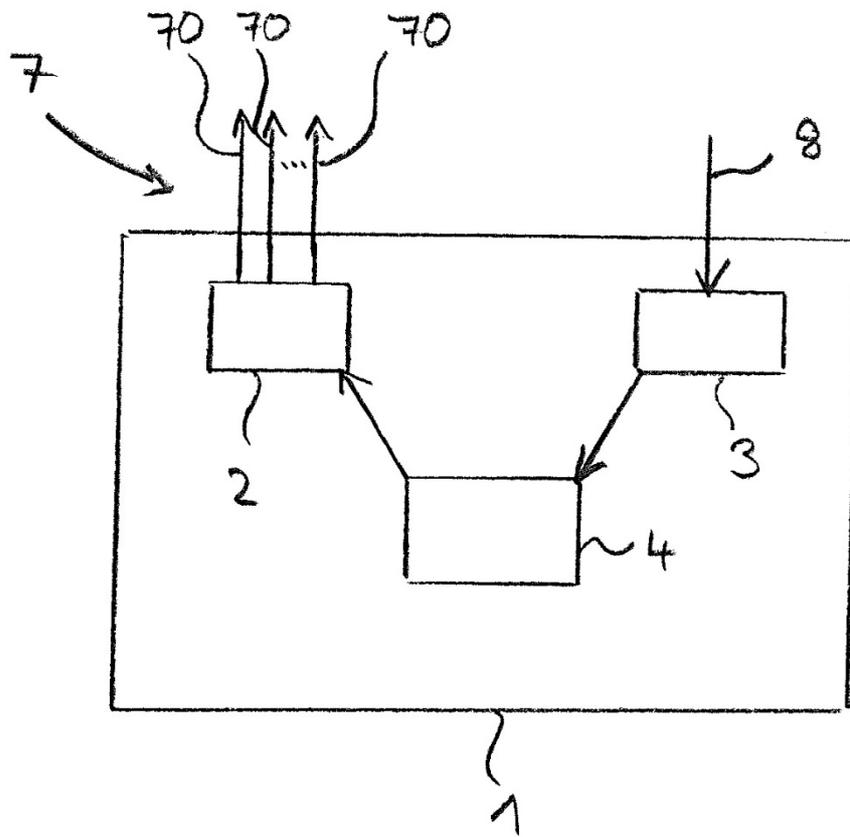


Fig. 1

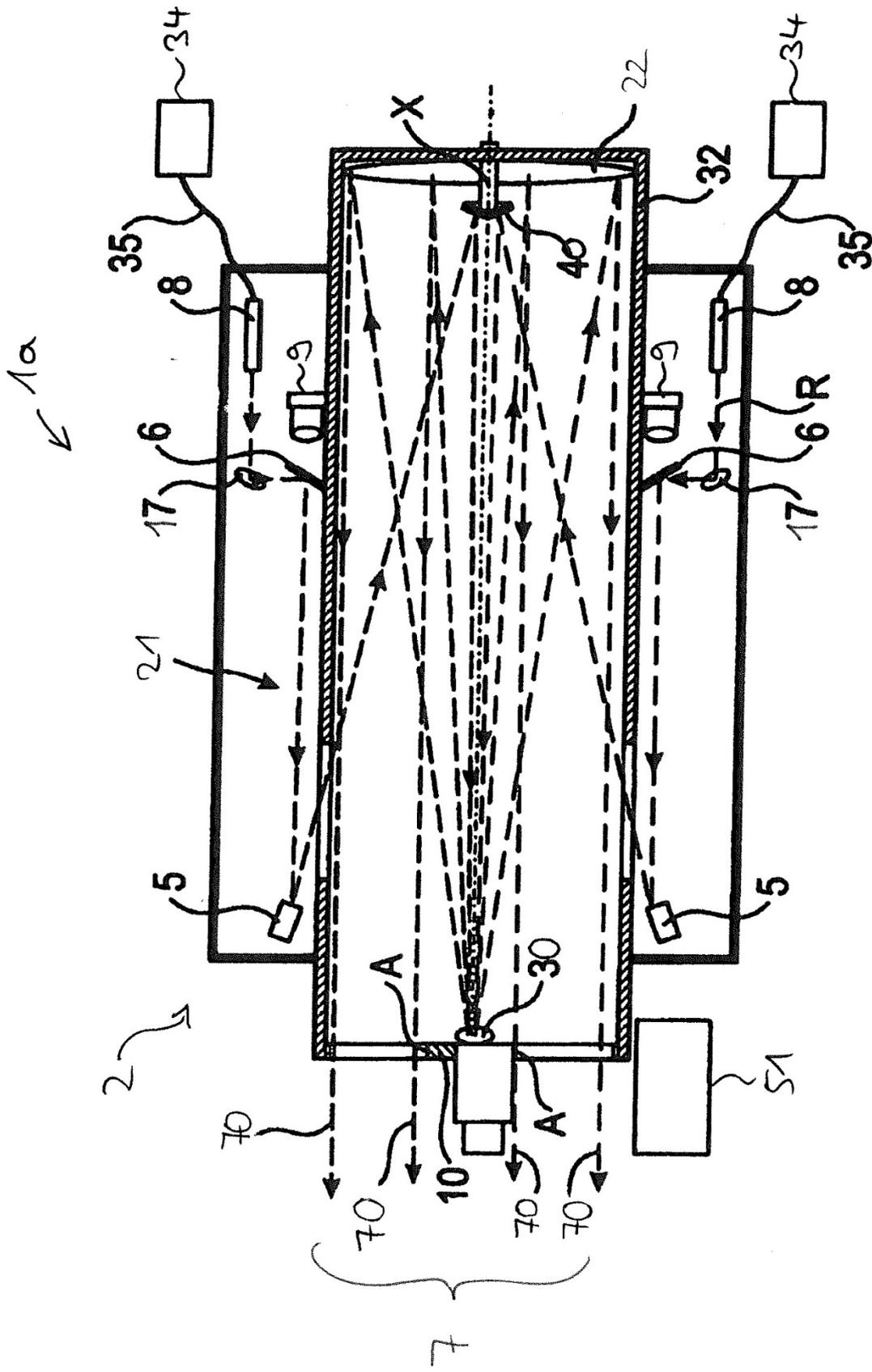


Fig. 2

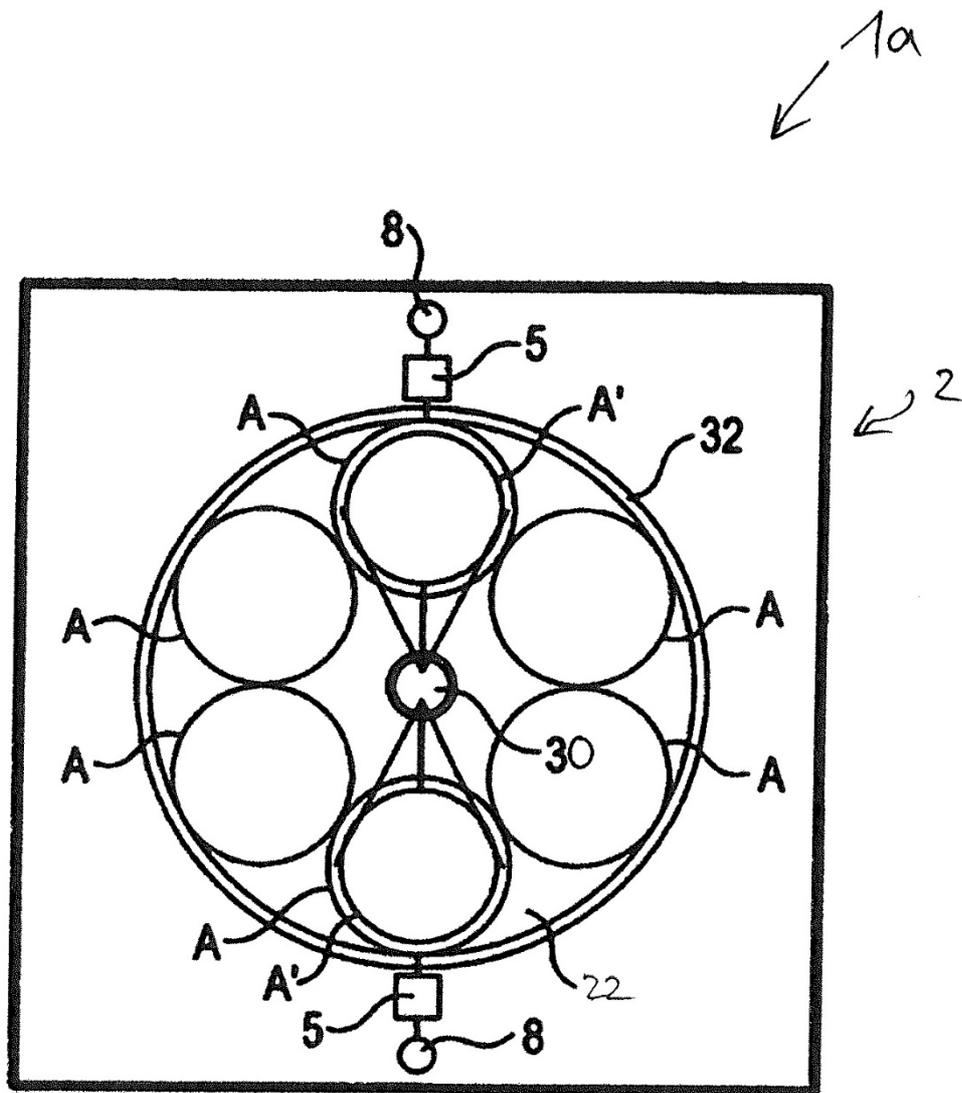


Fig. 3

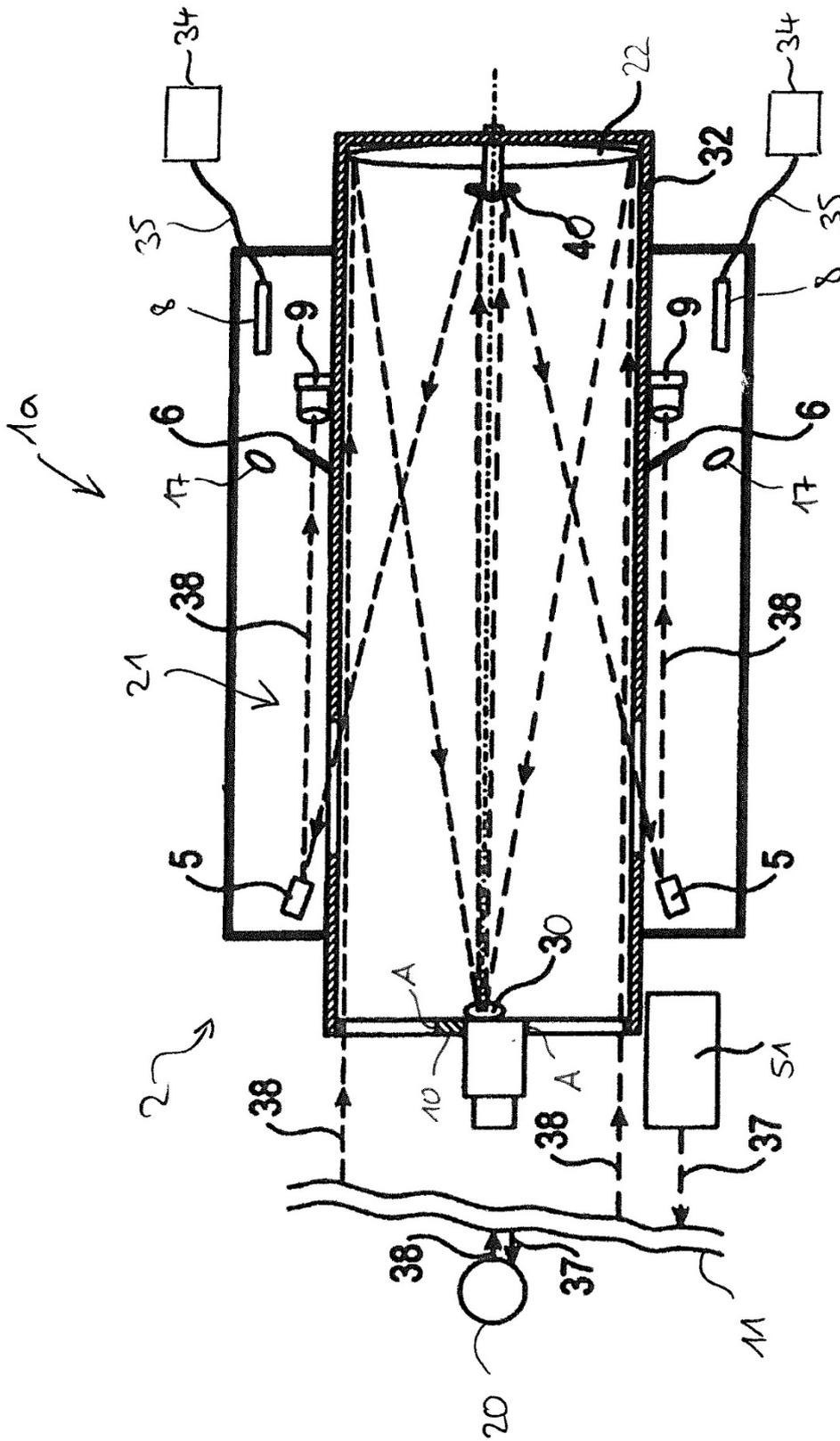


Fig. 4

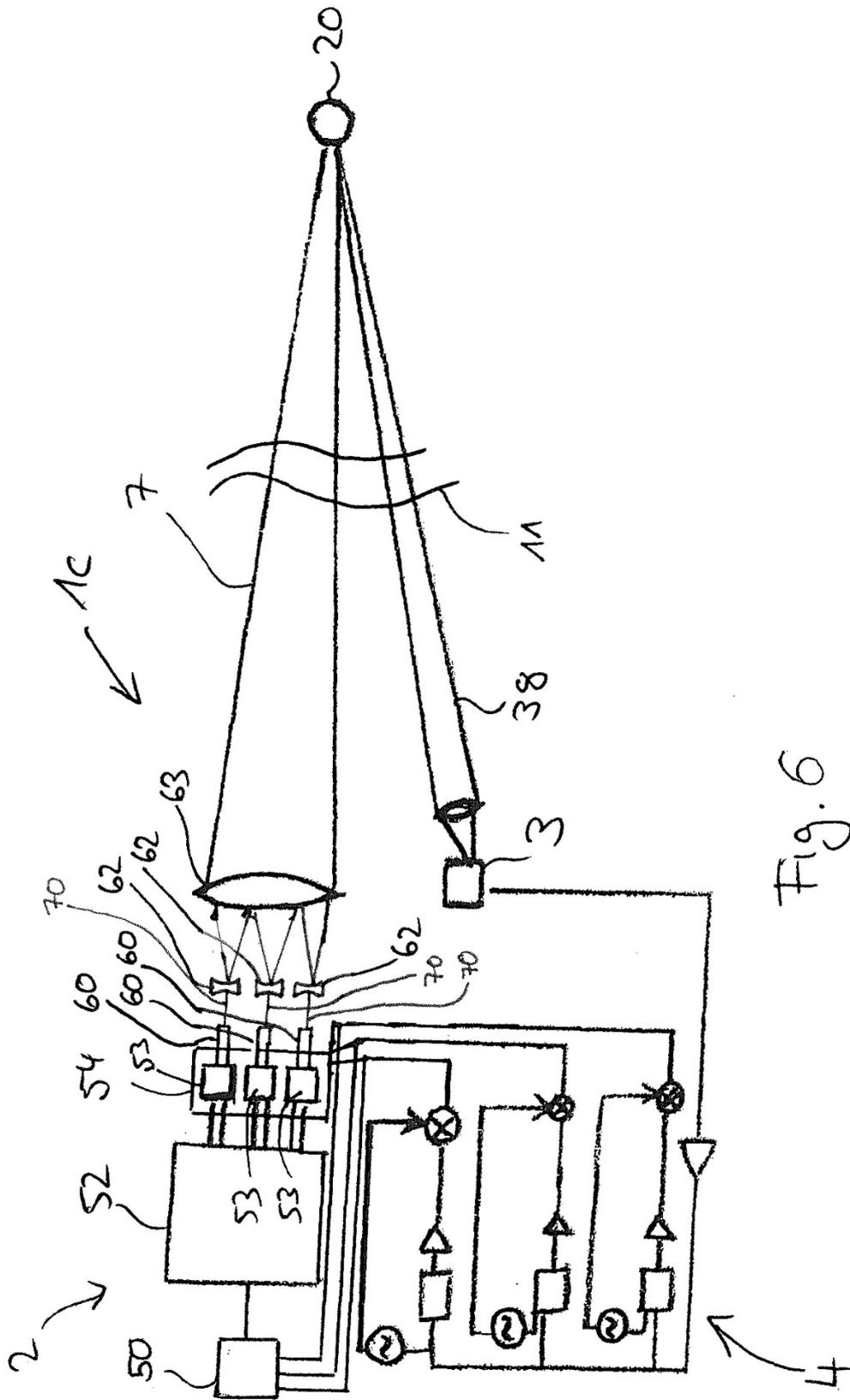


Fig. 6

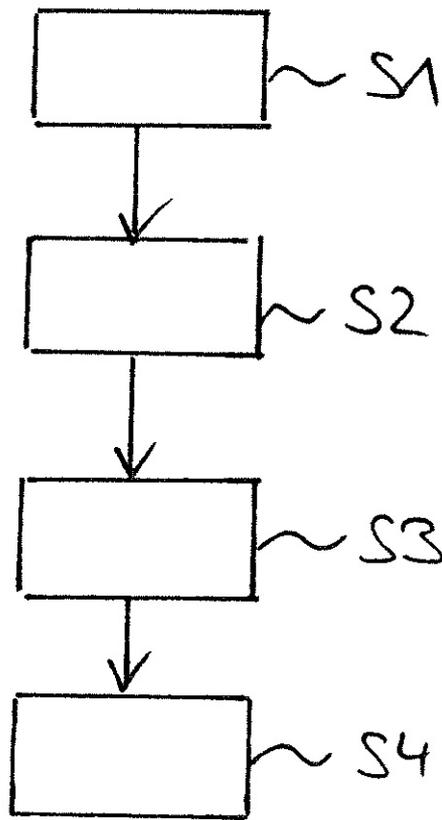


Fig. 7