

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 411**

51 Int. Cl.:

F41H 13/00 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

G01S 7/481 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2013 PCT/DE2013/000650**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14071906**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2013 E 13817850 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 2917681**

54 Título: **Unidad modular de irradiación láser**

30 Prioridad:

09.11.2012 DE 102012022039

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

31.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

PROTZ, RUDOLF

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 751 411 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

Unidad modular de irradiación láser

ÁMBITO DE LA INVENCION

5

[0001] La presente invención se refiere a una unidad de irradiación láser, así como a un procedimiento para irradiar un objeto objetivo con radiación láser.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

[0002] Los láseres de alta potencia se utilizan tanto en el sector militar como en el sector civil para procesar objetos objetivo. Por ejemplo, con un láser infrarrojo de alta potencia, un objeto objetivo distante, como munición o un objetivo enemigo, se puede irradiar para dañar o destruir dicho objeto objetivo.

15

[0003] Generalmente, una unidad de irradiación láser de este tipo debe detectar el objeto objetivo, generar el haz láser infrarrojo de alta potencia y dirigirlo hacia el objeto objetivo.

20

[0004] El documento US 6,343,766 B1 describe un dispositivo de seguimiento de objetivos para un arma láser. El arma láser genera un primer haz que capta un objetivo para representar un punto sobre dicho objetivo. En una primera realización, un puntero ilumina el objetivo con un segundo haz de la radiación. Un sistema óptico recibe y proyecta el primer y segundo portador de la radiación separados entre sí. En una segunda realización, se implementa un filtro de bloqueo en lugar de un láser de iluminación para dejar pasar solo radiación con la longitud de onda objetivo, asegurando así que el primer y el segundo agrupamiento de radiación se proyecten por separado.

25

[0005] El documento US 2010/282942 A1 describe un subsistema de direccionamiento de la radiación y un procedimiento para su uso en un sistema de armas. El sistema de direccionamiento de la radiación comprende una fuente de radiación electromagnética para generar un láser de alta energía (HEL). La radiación electromagnética se dirige a un espejo secundario que refleja la radiación electromagnética sobre un espejo primario para emitir el haz HEL. El espejo secundario generalmente está doblado y amplifica la radiación electromagnética recibida de la fuente antes de emitir el haz HEL desde el espejo principal. Además, el subsistema comprende un telescopio de rastreo que está acoplado a la carcasa. El telescopio de rastreo presenta un detector de rastro que está configurado para recibir radiación electromagnética, la cual es emitida por el HEL y por un iluminador, y se refleja en un objetivo en vuelo.

30

35

[0006] En la publicación US 6 407 535 B1 se describe una unidad de irradiación láser para irradiar un objeto objetivo con radiación láser de alta potencia, en el que la unidad de irradiación láser comprende varios módulos de radiación láser rígidamente conectados entre sí, que están diseñados para emitir radiación láser, así como una unidad de direccionamiento para orientar los módulos de radiación láser hacia el objeto objetivo.

RESUMEN DE LA INVENCION

40

[0007] Es un objetivo de la invención proporcionar una unidad de irradiación láser que sea fácil de mantener y fácil de usar.

45

[0008] Este objetivo se resuelve a través del objeto de las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones de la invención serán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción.

50

[0009] Un primer aspecto de la invención se refiere a una unidad de irradiación láser para irradiar un objeto objetivo con radiación láser de alta potencia. La unidad de irradiación láser y/o el dispositivo de irradiación láser pueden montarse, por ejemplo, en un vehículo o avión.

55

[0010] Según una realización de la invención, la unidad de irradiación láser comprende varios módulos de radiación láser rígidamente conectados entre sí, que están diseñados para emitir radiación láser; y una unidad de direccionamiento para orientar los módulos de radiación láser hacia el objeto objetivo; de manera que cada uno de los módulos de radiación láser comprende una óptica configurada para dirigir y/o enfocar la radiación láser a un punto objetivo del objeto objetivo.

60

[0011] Por ejemplo, cada uno de los módulos de radiación láser puede presentar una carcasa construida de forma similar (aproximadamente tubular). Las carcasas pueden estar conectadas entre sí mediante un bastidor común. Este bastidor puede alojar también otros módulos, como, por ejemplo, un módulo de cámara y/o un módulo de iluminación. Los módulos se pueden orientar (aproximadamente) con el bastidor de forma conjunta hacia un objetivo.

65

[0012] La unidad de irradiación láser puede presentar varios módulos construidos de la manera más similar posible, lo que permite un procesamiento muy preciso del material con una alta potencia de radiación en el intervalo comprendido entre unas pocas decenas hasta cientos de kilovatios sobre largas distancias del orden de km.

[0013] Las posibles aplicaciones de la unidad de irradiación láser son, por ejemplo, el desmantelamiento de centrales nucleares o la eliminación de munición. También es posible su empleo con fines militares.

5 **[0014]** Mediante modularización de la unidad de irradiación láser por medio de varios módulos es posible una adaptación sencilla a los requisitos que apliquen en cada caso. La potencia del láser requerida en cada caso se puede adaptar fácilmente, por ejemplo, en función de la cantidad de módulos de radiación láser.

10 **[0015]** En este sentido, la óptica de todos los módulos de radiación láser comprende un detector para captar la radiación entrante. O sea, la unidad de irradiación láser está modularizada, puesto que cada módulo de radiación láser individual comprende un detector que está diseñado para captar la radiación entrante (por ejemplo, desde un punto objetivo del objeto objetivo), que se utiliza para ajustar la óptica con el fin de que apunte a un punto objetivo, es decir, que se oriente y/o enfoque a este último.

15 **[0016]** Según una realización de la invención, la óptica de un módulo de radiación láser comprende un telescopio ajustable que está diseñado para enfocar una radiación láser saliente hacia el punto objetivo y para enfocar la radiación entrante sobre un detector.

20 **[0017]** Según una realización de la invención, la óptica de un módulo de radiación láser comprende un espejo reflector ajustable, que está diseñado para orientar la radiación láser saliente hacia el punto objetivo y para orientar la radiación entrante sobre un detector.

25 **[0018]** Debe entenderse que un módulo láser de irradiación y/o de procesamiento puede emitir radiación láser de alta potencia saliente sobre el objeto objetivo y al mismo tiempo puede captar radiación láser de marcado del objetivo entrante. De forma análoga, un módulo láser de marcado del objetivo puede emitir radiación láser de marcado del objetivo saliente sobre el objeto objetivo y al mismo tiempo captar la radiación de iluminación entrante.

30 **[0019]** El espejo reflector se puede girar en dos direcciones con un actuador, por ejemplo, con un motor eléctrico o piezoeléctrico, para dirigir la radiación de esta manera desde el punto objetivo (para ajustar la óptica) hacia el detector y para orientar la radiación (para irradiar el punto objetivo) hacia el punto objetivo.

35 **[0020]** Según una realización de la invención, la óptica de un módulo de radiación láser presenta un espejo semitransparente, que refleja la radiación láser saliente y que es transparente para la radiación entrante. De esta manera se pueden separar entre sí la radiación para el detector y la radiación que debe abandonar el módulo de radiación láser. Por ejemplo, el espejo semitransparente refleja solo en el rango de longitud de onda de la radiación saliente, pero es transparente pasar en otros rangos de longitud de onda.

40 **[0021]** Según una realización de la invención, un módulo de radiación láser comprende un control, que está diseñado para controlar un actuador de un espejo reflector ajustable y/o un actuador de un telescopio ajustable. Cada módulo de radiación láser puede presentar su propio control, que se instala, por ejemplo, en la carcasa del módulo de radiación láser, con lo que la unidad de irradiación láser puede modularizarse aún más. Los módulos de radiación láser se pueden ajustar con el control de su óptica de forma autónoma.

45 **[0022]** Según una realización de la invención, la unidad de irradiación láser comprende además varias fuentes láser que están diseñadas para generar radiación láser y que están conectadas respectivamente a una fibra óptica con un módulo de radiación láser. La unidad de direccionamiento puede estar configurada para mover los módulos de radiación láser independientemente de las fuentes láser. Las fuentes láser pueden ser láseres de fibra que pueden generar, por ejemplo, una luz infrarroja para los módulos de radiación láser de irradiación y/o una luz en el intervalo del espectro visible para un módulo de radiación láser de marcado del objetivo.

50 **[0023]** Según una realización de la invención, la unidad de irradiación láser comprende además varios primeros módulos de radiación láser (de alta potencia, de irradiación y/o de procesamiento) que están diseñados para emitir la primera radiación láser de una primera longitud de onda y un segundo módulo de radiación láser (de marcado de objetivo) que está diseñado para emitir una segunda radiación láser de una segunda longitud de onda y enfocar sobre el punto objetivo.

55 **[0024]** Los primeros módulos de radiación láser pueden estar diseñados para detectar la segunda radiación láser con un detector y pueden presentar una óptica ajustable que orienta la segunda radiación láser entrante hacia el detector y que al mismo tiempo orienta la primera radiación láser saliente hacia el punto objetivo. En otras palabras, una segunda radiación láser dirigida hacia el punto objetivo desde un segundo módulo láser puede usarse para orientar y/o enfocar los primeros módulos de radiación láser sobre el punto objetivo.

60 **[0025]** Según una realización de la invención, la primera radiación láser es adecuada para procesar el objeto objetivo. Por ejemplo, la primera radiación láser de un primer módulo de radiación láser puede presentar entre 1 kilovatio y 10 kilovatios de potencia.

65

[0026] Según una realización de la invención, el segundo módulo de radiación láser está diseñado para detectar una radiación de iluminación con un detector. En otras palabras, una radiación de iluminación dirigida desde un módulo de iluminación hasta el punto objetivo puede usarse para orientar el segundo módulo de radiación láser hacia el punto objetivo.

5

[0027] El segundo módulo de radiación láser puede presentar una óptica ajustable, que orienta la radiación de iluminación entrante hacia el detector y al mismo tiempo orienta y/o enfoca la segunda radiación láser saliente hacia el punto objetivo.

10 **[0028]** Según una realización de la invención, la óptica de los módulos de radiación láser está implementada de la misma forma. Tanto los módulos de radiación láser de procesamiento como los módulos de radiación láser de marcado del objetivo pueden presentar una óptica con un telescopio ajustable, un espejo reflector ajustable y/o un espejo semitransparente, que comprenden componentes construidos de forma similar o idéntica.

15 **[0029]** Según una realización de la invención, la unidad de irradiación láser comprende además un módulo de radiación para la iluminación del objetivo, que está conectado rígidamente a los módulos de radiación láser, que comprende una fuente de iluminación para generar una radiación de iluminación y un telescopio para enfocar la radiación de iluminación. Si la luz ambiental es insuficiente, el módulo de radiación para la iluminación del objetivo (que genera, por ejemplo, una radiación en el intervalo del espectro visible) puede usarse para iluminar el objeto objetivo.

[0030] Según una realización de la invención, la unidad de irradiación láser comprende además un módulo de cámara, conectado rígidamente a los módulos de radiación láser, que comprende una cámara y un telescopio. Con el módulo de cámara se puede captar una imagen de la zona a la que están orientados los módulos de radiación láser.
25 La imagen se puede mostrar en una pantalla para que una persona pueda orientar el módulo de cámara junto con los otros módulos hacia el objeto objetivo.

[0031] Según una realización de la invención, cada uno de los módulos de radiación láser (y/o el módulo para la iluminación del objetivo y/o el módulo de cámara) presenta una carcasa en forma de tubo. Las carcasas en forma de tubo pueden estar combinadas formando un agrupamiento (por ejemplo, con un bastidor común) que se puede mover mediante la unidad de direccionamiento. Para ello, la unidad de direccionamiento puede presentar uno o más actuadores que pueden mover dicho agrupamiento.

[0032] Un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para irradiar un objeto objetivo con radiación láser de alta potencia. Debe entenderse que las características del procedimiento pueden ser características de la unidad de irradiación láser y viceversa.

[0033] Según una realización de la invención, el procedimiento comprende las siguientes etapas: Captar un punto objetivo de un objeto objetivo con un detector de un módulo de radiación láser de marcado del objetivo, en el que el detector está diseñado para captar una longitud de onda diferente de la longitud de onda de una radiación láser de detección del objetivo; orientar una radiación láser de marcado del objetivo hacia el punto objetivo con el módulo de radiación láser de marcado del objetivo; ajustar una óptica de un módulo de radiación láser de procesamiento de tal manera que la radiación láser de marcado del objetivo se oriente hacia un detector del módulo de radiación láser de procesamiento, estando diseñado el detector de tal forma que capte una longitud de onda de la radiación láser de detección del objetivo; e irradiar el punto objetivo con una radiación láser de procesamiento, orientándose (y enfocándose) la radiación láser de procesamiento desde la óptica del módulo de radiación láser de procesamiento que también orienta (y enfoca) la radiación láser de marcado del objetivo sobre el detector del módulo de radiación láser de procesamiento.

50 **[0034]** Por ejemplo, la luz de iluminación o la radiación láser de iluminación que puede originarse desde un módulo de iluminación, por ejemplo, puede detectarse con el módulo láser de marcado del objetivo. Esto se puede llevar a cabo ajustando y/o configurando la óptica del módulo láser de marcado del objetivo de tal forma que la radiación láser de iluminación se oriente hacia un detector (por ejemplo, una cámara), de modo que el punto objetivo se visualice en el centro de la cámara. La misma óptica (que puede comprender, por ejemplo, un espejo reflector ajustable para orientar la radiación láser de iluminación y/o un telescopio ajustable para enfocar el punto objetivo en el detector) puede usarse para orientar y enfocar una radiación láser de marcado del objetivo hacia el punto objetivo.

[0035] Con una óptica que puede ser idéntica o estar construida de la misma forma que la óptica del módulo de radiación láser de marcado del objetivo, el módulo láser de irradiación capta la radiación láser de marcado del objetivo desde el punto objetivo. De manera análoga al módulo de radiación láser de marcado del objetivo, el módulo láser de irradiación ajusta su óptica para que el punto objetivo esté orientado y enfocado hacia un detector (por ejemplo, un detector de cuatro cuadrantes). Con la misma óptica, el láser de irradiación se orienta hacia el punto objetivo y se enfoca y se procesa con radiación del láser de irradiación.

65 **[0036]** Las etapas del procedimiento mencionadas anteriormente pueden usarse para ajustar con precisión la

radiación láser sobre un punto objetivo del objeto objetivo.

[0037] Para ajustar de forma aproximada y/o para orientar de forma aproximada la unidad de irradiación láser se pueden orientar los módulos láser de forma conjunta hacia el objeto objetivo, por ejemplo, moviéndolos de forma conjunta con una unidad de direccionamiento que puede girar alrededor de dos ejes.

[0038] A continuación, se describirán en detalle ejemplos de realización de la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0039]

La fig. 1 muestra esquemáticamente una vista frontal de una unidad de irradiación láser según una realización de la invención.

La fig. 2 muestra esquemáticamente una vista lateral de la unidad de irradiación láser de la fig. 1.

La fig. 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para irradiar un objeto objetivo con luz láser de alta potencia según una realización de la invención.

La fig. 4 muestra una vista esquemática en sección transversal de un módulo de radiación láser de alta potencia para una unidad de irradiación láser según una realización de la invención.

La fig. 5 muestra una vista esquemática en sección transversal de un módulo de radiación láser de alta potencia para una unidad de irradiación láser según una realización de la invención.

La fig. 6 muestra una vista esquemática en sección transversal de un módulo de radiación láser de marcado del objetivo para una unidad de irradiación láser según una realización de la invención.

La fig. 7 muestra una vista esquemática en sección transversal de un módulo de cámara para una unidad de irradiación láser según una realización de la invención.

[0040] En general, las partes idénticas o similares se designan con las mismas referencias.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

[0041] La fig. 1 y la fig. 2 muestran una unidad de irradiación láser 10 que comprende una unidad de direccionamiento 12 que está diseñada para orientar una unidad de agrupamiento 14 con los módulos 16a, 16b, 16c y 16d. Los módulos 16a, 16b, 16c y 16d comprenden varios módulos de radiación láser de alta potencia 16a, un módulo de radiación láser de marcado del objetivo 16b, un módulo de radiación para la iluminación del objetivo 16c y módulo de cámara 16d.

[0042] Los módulos 16a, 16b, 16c y 16d comprenden carcasas 18 cilíndricas que están construidas de la misma forma y/o de forma idéntica, y que pueden presentar una sección transversal circular. La unidad de agrupamiento 14 agrupa los módulos 16a, 16b, 16c y 16d por medio de un bastidor 20 rígido para un agrupamiento paralelo, en el que los módulos 16a, 16b, 16c, 16d y/o las carcasas 18 están dispuestos paralelos entre sí en un patrón tipo panel.

[0043] En este sentido, los módulos 16b, 16c y 16d están dispuestos en el borde superior del agrupamiento, encontrándose el módulo de cámara 16d en el medio.

[0044] El paralelismo de los ejes de los módulos 16a, 16b, 16c, 16d y/o de la carcasa 18 puede ser de unos pocos cientos de miliradianes. El tamaño de la unidad de agrupamiento 14 puede dimensionarse individualmente según el número de módulos 16a, 16b, 16c y 16d que se requieran.

[0045] La unidad de agrupamiento 14 está montada de forma móvil sobre la unidad de direccionamiento 12 para orientar de forma aproximada la radiación láser de los módulos 16a, 16b y 16c hacia un objetivo y/o objeto objetivo. La unidad de agrupamiento 14 se puede orientar por medio de la unidad de direccionamiento 12 con respecto a dos ejes 17 y 19.

[0046] La unidad de direccionamiento 12 comprende una unidad de rotación azimutal 22 que se puede rotar, por ejemplo, con un actuador 24 alrededor del eje 17. Así mismo, la unidad de direccionamiento 14 comprende una unidad de rotación y elevación 26 con la que la unidad de agrupamiento 14 puede rotar, por ejemplo, con un actuador 28 alrededor del eje 19.

[0047] Los dos actuadores 24 y 28 pueden comprender, por ejemplo, motores eléctricos que pueden controlarse mediante un control 30 (véase la fig. 2).

[0048] La luz láser para los módulos de radiación láser de alta potencia 16a y el módulo de radiación láser de marcado del objetivo 16b se generan en un módulo láser 32 que incorpora varios láseres de fibra 34a y 34b, que están conectados a los módulos de radiación 16a y 16b. El acoplamiento de los láseres de fibra 34a y 34b en los módulos individuales 16a y 16b tiene lugar a través de las fibras 34a y 34b, que están conectadas, por ejemplo, a un enchufe del módulo 16a y 16b correspondiente.

[0049] El módulo láser 32 se puede desacoplar mecánicamente de la unidad de direccionamiento 12, de modo que no se mueva con la unidad de direccionamiento 12 cuando esta se orienta hacia el objeto objetivo.

[0050] Así mismo, la unidad de irradiación láser 10 puede comprender una pantalla 36 en la que se puede mostrar una imagen generada por el módulo de cámara 16d, así como una unidad de mando 38 con la que una persona puede orientar aproximadamente la unidad de irradiación láser 10 y marcar un objeto objetivo en la pantalla 36.

[0051] La fig. 3 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para irradiar un objeto objetivo con luz láser de alta potencia que puede llevarse a cabo con la unidad de irradiación láser 10.

[0052] En la etapa 40 la unidad de direccionamiento 12 se orienta hacia el objeto objetivo a irradiar por medio del módulo de cámara 16d. Para ello se puede mostrar, por ejemplo, la imagen actual del módulo de cámara 16d en la pantalla 36 y una persona puede mover la unidad de direccionamiento 12 con la unidad de mando 38 (por ejemplo con una palanca de mando). Para ello el control 30 genera los correspondientes comandos de control que se envían a los actuadores 24 y 28.

[0053] En la etapa 42 se selecciona un punto objetivo. Esto también lo puede llevar a cabo, por ejemplo, una persona que, por medio de la unidad de mando 38 y la pantalla 36, marque el punto objetivo sobre el objeto objetivo. También es posible que el control 30 determine el punto objetivo mediante reconocimiento de patrones.

[0054] En la etapa 44 el objeto objetivo se ilumina superficialmente por medio del módulo de radiación de iluminación del objetivo 16c. El módulo de radiación para la iluminación del objetivo 16c puede generar, por ejemplo, un haz láser mejorado que puede iluminar un objeto objetivo superficialmente.

[0055] En la etapa 46, un haz de un láser de marcado del objetivo procedente del módulo de radiación 16b se orienta y enfoca para la radiación láser de marcado del objetivo sobre el punto objetivo seleccionado. Esto se describirá con más detalle haciendo referencia a la fig. 5.

[0056] En la etapa 48, los ejes de radiación de los módulos de radiación 16a se orientan y enfocan para la radiación láser de alta potencia por medio de la radiación recibida del láser de marcado del objetivo sobre el punto objetivo seleccionado. Esto se describirá con más detalle haciendo referencia a la fig. 4.

[0057] En la etapa 50, se lleva a cabo la irradiación del objeto objetivo por medio de radiación láser de alta potencia desde los módulos de radiación láser de alta potencia 16a.

[0058] Las etapas 40 a 50 muestran una secuencia temporal con la que, por ejemplo, se puede llevar a cabo un procesamiento material del objeto objetivo a una gran distancia.

[0059] La fig. 4 muestra esquemáticamente un módulo de radiación 16a para radiación láser de alta potencia 60.

[0060] El módulo de radiación 16a permite orientar y enfocar la radiación 60 de un láser de fibra de alta potencia 34a. Estos láseres de fibra están disponibles comercialmente como láseres monomodo con una potencia de hasta 10 kW. La longitud de onda de la radiación 60 es típicamente de 1,07 μm (radiación infrarroja).

[0061] El módulo de radiación 16a comprende una carcasa 18 rígida en forma de tubo que, por ejemplo, puede presentar un diámetro de 20 cm. La longitud de la carcasa 18 es, por ejemplo, de aproximadamente 1 m.

[0062] El extremo de la carcasa comprende una cubierta 61 que cierra la carcasa por este extremo. La cubierta 61 contiene en el centro un conector de fibra 62 en el que se puede acoplar la fibra de salida 34a de un láser de alta potencia 32.

[0063] Dentro de la carcasa 18 se encuentra una óptica 63 que puede comprender varias lentes, espejos reflectores, actuadores y un detector.

65

[0064] El haz divergente de la fibra de salida 34a se colima en paralelo a través de una lente 64, se desvía a través los espejos reflectores 66, 68, 70 y 72 respectivamente unos 90° y se irradia hacia afuera a través del telescopio de expansión 78 formado por la lente plana-cóncava 74 y la lente plana-convexa 76. En este caso, la lente 76 cubre el otro extremo de la carcasa 18.

5

[0065] Con el telescopio 78 formado a partir de las lentes 74 y 76, la radiación láser de alta potencia 60 de la fibra 34a se puede enfocar hacia el punto objetivo del objeto objetivo.

[0066] El diámetro de la lente 76 es de, por ejemplo, 20 cm, siendo su distancia focal de, por ejemplo, 50 cm.

10 El diámetro de la lente 74 es de, por ejemplo, 4 cm, siendo su distancia focal de, por ejemplo, -10 cm. Mediante la variación de la distancia típica de las dos lentes 74 y 76, (por ejemplo, unos 40 cm) por medio del desplazamiento de la lente 74 en la dirección longitudinal del módulo de radiación 16a unos pocos centímetros, se puede enfocar el haz láser de la fibra 34a sobre el punto objetivo. Para ello, el módulo de radiación 16a puede presentar un actuador 80 que se puede controlar desde un control 82. El control puede estar ubicado en la carcasa 18 del módulo de radiación
15 16a.

[0067] Con el espejo reflector 72, la radiación láser de alta potencia 60 de la fibra 34a se puede orientar hacia el punto objetivo del objeto objetivo. El espejo reflector 72 se puede mover en dos ejes perpendiculares. Para ello, el módulo de radiación 16a puede presentar otro actuador 84 adicional que también se puede controlar desde un control
20 82. Por ejemplo, el actuador 84 puede ajustar una placa de soporte del espejo reflector 72 en el rango de un ángulo pequeño de unos pocos miliradianes con gran precisión.

[0068] Para encontrar la posición del espejo reflector 72 y del telescopio 78, en la que la radiación láser de alta potencia está orientada y enfocada hacia el punto objetivo, se usa radiación láser 86 procedente de un módulo de radiación láser de marcado del objetivo 16b.
25

[0069] La radiación láser 86 es la luz reflejada en el punto objetivo de un láser de marcado del objetivo presente en el módulo de radiación 16b. La radiación láser 86 presenta una longitud de onda diferente a la radiación 60.

30 **[0070]** La radiación láser 86 se recibe a través de la lente 76 y se desvía a través de la lente 74, el espejo reflector 70 y el espejo reflector 72. El espejo reflector 68 presenta un recubrimiento que es transparente a la longitud de onda de la radiación láser de marcado del objetivo 86 (pero que refleja la radiación 60) y, por lo tanto, es irradiada a través de este. La radiación 86 se enfoca entonces, por medio de la lente 88 sobre un detector 90 que es sensible a la posición. El detector 90 puede ser, por ejemplo, un detector de cuadrantes.
35

[0071] El control 82 recibe las señales de detección procedentes del detector 90, las evalúa electrónicamente y calcula la desviación angular (es decir, el error angular) de la radiación 86 recibida. Posteriormente el control 82 ajusta el espejo reflector 72 (mediante el accionamiento del actuador 84) y/o el telescopio 78 (mediante el accionamiento del actuador 80).
40

[0072] La distancia al punto objetivo también se puede determinar en base al tiempo que tarda en llegar hasta el detector 90 la señal recibida.

45 **[0073]** La fig. 5 muestra la estructura de un módulo de radiación 16b para la radiación láser de marcado del objetivo 86. Salvo por las siguientes excepciones, la estructura del módulo de radiación 16b puede ser idéntica a la estructura del módulo de radiación 16a de la fig. 4.

[0074] El conector de fibra 62' está diseñado para que en él se conecte un extremo de fibra 34b de un láser de marcado del objetivo. El láser de marcado del objetivo es, por ejemplo, un láser pulsado con una longitud de onda de
50 532 nm (por ejemplo, luz visible).

[0075] El espejo reflector 68' refleja la radiación 68; sin embargo, es transparente a la radiación 92 procedente del módulo de radiación para la iluminación del objetivo 16c. Por ejemplo, el espejo reflector 68' puede estar provisto de un recubrimiento altamente reflectante en el estrecho rango de longitud de onda de la radiación láser de marcado
55 del objetivo 86.

[0076] Así mismo, el módulo de radiación 16b presenta una cámara 94 (que proporciona imágenes) en lugar de un detector sensible a la posición 90. Por medio de la cámara 94, se recibe una imagen del objeto objetivo en el rango de longitud de onda fuera de la longitud de onda de la radiación láser de marcado del objetivo 86. La luz y/o la
60 radiación 92 puede proceder, por ejemplo, de un módulo de radiación 16c. El eje óptico de la cámara 94 está armonizado con el eje óptico de la radiación láser de marcado del objetivo 86.

[0077] La imagen captada por la cámara 94 puede ser recibida por el control 82, transmitida al control 30 y/o mostrada, por ejemplo, a través de la pantalla 36. Con esta imagen una persona puede, por ejemplo, seleccionar el
65 punto objetivo en el objeto objetivo.

[0078] Al seleccionar el punto objetivo, el espejo reflector 72 se orienta hacia el punto objetivo y/o el telescopio 78 se enfoca sobre el punto objetivo. Con ello se dirige el eje óptico del módulo de radiación 16b hacia el punto objetivo y la radiación 86 del láser de marcado del objetivo se orienta y se enfoca sobre el punto objetivo.

5

[0079] La fig. 6 muestra un módulo de radiación 16c para iluminar el objetivo. Para iluminar superficialmente el objeto objetivo en el caso de que no haya suficiente iluminación externa, se puede utilizar el módulo de radiación 16c para iluminar el objetivo.

10 **[0080]** El módulo de radiación 16c comprende, al igual que los módulos de radiación 16a y 16b, una carcasa 18 en forma de tubo y un telescopio 78 que está formado por las lentes 74 y 76. El telescopio 78 irradia la luz de un láser de iluminación del objetivo 96 con un ángulo de típicamente unos miliradianes sobre el objeto objetivo. El láser de iluminación del objetivo 96, que genera la radiación 92, se encuentra en la carcasa 18.

15 **[0081]** La longitud de onda de la radiación 92 es típicamente de aproximadamente 900 nm (próxima a la radiación infrarroja).

[0082] La fig. 7 muestra un módulo de cámara 16d para orientar de forma aproximada la unidad de direccionamiento 12.

20

[0083] El módulo de cámara 16d sirve para orientar los módulos agrupados 16a, 16b, 16c y 16d hacia el objeto objetivo. Para ello se controla la unidad de direccionamiento biaxial 12.

25 **[0084]** De forma análoga al módulo de radiación 16c, el módulo de cámara 16d comprende un telescopio 78 en la carcasa 18. Así mismo, el módulo de cámara 16d comprende una cámara 98 que proporciona imágenes.

[0085] Adicionalmente cabe señalar que la expresión «que comprende» no excluye otros elementos o etapas y que «una», «uno» o «un» no excluyen una pluralidad. También cabe señalar que las características o etapas, que se describen en referencia a uno de los ejemplos de realización de arriba, también se pueden utilizar en combinación con otras características o etapas distintas a las de los ejemplos de realización descritos arriba. Los números de referencia de las reivindicaciones no deben considerarse como limitantes.

30

REIVINDICACIONES

1. Unidad de irradiación láser (10) para irradiar un objeto objetivo con radiación láser de alta potencia (60), comprendiendo la unidad de irradiación láser (10):
- 5 varios módulos de radiación láser (16a, 16b) conectados rígidamente entre sí que están diseñados para emitir radiación láser (60, 86); una unidad de direccionamiento (12), para orientar los módulos de radiación láser (16a, 16b) sobre el objeto objetivo, **caracterizada porque** un primer módulo de radiación para la iluminación del objetivo (16c) —conectado rígidamente con los módulos de radiación láser (16a, 16b)— que comprende una fuente de iluminación (96), para generar una radiación de iluminación (92), y un telescopio (78), para enfocar la radiación de iluminación;
- 10 en la que cada uno de los módulos de radiación láser (16a, 16b) comprende óptica (63) que está diseñada para orientar radiación láser (60, 86) hacia un punto objetivo del objeto objetivo;
- en la que los módulos de radiación láser (16a, 16b) y el módulo de radiación para la iluminación del objetivo (16c)
- 15 presentan respectivamente una carcasa implementada de manera similar en forma de cilindro y están orientados entre sí paralelos a los ejes;
- en la que los módulos de radiación (16a, 16b, 16c) están modularizados de tal modo que la óptica (63) de cada módulo de radiación (16a, 16b, 16c) comprende un detector (90, 94) para captar radiación entrante (86, 88).
- 20 2. Unidad de irradiación láser (10) según la reivindicación 1 o 2, en la que la óptica (63) de un módulo de radiación láser (16a, 16b) presenta un telescopio ajustable (78) que está diseñado para enfocar una radiación láser saliente (60, 86) sobre el punto objetivo y para enfocar una radiación entrante (86, 92) sobre un detector (90, 94).
- 25 3. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la óptica (63) de un módulo de radiación láser (16a, 16b) presenta un espejo reflector ajustable (72, 72'), que está diseñado para orientar la radiación láser saliente hacia el punto objetivo y para orientar la radiación entrante sobre un detector (90, 94).
- 30 4. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la óptica (63) de un módulo de radiación láser (16a, 16b) presenta un espejo semitransparente (68, 68') que refleja la radiación láser saliente y que es transparente para la radiación entrante.
5. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que un módulo
- 35 de radiación láser (16a, 16b) comprende un control (82) que está diseñado para controlar un actuador (80) de un telescopio ajustable (78) y/o un actuador (84) de un espejo reflector ajustable (72).
6. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende:
- 40 varias fuentes láser (32) que están diseñadas para generar radiación láser y que están conectadas respectivamente con una fibra óptica (34a, 34b) con un módulo de radiación láser (16a, 16b), en la que la unidad de direccionamiento (12) está diseñada para mover los módulos de radiación láser (16a, 16b) independientemente de las fuentes láser (32).
- 45 7. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende:
- varios primeros módulos de radiación láser (16a) que están diseñados para emitir una primera radiación láser (60) de
- 50 una primera longitud de onda, un segundo módulo de radiación láser (16b) que está diseñado para emitir una segunda radiación láser (86) de una segunda longitud de onda y enfocarse en el punto objetivo,
- en la que los primeros módulos de radiación láser (16a) pueden estar diseñados para detectar la segunda radiación láser (86) con un detector (90), y en la que los primeros módulos de radiación láser (16a) pueden presentar una óptica (63) ajustable que orienta la segunda radiación láser entrante (86) hacia el detector (90) y que al mismo tiempo orienta
- 55 la primera radiación láser saliente (60) hacia el punto objetivo.
8. Unidad de irradiación láser (10) según la reivindicación 8, en la que la primera radiación láser (60) es adecuada para procesar el objeto objetivo.
- 60 9. Unidad de irradiación láser (10) según la reivindicación 8 o 9, en la que el segundo módulo de radiación láser (16b) está diseñado para detectar una radiación de iluminación (92) con un detector (94);
- en la que el segundo módulo de radiación láser (16b) presenta una óptica (63) ajustable, que orienta la radiación de iluminación entrante (92) hacia el detector (94) y al mismo tiempo orienta la segunda radiación láser saliente (86) hacia
- 65 el punto objetivo.

10. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la óptica (63) de los módulos de radiación láser (16a, 16b) está implementada de la misma forma.
- 5 11. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende:
un módulo de cámara (16d), conectado rígidamente a los módulos de radiación láser, que comprende una cámara (98) y un telescopio (78).
- 10 12. Unidad de irradiación láser (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los módulos de radiación láser (16a, 16b) presentan respectivamente una carcasa (18) en forma de tubo, y en la que las carcasas (18) en forma de tubo se combinan formando un agrupamiento que se puede mover mediante la unidad de direccionamiento (12).

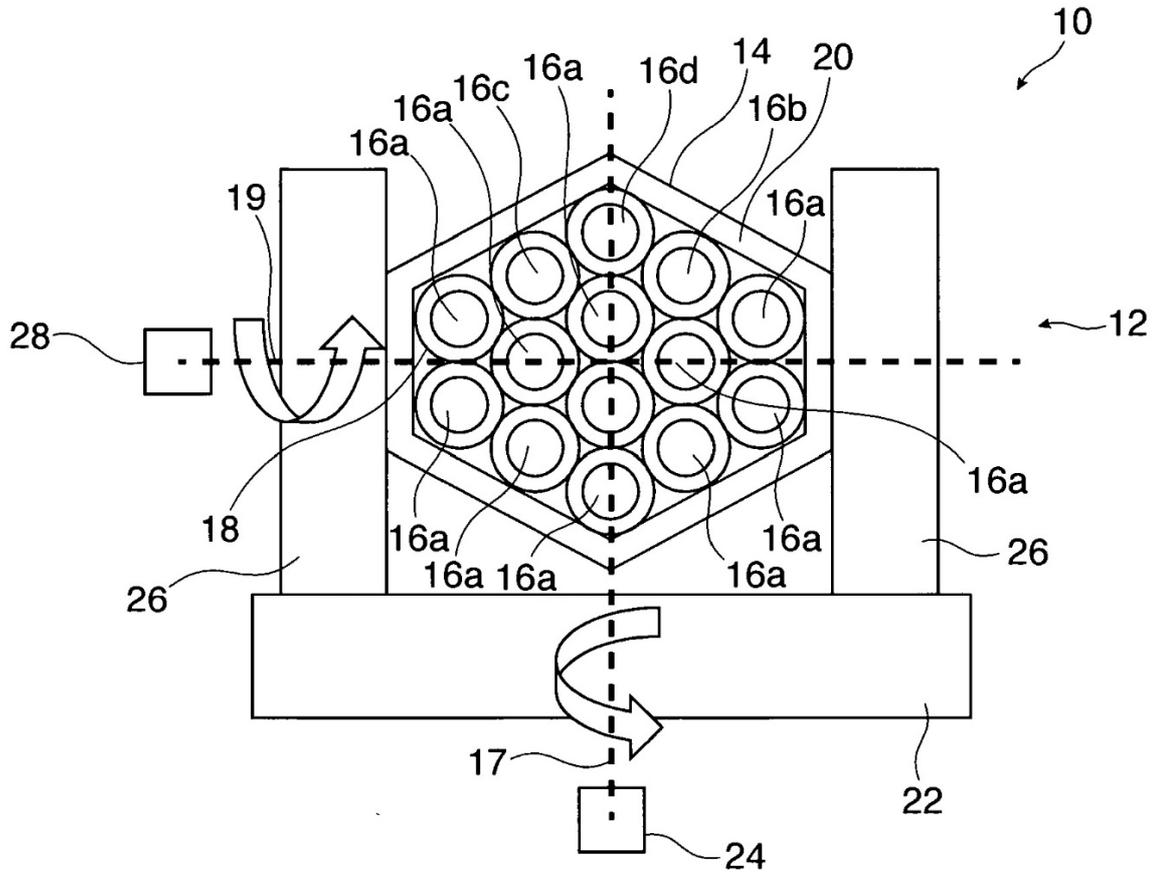


Fig. 1

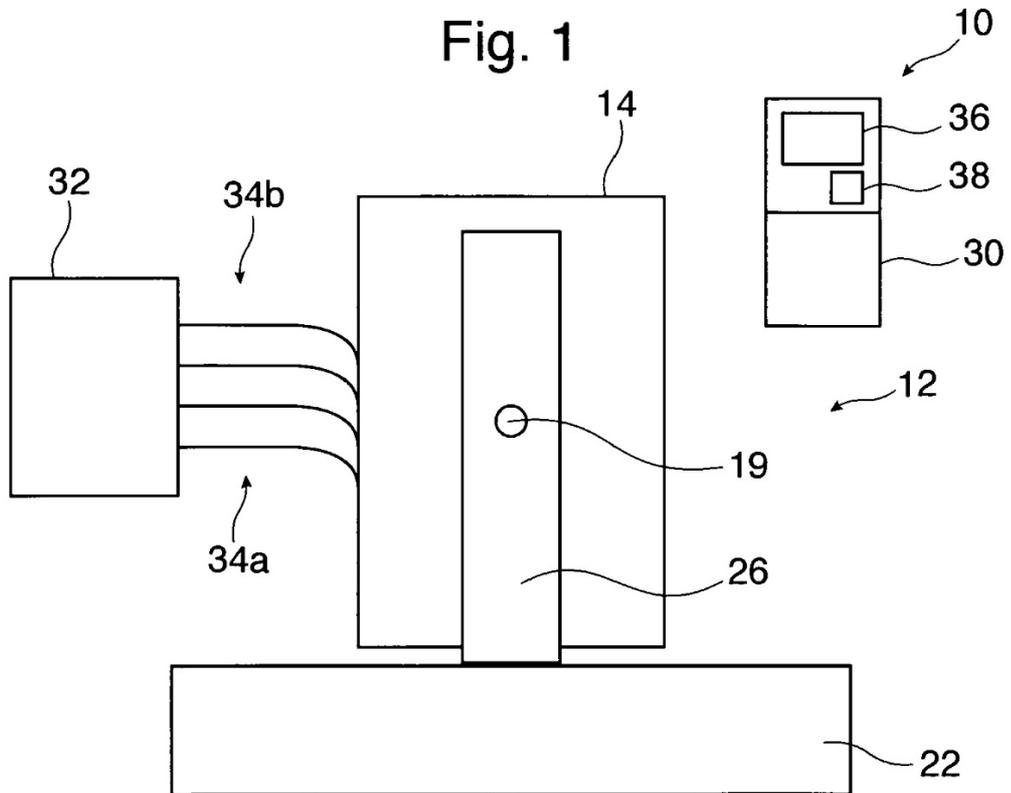


Fig. 2

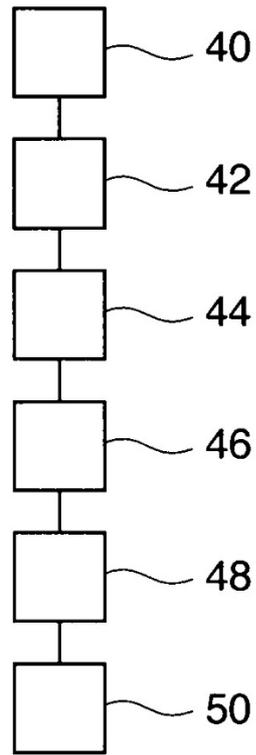


Fig. 3

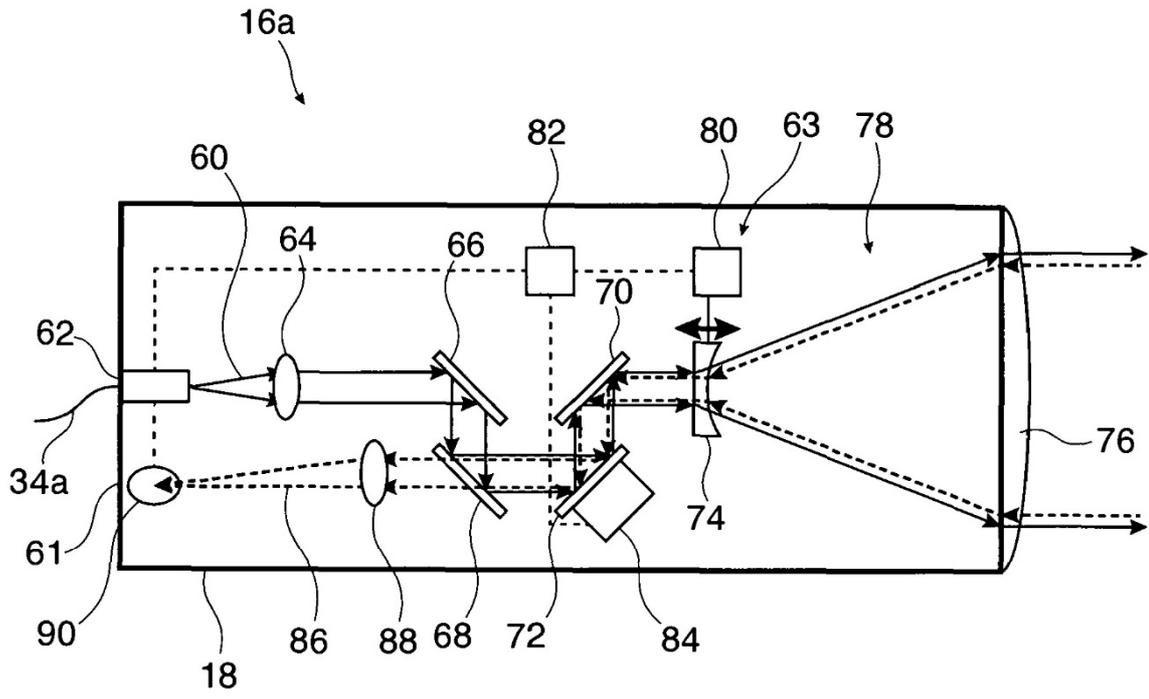


Fig. 4

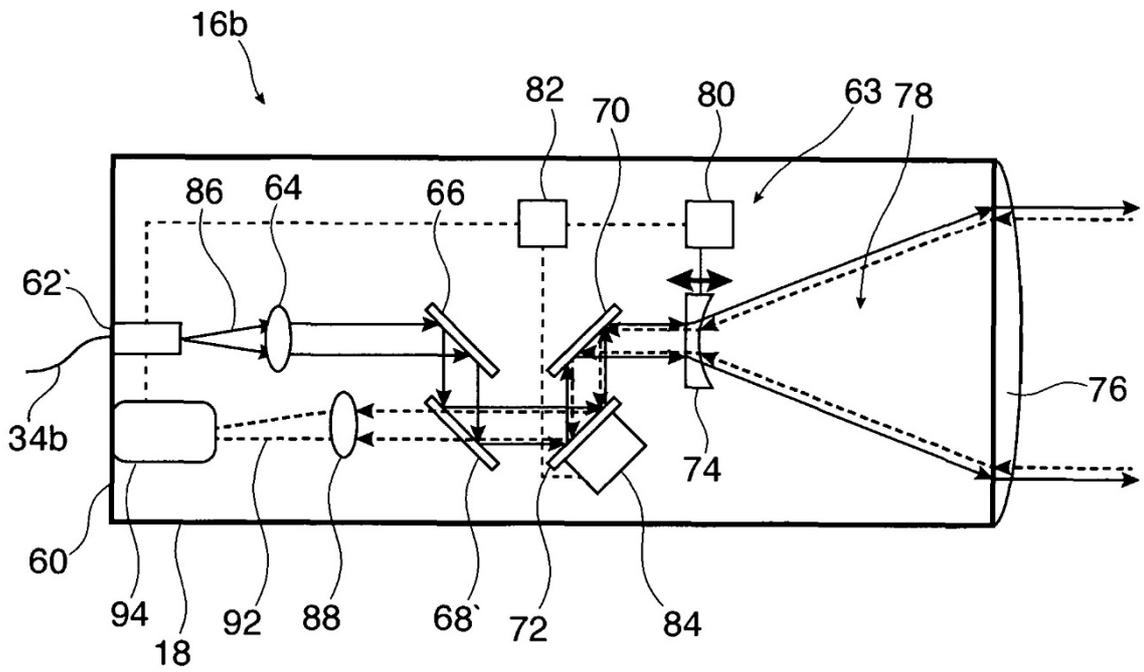


Fig. 5

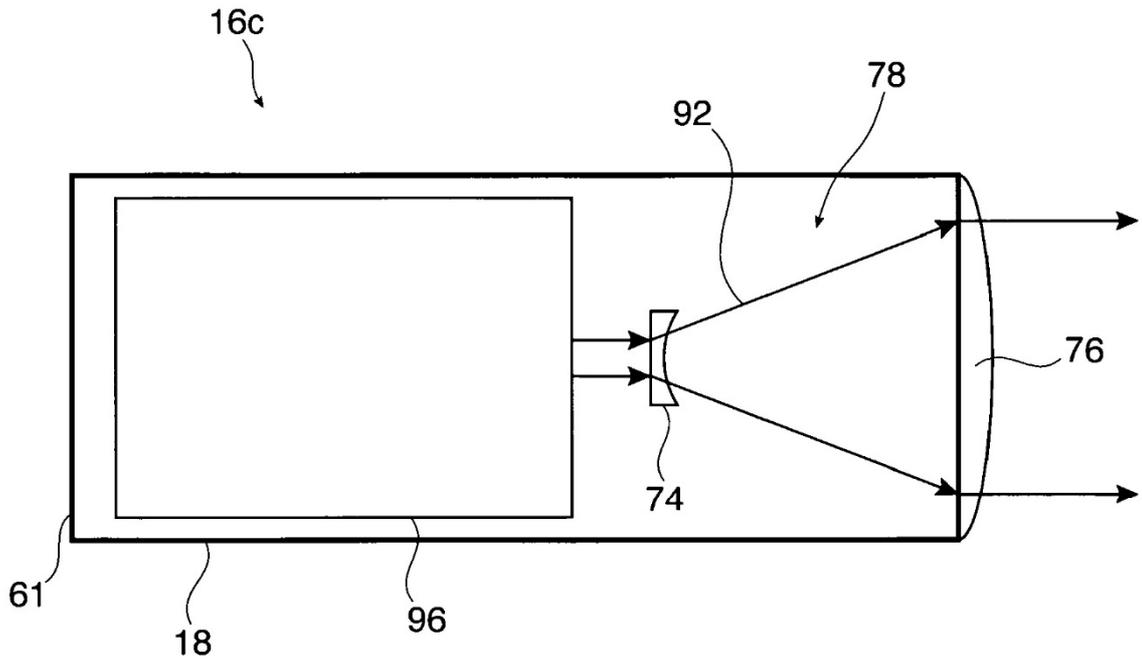


Fig. 6

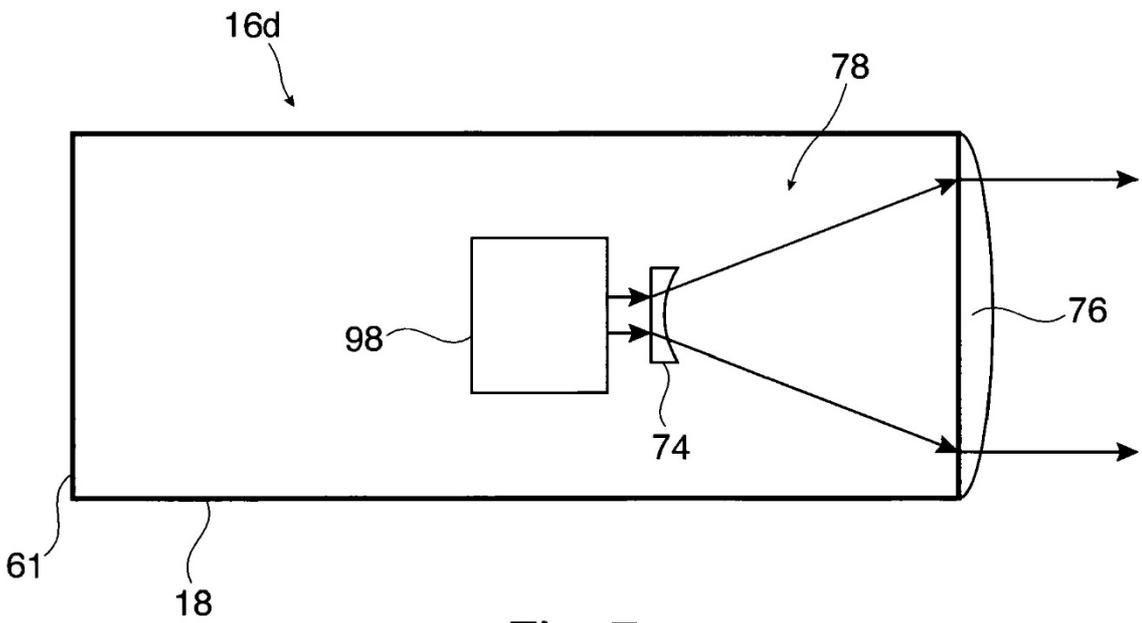


Fig. 7