

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 017 137**

51 Int. Cl.:

F41G 7/22 (2006.01)

F41H 13/00 (2006.01)

G01S 7/481 (2006.01)

G01S 7/495 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2021** **PCT/EP2021/083478**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2022** **WO22117532**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2021** **E 21823265 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025** **EP 4256268**

54 Título: **Sistema optrónico omnidireccional con dos ejes de rotación**

30 Prioridad:

03.12.2020 FR 2012572

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.05.2025

73 Titular/es:

THALES (100.00%)
4 rue de la Verrerie
92190 Meudon, FR

72 Inventor/es:

MECHAIN, GRÉGOIRE;
FORESTIER, BERNARD;
BUSTIN, BRUNO y
ROUSSEAU, PASCAL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 017 137 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

Sistema optrónico omnidireccional con dos ejes de rotación

- 5 La invención trata sobre un sistema optrónico omnidireccional o cabeza de orientación de línea de visión, con dos ejes de rotación que comprenden un canal de formación de imágenes y un canal láser.

10 El sistema optrónico es un aparato que permite detectar para una plataforma de combate, misiles guiados disparados en su dirección provistos de una cabeza buscadora óptica y capaz de generar un haz láser dirigido hacia la cabeza buscadora de estos misiles, con el fin de neutralizarlos y desviarlos de su objetivo.

Los documentos EP 1946350 B1, US 20070075182 A1, US2003098387A1 y US 8334490 B2

15 divulgan diferentes modos de realización de un sistema optrónico omnidireccional con dos ejes de rotación para góndola de designación de aeronave de combate. Como se ilustra en la figura 1, que es una figura de la línea de visión con dos ejes comprende una pupila de emisión láser 1 excéntrica con respecto al eje portante 2 y una pupila de recepción 3 centrada sobre el eje portante 2. Estas dos pupilas 1, 3 están separadas espacialmente. El inconveniente de esta solución es que el láser se transporta hasta el eje portado 2 por medio de una fibra óptica y, por consiguiente, este transporte introduce demasiada pérdida de potencia en las longitudes de onda emitidas en el infrarrojo. Los documentos US 20070075182 A1 y US 8334490 B2 completan el documento EP 1946350 B1 introduciendo un espejo fuera de eje portante para corregir las aberraciones introducidas por un ojo de buey externo en forma de cúpula esférica en el canal láser que es excéntrico.

25 Se conoce, igualmente, el documento US 6779753 B2 que divulga un sistema optrónico omnidireccional con dos ejes de rotación para góndola de designación de aeronave de combate, como se ilustra en la figura 2, correspondiente a la figura 1 del documento US 6779753 B2. La línea de visión óptica con dos ejes incluye una pupila de emisión láser 66 excéntrica con respecto al eje portante 16 y una pupila de recepción 58 centrada sobre el eje portante 16. El conjunto láser y la formación de imágenes de recepción se presenta como que es fijo. Esto impone una complejidad optomecánica importante, en concreto, para el prisma de retorno 86 que debe permanecer fijo entre la parte giratoria según el eje portante (eje vertical que pasa por el centro del ojo de buey 12 en forma de cúpula) y el mecanismo de retorno del láser constituidos por un conjunto de prisma y espejos 86, 72 y 74 (sincrónico con la rotación del eje portante). Este prisma hace imposible una rotación completa de 360° en varios giros e implica volteos completos en el límite de campo de rotación (riesgo de pérdida de mantenimiento de la línea de visión sobre un objeto durante el volteo). Por lo demás, este sistema impone una doble motorización compleja en el eje portante que aumentaría sustancialmente el espacio necesario.

Los sistemas del estado de la técnica comprenden una dirección con un punto singular a evitar o, en otras palabras, evitar, que cuando el objeto que se tiene como propósito llega al eje portante, haya una ambigüedad y que esto obligue a una rotación de 180° instantánea del eje portante.

40 Una finalidad de la invención es paliar los problemas anteriormente citados y, en concreto, poder mejorar la compacidad y limitar la ocultación del canal de formación de imágenes por el canal láser.

45 Se propone, según un aspecto de la invención, un sistema optrónico omnidireccional, con dos ejes de rotación, un eje portante y un eje portado perpendiculares entre sí, que comprende un canal de formación de imágenes y un canal láser, en el que, el canal láser en la inyección en la entrada del sistema y el canal de formación de imágenes son concéntricos según el eje portante, que comprende:

- 50 - para el canal láser:
 - una primera superficie reflectante, dispuesta en la entrada del sistema en la inyección, configurada para separar el canal láser del canal óptico reflejando el haz láser inyectado para apartarlo del eje portante del sistema;
 - una segunda superficie reflectante para desviar el haz láser reflejado por la primera superficie reflectante hacia la ventana de salida en forma de cúpula esférica, desfasado del canal óptico;
 - 55 - un expansor configurado para aumentar el diámetro del haz láser reflejado por la segunda superficie reflectante y reducir su divergencia;
 - un desviador configurado para modificar la dirección angular del haz láser en el interior de un cono de ángulo en el vértice comprendido entre 3° y 6°;
 - 60 - una tercera superficie reflectante y una cuarta superficie reflectante configuradas para dirigir el haz láser expandido hacia la ventana de salida en forma de cúpula esférica paralelamente al eje portante; y
 - un dispositivo de compensación configurado para compensar aberraciones de la ventana de salida en forma de cúpula esférica;
 - para el canal de formación de imágenes:
 - 65 - un primer grupo de lentes y un segundo grupo de lentes dispuestos en dispositivo afocal de Kepler;
 - una quinta superficie reflectante, una sexta superficie reflectante, una séptima superficie reflectante y una octava

superficie reflectante, dispuestas entre los dos grupos de lentes;

la primera superficie reflectante, la segunda superficie reflectante, el expansor, el desviador, la tercera superficie reflectante, la quinta superficie reflectante, la sexta superficie reflectante, la séptima superficie reflectante formando un primer conjunto unido en rotación según el eje portante; y la cuarta superficie reflectante, la octava superficie reflectante, el segundo grupo de lentes y el compensador formando un segundo conjunto unido en rotación según el eje portado.

Tal sistema permite aislar completamente los dos canales ópticos (formación de imágenes y láser), limitando al mismo tiempo eficazmente la perturbación fotométrica del canal de formación de imágenes por el canal láser (optimización de la retrodispersión y las retrorreflexiones del láser hacia el canal de formación de imágenes).

Además, tener un eje de inyección común para el canal láser y el canal de formación de imágenes de seguimiento en el eje portante de una cabeza de orientación de línea de visión con dos ejes permite tener un recorrido de 360° sin limitación del número de giros en un espacio necesario reducido) y, de este modo, evitar la presencia de punto singular.

Según un modo de realización, el sistema comprende una primera etapa móvil en rotación según el eje portante, que permite la rotación de la línea de visión según el eje portante.

En un modo de realización, el sistema comprende una segunda etapa móvil en rotación según el eje portado, que permite la rotación de la línea de visión según el eje portado.

De este modo, la línea de visión puede orientarse en un espacio angular superior a 2π sr.

Según un modo de realización, el dispositivo afocal de Kepler tiene un incremento comprendido en el intervalo de valores $[-2; -0,5]$.

Este afocal permite el transporte de la pupila a través de los ejes de rotación hasta las proximidades del separador láser/formación de imágenes situado en el eje portante. De este modo, la propagación de los haces de formación de imágenes puede efectuarse sin viñeteado con la ayuda de componentes de dimensiones minimizadas y el volumen del dispositivo de dirección de línea de visión se optimiza. Además, colocar el separador en las proximidades de un plano de pupila permite minimizar la perturbación del canal de formación de imágenes generado, de este modo, por el separador.

En un modo de realización, el dispositivo afocal de Kepler tiene un incremento de -1.

Según un modo de realización, el expansor comprende un dispositivo afocal divergente/convergente.

Por ejemplo, el dispositivo afocal divergente/convergente comprende lentes (afocal galileano convencional) o espejos (afocal de tipo Cassegrain fuera de eje).

Este tipo de dispositivo permite disminuir la divergencia sin punto de enfoque intermedio, por lo tanto, sin riesgo de perforación.

En un modo de realización, el desviador comprende un diasporámetro o un espejo con dos ejes, que permite orientar la línea de visión láser en el campo instantáneo de formación de imágenes.

De este modo, el desviador permite mejorar la compensación de los defectos de movimiento residuales del dispositivo de orientación de la línea de visión motorizada para asegurar la calidad del apuntamiento del haz en un bucle de seguimiento que utiliza el retorno láser visto por el canal de formación de imágenes.

El desviador permite, igualmente, armonizar las direcciones de los ejes ópticos láser y de formación de imágenes. Por último, colocar este dispositivo lo más cerca posible de la salida permite minimizar la dimensión de los componentes ópticos láser de salida y, por lo tanto, del dispositivo de orientación de la línea de visión.

Según un modo de realización, el compensador comprende al menos un componente dióptrico esférico o esférico descentrado.

El compensador es un componente óptico que permite corregir las aberraciones introducidas por la excentricidad de la pupila láser con respecto a la cúpula, lo que permite garantizar la calidad del haz láser.

Se propone, igualmente, según otro aspecto de la invención, una plataforma provista de un sistema tal como se ha descrito anteriormente.

Por ejemplo, la plataforma puede ser una aeronave de combate, una aeronave de transporte, una aeronave militar, un dron, un edificio, un vehículo terrestre o un buque.

La invención se comprenderá mejor con el estudio de algunos modos de realización descritos a título de ejemplos de ninguna manera limitativos e ilustrados por el dibujo adjunto en el que:

5 la [Fig. 1] ilustra esquemáticamente un sistema oprónico omnidireccional, según el estado de la técnica;

la [Fig. 2] ilustra esquemáticamente otro sistema oprónico omnidireccional, según el estado de la técnica; y

10 la [Fig. 3] ilustra esquemáticamente un sistema oprónico omnidireccional, según un aspecto de la invención.

En la figura 3 se ilustra un sistema oprónico omnidireccional, con dos ejes de rotación, un eje portante 1 y un eje portado 2 perpendiculares entre sí. El sistema comprende un canal de formación de imágenes 3 y un canal láser 4, en el que, el canal láser 4 en la inyección o emisión en la entrada del sistema y el canal de formación de imágenes 3 son concéntricos según el eje portante 1.

15 El canal láser 4 comprende:

20 - una primera superficie reflectante 5, dispuesta en la entrada del sistema en la inyección, configurada para separar el canal láser 4 del canal de formación de imágenes 3 reflejando el haz láser inyectado para apartarlo del eje portante 1 del sistema;

25 - una segunda superficie reflectante 6 para desviar el haz láser reflejado por la primera superficie reflectante 5 hacia la ventana de salida 7 en forma de cúpula esférica, desfasado del canal de formación de imágenes 3;

- un expansor 8a configurado para aumentar el diámetro del haz láser reflejado por la segunda superficie reflectante 6 y reducir su divergencia;

30 - un desviador 8b configurado para modificar la dirección angular del haz láser en el interior de un cono de ángulo en el vértice comprendido entre 3° y 6° ;

- una tercera superficie reflectante 9 y una cuarta superficie reflectante 10 configuradas para dirigir el haz láser expandido hacia la ventana de salida 7 en forma de cúpula esférica paralelamente al eje portante 1; y

- un compensador 11 configurado para compensar aberraciones de la ventana de salida 7 en forma de cúpula esférica;

El canal de formación de imágenes 3 comprende:

35 - un primer grupo de lentes 12 y un segundo grupo de lentes 13 dispuestos en dispositivo afocal de Kepler; y

- una quinta superficie reflectante 14, una sexta superficie reflectante 15, una séptima superficie reflectante 16 y una octava superficie reflectante 17, dispuestas entre los dos grupos de lentes 12, 13.

40 Los canales de formación de imágenes 3 y láser 4 son concéntricos en el eje portante 1 en la inyección en este último.

45 Se separan justo después de la inyección del haz láser 4, con el fin de tener en la salida del sistema dos ejes colineales, el eje portante 1 y el eje de emisión láser 20, pero separados físicamente para evitar, por una parte, el acoplamiento parásito en la atmósfera entre estos canales y, por otra parte, que el láser pase por el plano focal intermedio del dispositivo afocal de Kepler del canal de formación de imágenes 3 e introducir densidades de potencia demasiado importantes en esta imagen intermedia que pueden perturbar a la vez el canal de formación de imágenes 3 y la calidad del haz del canal láser 3.

50 La cobertura angular del sistema oprónico se efectúa en la totalidad ($>2\pi$ sr) resolviendo el problema del punto singular por medio del desviador 8b que actúa en el canal láser 4.

55 La primera superficie reflectante 5, la segunda superficie reflectante 6, el expansor 8a, el desviador 8b, la tercera superficie reflectante 9, la quinta superficie reflectante 14, la sexta superficie reflectante 15, la séptima superficie reflectante 16 formando un primer conjunto unido en rotación según el eje portante 1.

La cuarta superficie reflectante 10, la octava superficie reflectante 17, el segundo grupo de lentes 13 y el compensador 11 forman un segundo conjunto unido en rotación según el eje portado 2.

60 El sistema comprende, igualmente, un primer soporte 18 del conjunto unido en rotación según el eje portante 1, provisto de cojinetes portantes que permiten la rotación según el eje portante 1.

El sistema comprende un segundo soporte 19 del conjunto unido en rotación según el eje portado 2, provisto de cojinetes portantes que permiten la rotación según el eje portado 2.

65 El dispositivo afocal de Kepler 12, 13 tiene un aumento comprendido en el intervalo de valores $[-2; -0,5]$, por ejemplo, sustancialmente -1.

El expansor es un dispositivo afocal que diverge/convierte según la propagación del láser. Tal afocal puede realizarse, por ejemplo, con la ayuda de lentes (afocal galileano convencional) o de espejos (afocal de tipo Cassegrain fuera de eje).

5 El desviador puede comprender un diáporámetro o un espejo con dos ejes que permite desplazar la línea de visión láser en el campo instantáneo de formación de imágenes.

El compensador puede comprender uno o varios componentes dióptricos esféricos o esféricos descentrados.

10 Un sistema según la invención se monta en una plataforma que puede ser una aeronave de combate, una aeronave de transporte, una aeronave militar, un dron, un edificio, un vehículo terrestre o un buque.

REIVINDICACIONES

1. Sistema optrónico omnidireccional, con dos ejes de rotación, un eje portante (1) y un eje portado (2) perpendiculares entre sí, que comprende un canal de formación de imágenes (3) y un canal láser (4), en el que, el canal láser (4) en la inyección en la entrada del sistema y el canal de formación de imágenes (3) son concéntricos según el eje portante (1), **caracterizado por que** el canal láser (4) comprende:
 - una primera superficie reflectante (5), dispuesta en la entrada del sistema en la inyección, configurada para separar el canal láser (4) del canal de formación de imágenes (3) reflejando el haz láser inyectado para apartarlo del eje portante (1) del sistema;
 - una segunda superficie reflectante (6) para desviar el haz láser reflejado por la primera superficie reflectante (5) hacia la ventana de salida (7) en forma de cúpula esférica, desfasado del canal de formación de imágenes (3);
 - un expansor (8a) configurado para aumentar el diámetro del haz láser reflejado por la segunda superficie reflectante (6) y reducir su divergencia;
 - un desviador (8b) configurado para modificar la dirección angular del haz láser en el interior de un cono de ángulo en el vértice comprendido entre 3° y 6°;
 - una tercera superficie reflectante (9) y una cuarta superficie reflectante (10) configuradas para dirigir el haz láser expandido hacia la ventana de salida (7) en forma de cúpula esférica paralelamente al eje portante (1); y
 - un compensador (11) configurado para compensar aberraciones de la ventana de salida (7) en forma de cúpula esférica;
 - para el canal de formación de imágenes (3):
 - un primer grupo de lentes (12) y un segundo grupo de lentes (13) dispuestos en un dispositivo afocal de Kepler; y
 - una quinta superficie reflectante (14), una sexta superficie reflectante (15), una séptima superficie reflectante (16) y una octava superficie reflectante (17), dispuestas entre los dos grupos de lentes (12, 13);

la primera superficie reflectante (5), la segunda superficie reflectante (6), el expansor (8a), el desviador (8b), la tercera superficie reflectante (9), la quinta superficie reflectante (14), la sexta superficie reflectante (15), la séptima superficie reflectante (16) formando un primer conjunto unido en rotación según el eje portante (1); y la cuarta superficie reflectante (10), la octava superficie reflectante (17), el segundo juego de lentes (13) y el compensador (11) formando un segundo grupo unido en rotación según el eje portado (2).
2. Sistema según la reivindicación 1, que comprende una primera etapa móvil (18) en rotación según el eje portante (1), que permite la rotación de la línea de visión según el eje portante (1).
3. Sistema según las reivindicaciones 1 o 2, que comprende una segunda etapa móvil (19) en rotación según el eje portado (2), que permite la rotación de la línea de visión según el eje portado (2).
4. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo afocal de Kepler tiene un incremento comprendido en el intervalo de valores [-2; -0,5].
5. Sistema según la reivindicación 4, en el que el dispositivo afocal de Kepler tiene un incremento de -1.
6. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el expansor (8a) comprende un dispositivo afocal divergente/convergente.
7. Sistema según la reivindicación 6, en el que el dispositivo afocal divergente/convergente comprende lentes o espejos.
8. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el desviador (8b) comprende un diasporámetro o un espejo con dos ejes, que permite orientar la línea de visión láser en el campo instantáneo de formación de imágenes.
9. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el compensador (11) comprende al menos un componente dióptrico esférico o esférico descentrado.
10. Plataforma provista de un sistema según una de las reivindicaciones anteriores.
11. Plataforma según la reivindicación 10, que es una aeronave de combate, una aeronave de transporte, una aeronave militar o un dron, un edificio, un vehículo terrestre o un buque.

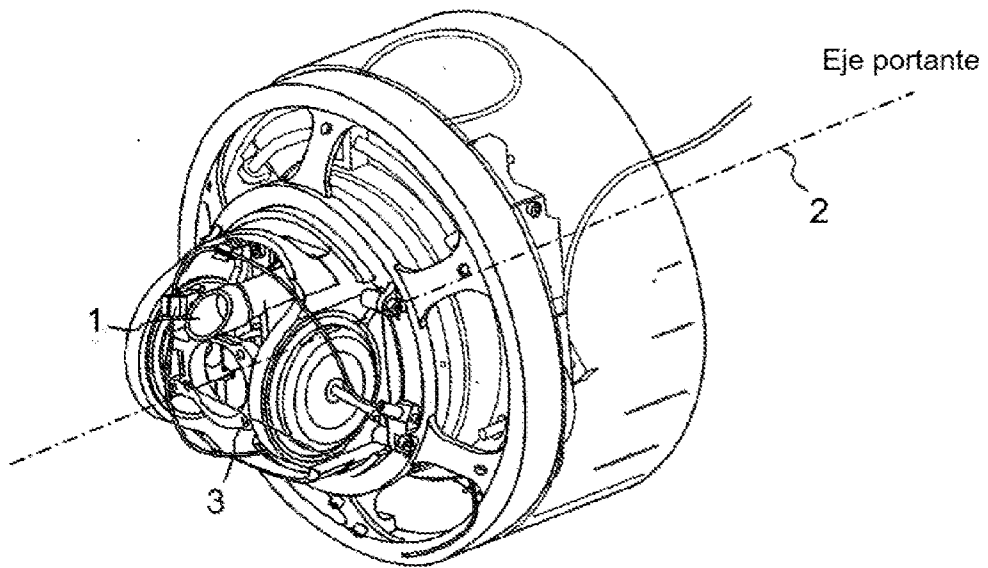
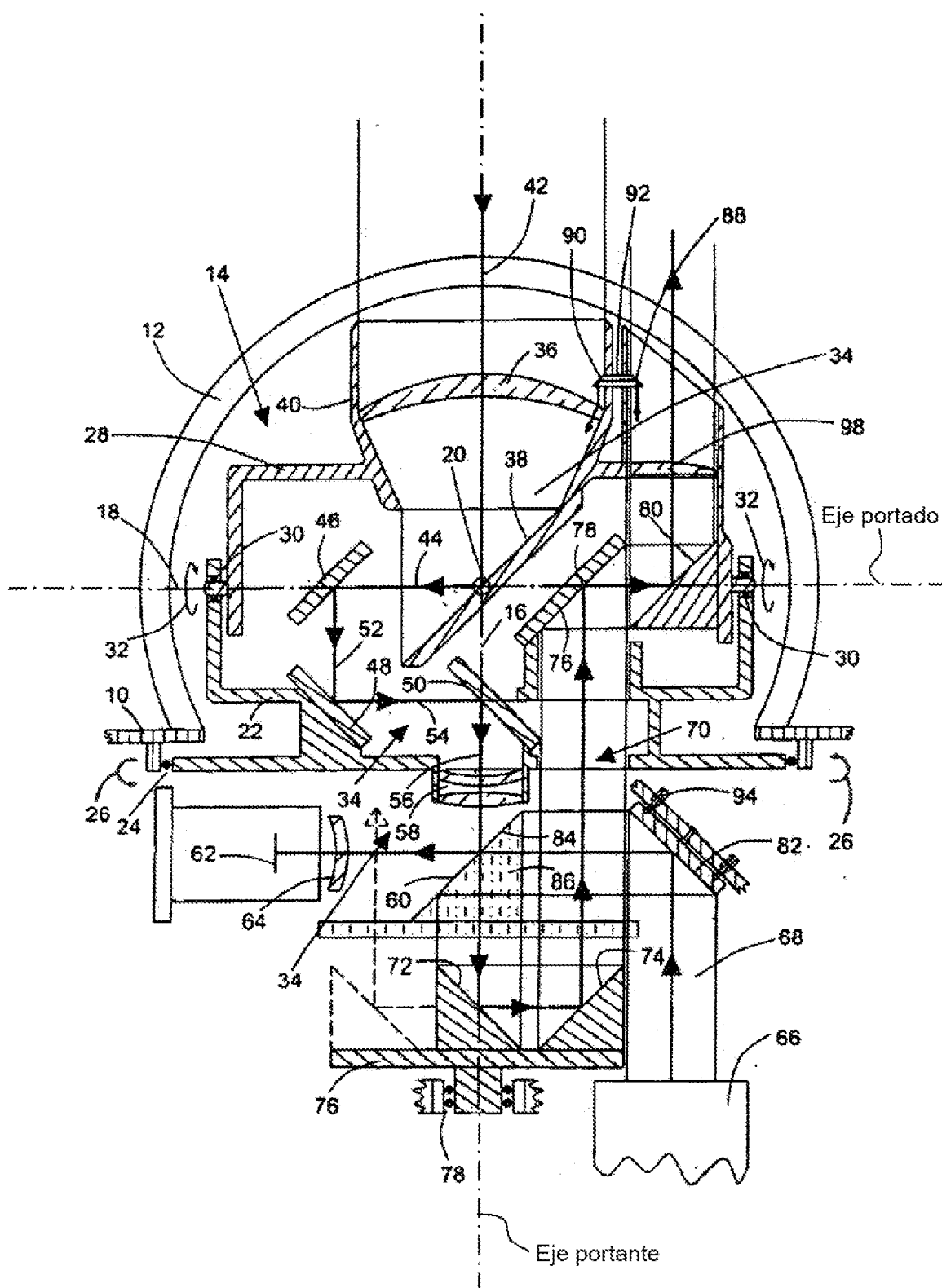


FIG.1



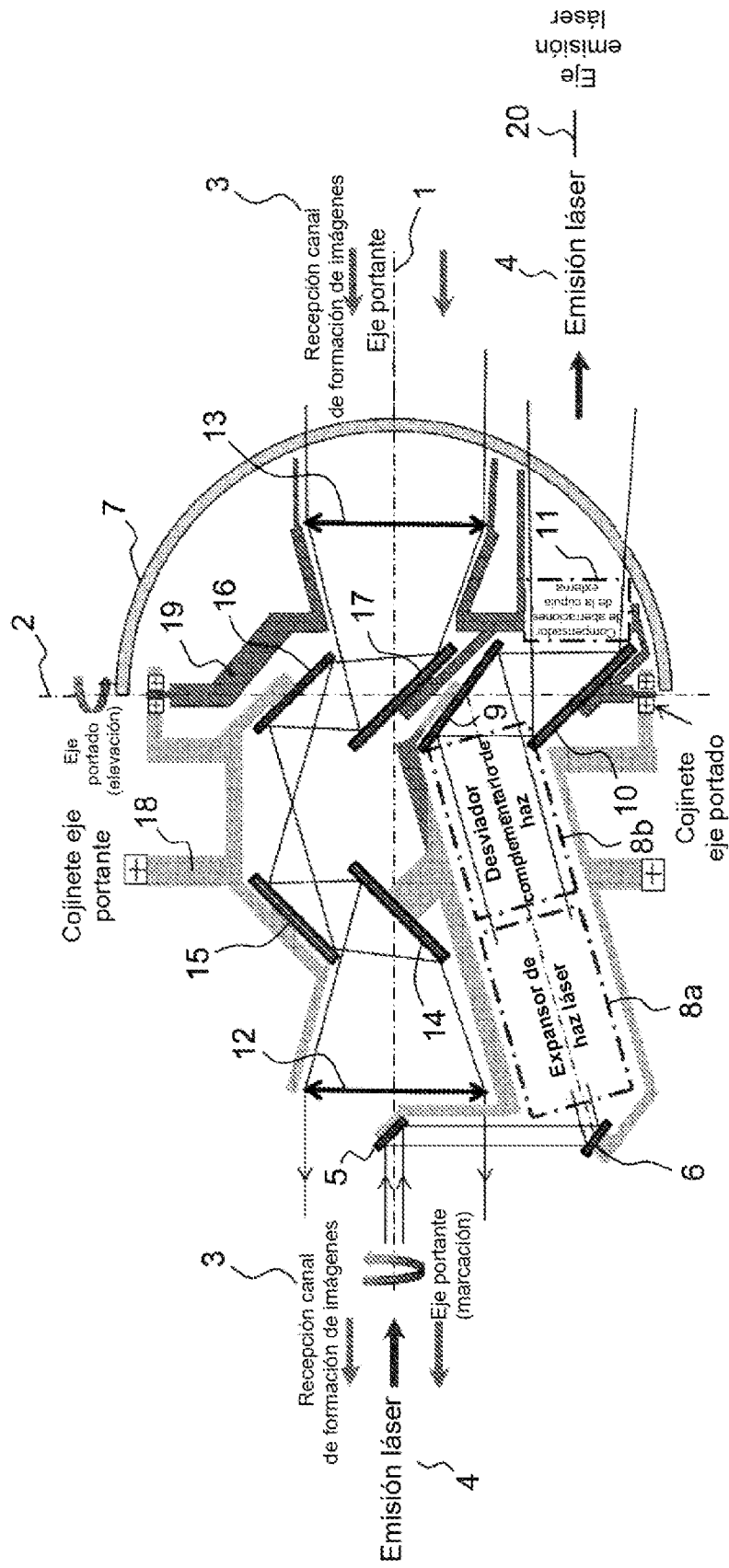


FIG.3