

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 300**

51 Int. Cl.:

A61B 1/05 (2006.01)
G02B 27/00 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)
A61B 1/002 (2006.01)
G02B 23/24 (2006.01)
G02B 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2014 PCT/US2014/017153**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130547**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2014 E 14753933 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 2958482**

54 Título: **Endoscopio con expansor de pupila**

30 Prioridad:

19.02.2013 US 201361766576 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.02.2021

73 Titular/es:

**STERIS INSTRUMENT MANAGEMENT SERVICES,
INC. (100.0%)
3316 2nd Avenue North
Birmingham, AL 35222, US**

72 Inventor/es:

ZOBEL, JURGEN

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 806 300 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

Endoscopio con expansor de pupila

5 **Sector técnico**

La presente invención está dirigida a un sistema óptico para un endoscopio. Más concretamente, la presente invención está dirigida a un sistema óptico para un endoscopio monoscópico, incluyendo el sistema óptico un conjunto expansor de pupila para crear dos imágenes estereoscópicas.

10

Estado de la técnica anterior

Los endoscopios técnicos y médicos son instrumentos ópticos delicados que son introducidas en cavidades técnicas y humanas para inspeccionar el interior de las cavidades. Dichos endoscopios pueden ser endoscopios rígidos, que contienen un sistema de lentes, endoscopios flexibles, que contienen un paquete flexible de guiado de imagen o video endoscopios.

15

Los endoscopios tienen un diámetro pequeño de algunos milímetros y, a menudo, tienen una longitud de varios cientos de milímetros. Los endoscopios contienen un tubo exterior y un tubo interior. El espacio entre el tubo exterior y el tubo interior está lleno de fibras de iluminación que guían la luz creada externamente en el interior de las cavidades. Dentro del tubo interior está dispuesto un sistema óptico que retransmite una imagen de la cavidad desde la punta distal del endoscopio de nuevo al extremo proximal del endoscopio. Esta imagen retransmitida puede ser observada en el extremo proximal por el ojo del operador, o una cámara de video puede capturar la imagen.

20

Cuando los primeros endoscopios con dichos sistemas de lentes fueron introducidos al inicio del siglo XX, los cirujanos y diseñadores consideraron los sistemas estéreo endoscópicos. Los sistemas estereoscópicos, en general, producen dos imágenes que muestran un espacio del objeto desde perspectivas ligeramente diferentes, a saber, una imagen izquierda y una imagen derecha. El cerebro humano es capaz de fusionar estas dos imágenes ligeramente diferentes y transferir la llamada disparidad de las dos imágenes, por medio de información sobre la profundidad, y crea una impresión tridimensional.

25

30

Los endoscopios con un sistema óptico individual, es decir, los endoscopios monoscópicos, crean información tridimensional acerca del espacio del objeto. Los objetos a diferentes distancias parecen de diferentes tamaños, y la superposición de objetos informa al usuario de qué objeto está delante y cuál está detrás. De esta forma, el usuario puede observar los instrumentos endoscópicos introducidos y vistos por un endoscopio moviéndose hacia delante y hacia atrás en el espacio del objeto. Para muchas aplicaciones quirúrgicas en endoscopia, esta información tridimensional es suficiente, y no hay ninguna necesidad de una visión estereoscópica. No obstante, con un número creciente de procedimientos quirúrgicos complejos que son realizados y observados a través de endoscopios, el control de la posición de los instrumentos endoscópicos se ha vuelto más crucial para algunas cirugías. Dichas cirugías complejas se realizan en este momento, a menudo, con asistencia robótica, y la posición de los instrumentos es controlada mediante observaciones estereoscópicas.

35

40

Los endoscopios estereoscópicos habitualmente incluyen dos sistemas ópticos difíciles de montar y alinear, y costosos de fabricar. Por estas razones, los endoscopios estéreo endoscópicos que tienen dos sistemas ópticos no son económica o técnicamente factibles para ciertas aplicaciones. En esos casos, se prefiere utilizar un endoscopio monoscópico que esté modificado para proporcionar una capacidad estéreo endoscópica separando la pupila del sistema óptico individual en una parte izquierda y una parte derecha. No obstante, una deficiencia de los endoscopios de este tipo de endoscopio modificado es que la base del ocular estereoscópico de dichos endoscopios es aproximadamente la mitad de la pupila de entrada del endoscopio. Dichas pupilas de entrada tienen un diámetro de algunas décimas de milímetro. Esto da como resultado una distancia de trabajo estereoscópica razonable de solo, aproximadamente, un mm, o de menos de un mm. La presente invención aborda el problema de la pequeña base ocular estereoscópica que está asociada con los endoscopios monoscópicos que han sido modificados tal como se explicó anteriormente, proporcionando un endoscopio que tiene un sistema óptico individual con un expansor de pupila.

45

50

55

La Patente WO-A-97/27798 hace referencia a un endoscopio estereoscópico que tiene dos elementos de lente de objetivo separados lateralmente.

La Patente EP-A-0710039 hace referencia a un pequeño aparato de cámara de video.

60

La Patente US6,471,642-B hace referencia a un sistema óptico de endoscopio rígido, que puede obtener una imagen de gran angular para encontrar un órgano y una imagen de alta resolución utilizada para un tratamiento preciso.

65

La Patente US-A-2012/0075448 hace referencia a un sistema óptico de un objetivo y a un endoscopio de captura de imágenes estereoscópicas.

La Patente US8,149,270-B hace referencia a un endoscopio de alta resolución que emplea un conjunto individual de sensores de luz y una capa de lentes lenticulares situada en un extremo proximal del endoscopio.

5 Características de la invención

Según la invención, se da a conocer un sistema óptico según la reivindicación 1.

10 La presente invención, que está definida en las reivindicaciones adjuntas, está dirigida a endoscopios estéreo endoscópicos que incluyen un sistema o tren óptico individual, pero que tienen una distancia extendida entre el lado izquierdo de la imagen y el lado derecho de la imagen de la pupila de entrada. Según la presente invención, el tren óptico de un sistema óptico unitario está separado en un tren óptico izquierdo y un tren óptico derecho. La separación en trenes ópticos izquierdo y derecho se consigue dividiendo la pupila de entrada en una mitad izquierda y una mitad derecha de la pupila.

15 Para conseguir adicionalmente una disparidad estereoscópica significativa, se expande la distancia entre la mitad izquierda y la mitad derecha de la pupila. La separación de la pupila de entrada y la expansión de las mitades izquierda y derecha de la pupila se consiguen mediante un bloque de prismas situado distalmente. Este bloque de prismas consiste en un par de prismas romboidales que están situados exactamente en la pupila de entrada en el interior del objetivo del endoscopio. Un grupo de lentes frontales están montadas delante de cada uno de los dos prismas romboidales. Dichos endoscopios estéreo endoscópicos con medias pupilas expandidas permiten construir 20 estéreo endoscopios con diámetros muy pequeños o estéreo endoscopios para aplicaciones quirúrgicas especiales.

25 La información para la perspectiva izquierda y derecha de la imagen endoscópica está relacionada con la mitad izquierda y derecha de la pupila de entrada. La pupila de entrada circular de dicho estéreo endoscopio puede estar separada ópticamente, y la distancia de las dos mitades de la pupila de entrada se puede ampliar y el efecto estereoscópico puede ser aumentado.

30 Según un aspecto de la invención, se da a conocer un bloque de prismas que está situado en la superficie de la pupila de entrada. El bloque de prismas incluye un par de prismas romboidales que están situados exactamente en la pupila de entrada en el interior del objetivo del endoscopio. Los dos prismas romboidales se tocan en un lado y dividen por la mitad la pupila de entrada. Los prismas romboidales están dispuestos para que la pupila de entrada del endoscopio se asiente exactamente en la superficie de salida de los prismas romboidales. De esta manera, un prisma romboidal desvía hacia la izquierda todos los rayos que atraviesan la parte izquierda de la pupila de entrada, y transfiere esta mitad de la pupila de entrada hacia la izquierda. El otro prisma romboidal desvía hacia la derecha 35 todos los rayos que atraviesan la parte derecha de la pupila de entrada, y transfiere esta mitad de la pupila de entrada hacia la derecha. Los ángulos de desviación de los dos prismas romboidales forman un ángulo ligeramente diferente, de modo que los ejes ópticos de los prismas romboidales izquierdo y derecho converjan en la distancia de trabajo del estéreo endoscopio.

40 El sistema óptico incluye, además, los dos grupos de lentes frontales que están alineadas delante de las mitades izquierda y derecha de la pupila de entrada. Los dos grupos de lentes frontales están pegados sobre una placa de vidrio en forma de cuña, de modo que los ejes ópticos de los negativos se correspondan con los ejes ópticos convergentes que salen de los dos prismas romboidales. Las dos unidades, cada una consistente en uno de los 45 grupos de lentes negativas y una de las placas de vidrio en forma de cuña, se alinean bajo control óptico para que los campos ópticos de los dos trenes ópticos se superpongan en la distancia de trabajo.

50 Según otro aspecto de la invención, los dos prismas romboidales están fijados en un prisma triangular, y la combinación de estos tres prismas está pegada a una ventana de vidrio. La ventana de vidrio y los tres prismas forman un bloque de prismas que pueden ser alineados fácilmente delante de la pupila de entrada del estéreo endoscopio, y fijados a una superficie de piano del objetivo del endoscopio.

55 Según otro aspecto de la invención, en un extremo proximal de los estéreo endoscopios descritos, la mitad izquierda de la pupila de salida contiene la información reunida a través del lado izquierdo expandido de la pupila de entrada, y la mitad derecha de la pupila de salida contiene la información reunida a través del lado derecho expandido de la pupila de entrada. Esta información en la pupila de salida del estéreo endoscopio puede estar separada por un bloque de prismas que incluye dos prismas romboidales situados en la punta de una cámara estéreo endoscópica.

60 Según otro aspecto más de la invención, el bloque de prismas que comprende dos prismas romboidales se puede utilizar para separar la pupila de entrada de un objetivo de un video endoscopio. En esta realización, el bloque de prismas está posicionado en la abertura que representa la pupila de entrada del objetivo del video endoscopio para crear dos mitades de la abertura. En el chip de video, las dos imágenes desde la perspectiva izquierda y derecha se superponen. Las dos imágenes están bloqueadas alternativamente por un obturador LCD que permite leer las imágenes izquierda y derecha del chip por separado. Dicho obturador LCD puede estar integrado en el bloque de 65 prismas sustituyendo la ventana de vidrio descrita anteriormente que sostiene los prismas por un par de obturadores LCD. Si la señal de imagen para la imagen izquierda y derecha es procesada por separado, la señal de video

estéreo puede ser visualizada con el sistema de estereo endoscopio descrito en la Patente WO 2014012103, titulada "Stereo Endoscope System". En concreto, el estereo endoscopio de la presente invención puede ser acoplado de manera mecánica y óptica a las videocámaras estereo descritas en la Patente WO 2014012103 A1.

- 5 El bloque de prismas descrito también se puede utilizar para separar la pupila de salida de los estereo endoscopios en una mitad izquierda y derecha, y expandir la distancia entre los ejes ópticos de las dos mitades para adaptar el estereo endoscopio a los ejes ópticos de cualquier cámara de estereo endoscopio.

Breve descripción de los dibujos

- 10 La figura 1 es una vista, en sección, de un sistema óptico de estereo endoscopio que incluye dos trenes ópticos, según la técnica anterior.

- 15 La figura 1A es una vista frontal del sistema óptico del estereo endoscopio de la figura 1 que representa un par de pupilas de entrada.

La figura 2 es una vista, en sección, de un sistema óptico de estereo endoscopio que incluye un tren óptico individual, según la técnica anterior.

- 20 La figura 2A es una vista frontal del sistema óptico del estereo endoscopio de la figura 2 que representa un par de pupilas de entrada.

La figura 3 es una vista, en sección, de un sistema óptico de estereo endoscopio que incluye un tren óptico individual y un conjunto expansor de pupila, según la presente invención.

- 25 La figura 3A es una vista frontal del sistema óptico del estereo endoscopio de la figura 3, que representa una pupila de entrada del sistema óptico dividida y separada en una mitad izquierda y una mitad derecha.

- 30 La figura 4 es una vista, en sección, del sistema óptico del estereo endoscopio de la figura 3, que muestra vistas en perspectiva derecha y en perspectiva izquierda de un punto en un campo de objeto del sistema óptico.

La figura 5 representa un par de lentes frontales negativas, un par de prismas romboidales, la pupila de entrada dividida y una lente plano-convexa del sistema óptico estereoscópico de la figura 3.

- 35 La figura 6 representa ejes ópticos convergentes del par de prismas romboidales del sistema óptico del estereo endoscopio de la figura 5.

La figura 7 representa el par de prismas romboidales del sistema óptico del estereo endoscopio de la figura 5 montados en un conjunto de bloque de prismas.

- 40 La figura 8 es una vista ampliada del sistema óptico del estereo endoscopio de la figura 3.

La figura 9 es una vista, en sección, de un sistema óptico de estereo endoscopio, en el que el par de prismas romboidales del estereo endoscopio se encuentra frente a un prisma de desviación.

- 45 **Descripción detallada de la realización preferente y de las figuras**

- Tal como se describió anteriormente, los sistemas ópticos de estereo endoscopio de la técnica anterior se presentan en dos configuraciones básicas que incluyen aquellos con dos sistemas ópticos y aquellos con un sistema óptico individual. Haciendo referencia a la figura 1, se representa un sistema óptico 10 de estereo endoscopio que incluye dos sistemas ópticos o trenes 12, 14 separados. Cada uno de los sistemas ópticos 12, 14 incluye una lente frontal negativa 18 consolidada con una superficie de piano de una lente plano-convexa 16 de un objetivo. Tal como se representa en las figuras 1 y 1A, la utilización de dos sistemas ópticos 12, 14 separados, proporciona un sistema óptico 10 de estereo endoscopio con dos pupilas de entrada circulares, que incluyen una pupila de entrada izquierda 19 y una pupila de entrada derecha 20 que tiene una distancia extendida entre ellas. Una ventaja del sistema óptico 10 de estereo endoscopio es que proporciona vistas perceptivas adecuadas de derecha e izquierda del objeto o campo de trabajo. Un inconveniente del sistema óptico 10 de estereo endoscopio es que el diámetro del extremo distal de un endoscopio debe ser lo suficientemente grande como para contener ambos sistemas ópticos 12, 14.

- 60 Haciendo referencia a la figura 2, se representa un sistema óptico 30 de estereo endoscopio que incluye un sistema óptico o tren 32 individual. El sistema óptico 32 incluye una lente frontal negativa 34 consolidada con una superficie de piano de una lente plano-convexa 36 de un objetivo. Tal como se representa en las figuras 2 y 2A, un divisor 37 funciona para proporcionar un sistema óptico 30 de estereo endoscopio con dos pupilas de entrada circulares relativamente pequeñas que incluyen una pupila de entrada izquierda 38 y una pupila de entrada derecha 40, que tienen una pequeña distancia entre ellas. Una ventaja del sistema óptico 30 de estereo endoscopio es que el diámetro del extremo distal de un endoscopio requerido para contener un sistema óptico 32 individual es más

pequeño que el requerido para el sistema óptico 10 de estéreo endoscopio. Un inconveniente del sistema óptico 30 de estéreo endoscopio es que las vistas perceptivas derecha e izquierda proporcionadas del objeto o campo de trabajo del sistema son inadecuadas para algunas aplicaciones médicas y quirúrgicas, debido a la proximidad entre sí de las pupilas derecha e izquierda 38, 40, y al diámetro de las pupilas.

5 La presente invención hace referencia a un sistema óptico de estéreo endoscopio que supera los inconvenientes de los sistemas ópticos de estéreo endoscopio de la técnica anterior utilizando un sistema óptico o tren individual en combinación con un conjunto expansor de pupila. El conjunto expansor de pupila divide la pupila de entrada individual del tren óptico individual en una mitad izquierda y una mitad derecha, y separa la mitad izquierda de la derecha una distancia extendida. El sistema óptico de estéreo endoscopio resultante se puede utilizar en un extremo distal de un endoscopio quirúrgico que tiene un diámetro que es tan pequeño como el diámetro de los endoscopios que incluyen un sistema óptico individual convencional, a la vez que proporciona vistas en perspectiva derecha e izquierda de un campo del objeto como el que ofrece el endoscopio que incluye dos sistemas ópticos separados.

15 Haciendo referencia a la figura 3, se representa un sistema óptico 50 de estéreo endoscopio que incluye un tren óptico 52 individual y un conjunto expansor de pupila 54, según la presente invención. El tren óptico 52 individual está definido por el conjunto de lentes de retransmisión 56 que está alineado ópticamente con un objetivo que incluye una lente plano-convexa 58. El tren óptico 52 individual incluye una pupila de entrada 59, que está situada en una superficie de plano 60 de la lente plano-convexa del objetivo. Apoyado directamente en la superficie de plano 60 está dispuesto un bloque de prismas 62 que funciona para separar la pupila de entrada 59 en una mitad izquierda 64 y una mitad derecha 66 y desviar los rayos de luz hacia los lados.

25 Tal como se representa en la figura 4, combinar el tren óptico 52 individual con el conjunto expansor de pupila 54 da como resultado una distancia significativamente expandida entre las mitades izquierda y derecha 64, 66 de la pupila de entrada 59, tal como se observa desde el campo del objeto. En consecuencia, cada punto del objeto 68 en el campo del objeto se ve desde dos puntos de perspectiva con una distancia lateral significativa. Las direcciones desde los puntos de perspectiva izquierdo y derecho se designan en la figura 4 con las letras mayúsculas L y R.

30 Haciendo referencia a las figuras 3 y 4, la distancia entre las mitades izquierda y derecha 64, 66 de la pupila de entrada 59 es expandida por el expansor de pupila 54 y, principalmente, por el bloque de prismas 62. El bloque de prismas 62 incluye una ventana de vidrio 70 consolidada con un prisma triangular 72. En un lado izquierdo y un lado derecho del prisma triangular 72 hay dos prismas romboidales 74, 76 consolidados. Los lados izquierdo y derecho de los prismas romboidales 74, 76 están soportados en su lugar por los prismas de soporte 78, 80 consolidados (los prismas 78, 80 no se muestran en la figura 4, sino en la figura 7).

35 Los prismas romboidales 74, 76 del bloque de prismas 62 dividen y separan la pupila de entrada 59 del estéreo endoscopio. Tal como se representa en las figuras 5 y 6, los prismas romboidales 74, 76 incluyen respectivos lados reflectantes 82, 84 que tienen ángulos ligeramente diferentes que dan como resultado la convergencia de los dos ejes ópticos 86, 88 en el lado del objeto.

40 Haciendo referencia a las figuras 5 y 7, delante del bloque de prismas 62 están situadas un par de lentes frontales negativas 90, 92 que están alineadas ópticamente con las lentes de prismas romboidales 74, 76, respectivamente. Tal como se representa en la figura 8, las lentes frontales negativas 90, 92 pueden estar consolidadas con las respectivas placas de vidrio en forma de cuña 94, 96 y alineadas delante y consolidadas con el bloque de prismas 62.

45 Haciendo referencia a la figura 9, se representa un sistema óptico de estéreo endoscopio 98 que incluye un tren óptico 52 individual y un conjunto expansor de pupila 100 según la presente invención. El tren óptico 52 individual está definido por el conjunto de lentes de retransmisión 56 que está alineado ópticamente con un objetivo que incluye una lente plano-convexa 58. En esta realización, la pupila de entrada 102 está situada en una superficie de salida 104 de un prisma de desviación 106. En la superficie de salida 104 está dispuesto un bloque de prismas 107 consolidado que separa la pupila de entrada 102 en una parte izquierda 108 y una parte derecha 109 y expande la distancia entre las dos mitades de la pupila.

55 Tal como será evidente para un experto en la técnica, se pueden realizar diversas modificaciones dentro del alcance de la invención mencionada anteriormente. Dichas modificaciones que están dentro de la capacidad de un experto en la materia forman una parte de la presente invención y están incluidas en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema óptico para un estéreo endoscopio que incluye un endoscopio monoscópico que tiene una pupila de entrada que está dividida en una mitad izquierda y una mitad derecha, creando de este modo dos imágenes estereoscópicas que son observadas desde una perspectiva izquierda y una perspectiva derecha, comprendiendo el sistema óptico:
- una lente del objetivo,
la pupila de entrada (102), que tiene un eje óptico,
un bloque de prismas (62), situado adyacente a un lado de la pupila de entrada de la lente del objetivo, incluyendo el bloque de prismas (62) un primer prisma romboidal (74) y un segundo prisma romboidal (76),
en el que el primer prisma romboidal tiene una primera esquina y el segundo prisma romboidal tiene una segunda esquina, estando en contacto la primera esquina y la segunda esquina en un punto situado en el eje óptico de la pupila de entrada,
en el que el primer prisma romboidal del bloque de prismas desvía hacia la izquierda todos los rayos que se extienden a través de una mitad izquierda de la pupila de entrada y transfiere una primera imagen estereoscópica de la mitad izquierda de la pupila de entrada hacia la izquierda y el segundo prisma romboidal del bloque de prismas desvía hacia la derecha todos los rayos que se extienden a través de una mitad derecha de la pupila de entrada y transfiere una segunda imagen estereoscópica de la mitad derecha de la pupila de entrada hacia la derecha,
caracterizado por que: la pupila de entrada (102) está situada en una superficie de salida de un prisma de desviación (106), y el bloque de prismas está consolidado con dicha superficie de salida del prisma de desviación.
2. Sistema óptico, según la reivindicación 1, en el que la primera esquina está parcialmente definida por un primer lado que se apoya directamente contra la lente del objetivo y la segunda esquina está parcialmente definida por un segundo lado que se apoya directamente contra la lente del objetivo (58).
3. Sistema óptico, según la reivindicación 1, en el que la lente del objetivo (58) es una lente plano-convexa, la pupila de entrada está situada en la superficie de plano de la lente plano-convexa.
4. Sistema óptico, según la reivindicación 1, en el que el punto está situado inmediatamente adyacente a la pupila de entrada (102).
5. Sistema óptico, según la reivindicación 1, en el que el bloque de prismas (62) incluye un prisma en forma de triángulo (72) acoplado al primer prisma romboidal (74) y el segundo prisma romboidal (76) y entre los mismos, y, opcionalmente, en el que el bloque de prismas (72) incluye un primer prisma de soporte (78) acoplado al primer prisma romboidal y un segundo prisma de soporte (80) acoplado al segundo prisma romboidal.
6. Sistema óptico, según la reivindicación 5, en el que el bloque de prismas incluye una ventana de vidrio fijada al par de prismas romboidales.
7. Sistema óptico, según la reivindicación 1, que comprende, además, un primer conjunto de lentes negativas (90) que está alineado ópticamente con el primer prisma romboidal (74) y un segundo conjunto de lentes negativas (92) que está alineado ópticamente con el segundo prisma romboidal (76), y, opcionalmente, comprendiendo el sistema una primera placa de vidrio en forma de cuña (94) alineada ópticamente y acoplada con el primer conjunto de lentes negativas (90) y el primer prisma romboidal (74), y entre los mismos, y una segunda placa de vidrio en forma de cuña (96) alineada ópticamente y acoplada al segundo conjunto de lentes negativas (92) y al segundo prisma romboidal (76), y entre los mismos.
8. Sistema óptico, según la reivindicación 7, en el que los conjuntos de lentes negativas están pegados sobre las placas de vidrio en forma de cuña y alineados ópticamente con ejes ópticos convergentes que se extienden desde el par de prismas romboidales.
9. Sistema óptico, según la reivindicación 1, en el que el primer prisma romboidal (74) tiene un primer lado reflectante con un primer ángulo de desviación y un segundo lado reflectante con un segundo ángulo de desviación, y el segundo prisma romboidal (76) tiene un tercer lado reflectante con un tercer ángulo de desviación y un cuarto lado reflectante con un cuarto ángulo de desviación, y, opcionalmente, en el que el primer prisma romboidal (74) tiene un eje óptico que converge en una distancia de trabajo con un eje óptico del segundo prisma romboidal (76).
10. Sistema óptico, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un segundo bloque de prismas que incluye un par de prismas romboidales que están situados inmediatamente adyacentes a una pupila de salida del objetivo del endoscopio y dispuestos para dividir la pupila de salida por la mitad, y, opcionalmente, comprendiendo el endoscopio, además, una cámara del estéreo endoscopio acoplada en funcionamiento a un extremo proximal del objetivo del endoscopio, y, opcionalmente, comprendiendo el endoscopio, además, un obturador LCD dispuesto entre la pupila de salida y la cámara del estéreo endoscopio y configurado selectivamente para bloquear una mitad izquierda de la pupila de salida y una mitad derecha de la pupila de salida.

- 5 11. Procedimiento para utilizar el sistema óptico, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende dividir la pupila de entrada en dos mitades con el primer y el segundo prisma romboidal, creando de este modo dos imágenes estereoscópicas, siendo observada cada una de las dos imágenes estereoscópicas desde una perspectiva derecha y una perspectiva izquierda.
12. Procedimiento, según la reivindicación 11, que comprende, además, disponer el primer prisma romboidal y el segundo prisma romboidal para que tengan ejes ópticos convergentes que converjan en una distancia de trabajo.
- 10 13. Procedimiento, según la reivindicación 11, que comprende, además, alinear ópticamente el primer conjunto de lentes negativas con el primer prisma romboidal, y alinear ópticamente el segundo conjunto de lentes negativas con el segundo prisma romboidal.
- 15 14. Procedimiento, según la reivindicación 11, que comprende, además, formar un bloque de prismas con el primer prisma romboidal y el segundo prisma romboidal, fijar el bloque de prismas a una superficie de piano de la lente del objetivo, en el que la pupila de entrada está posicionada inmediatamente adyacente al bloque de prismas.
- 20 15. Procedimiento, según la reivindicación 11, que comprende, además, disponer el primer prisma romboidal y el segundo prisma romboidal para ser inmediatamente adyacentes a la pupila de entrada.
- 25 16. Procedimiento, según la reivindicación 11, en el que el primer prisma romboidal y el segundo prisma romboidal están situados en una superficie de la pupila de entrada.
17. Procedimiento, según la reivindicación 11, que comprende, además, utilizar el tercer prisma romboidal para desviar sustancialmente todos los rayos que se extienden a través de una primera mitad de una pupila de salida del sistema óptico monoscópico, y utilizar el cuarto prisma romboidal para desviar sustancialmente hacia la derecha todos los rayos que se extienden a través de una segunda mitad de la pupila de salida, y, opcionalmente, comprendiendo, además, el procedimiento acoplar en funcionamiento el tercer prisma romboidal y el cuarto prisma romboidal entre una cámara del estéreo endoscopio y la pupila de salida.

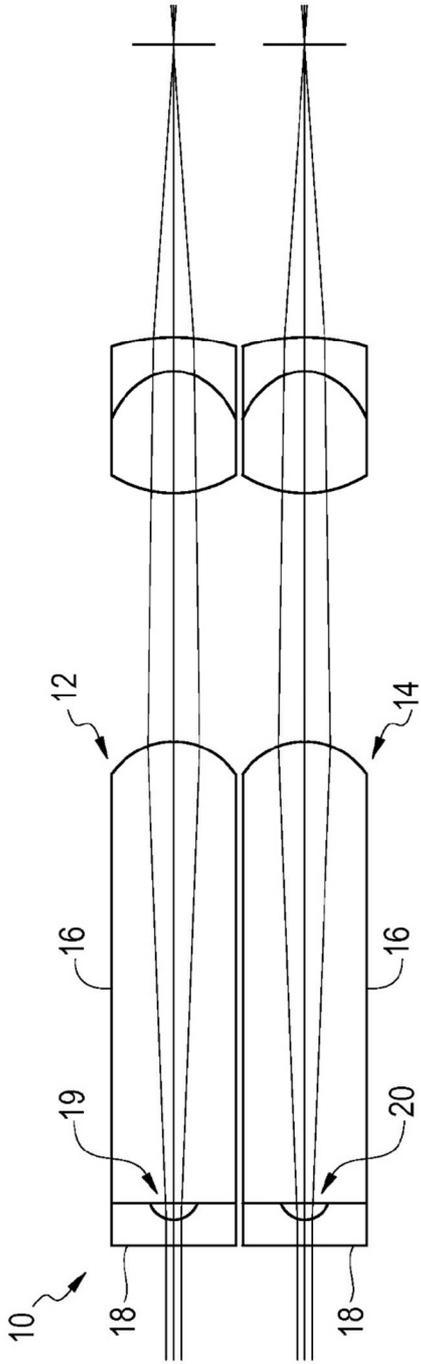


FIG. 1
(Técnica anterior)

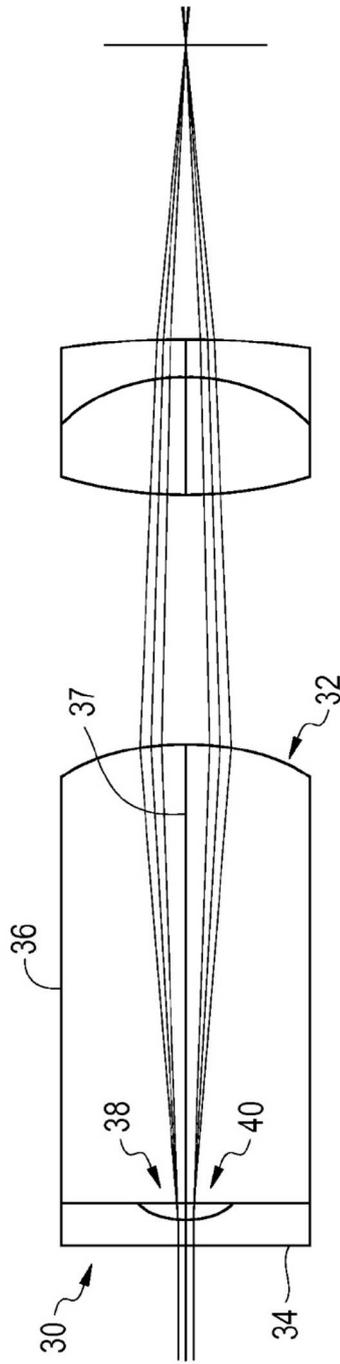


FIG. 2
(Técnica anterior)

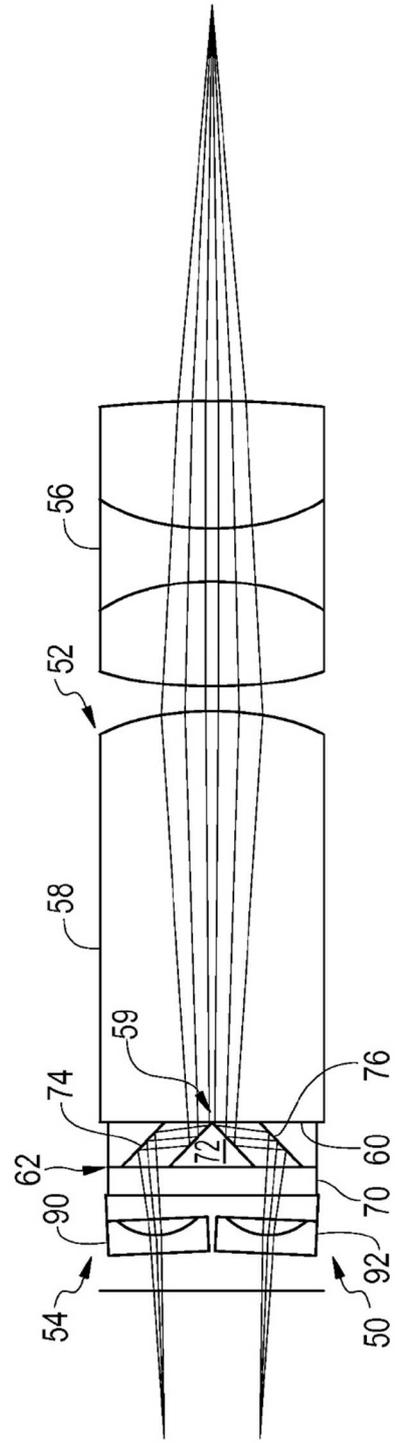


FIG. 3

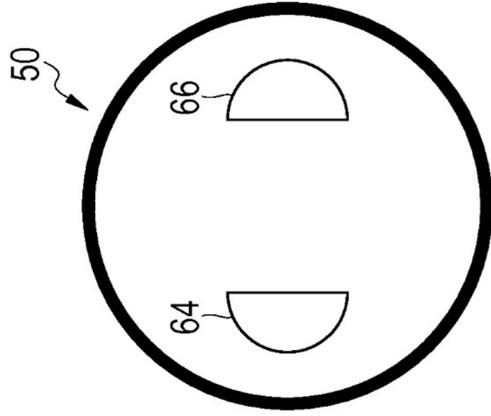


FIG. 3A

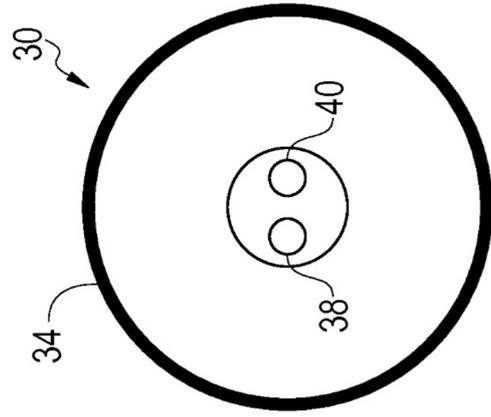


FIG. 2A
(Técnica anterior)

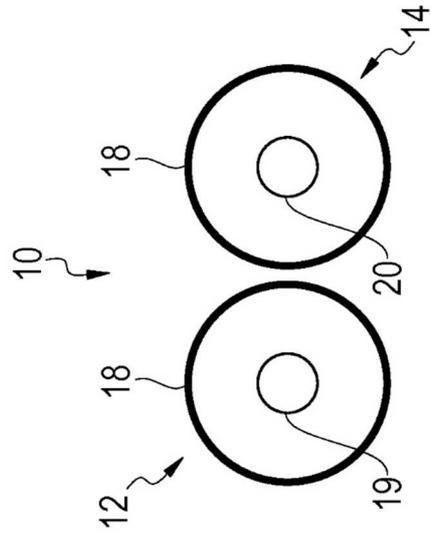


FIG. 1A
(Técnica anterior)

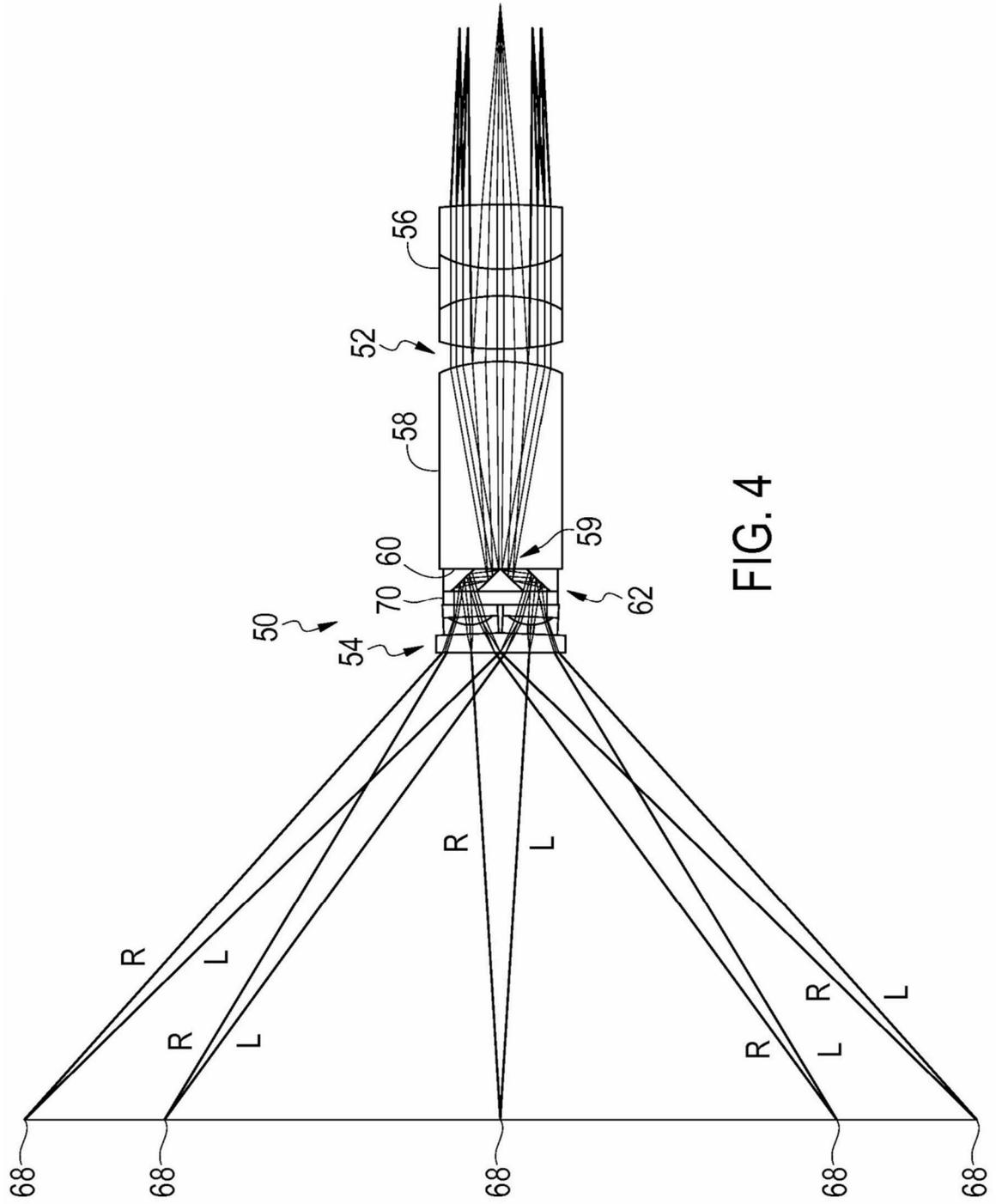


FIG. 4

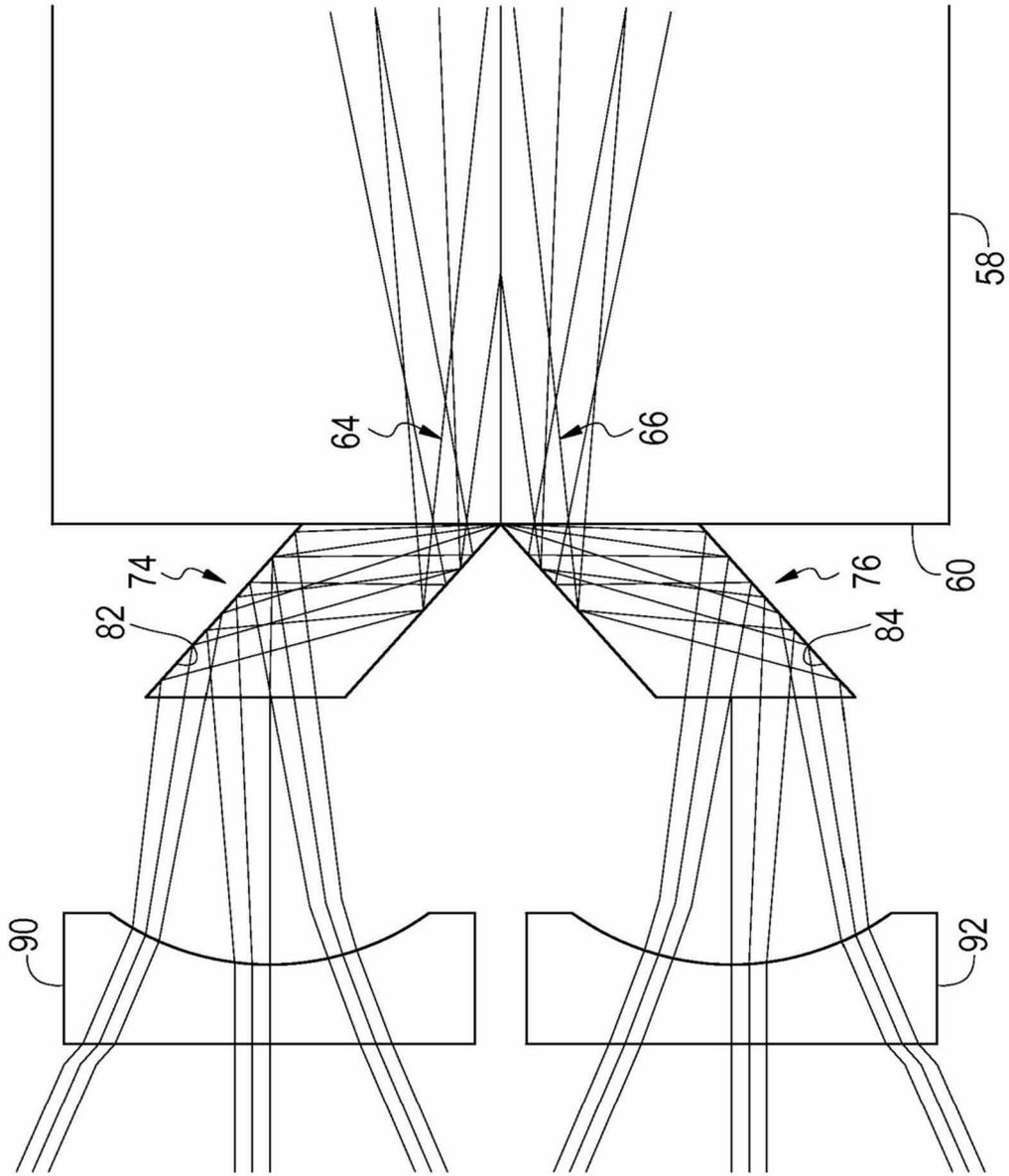


FIG. 5

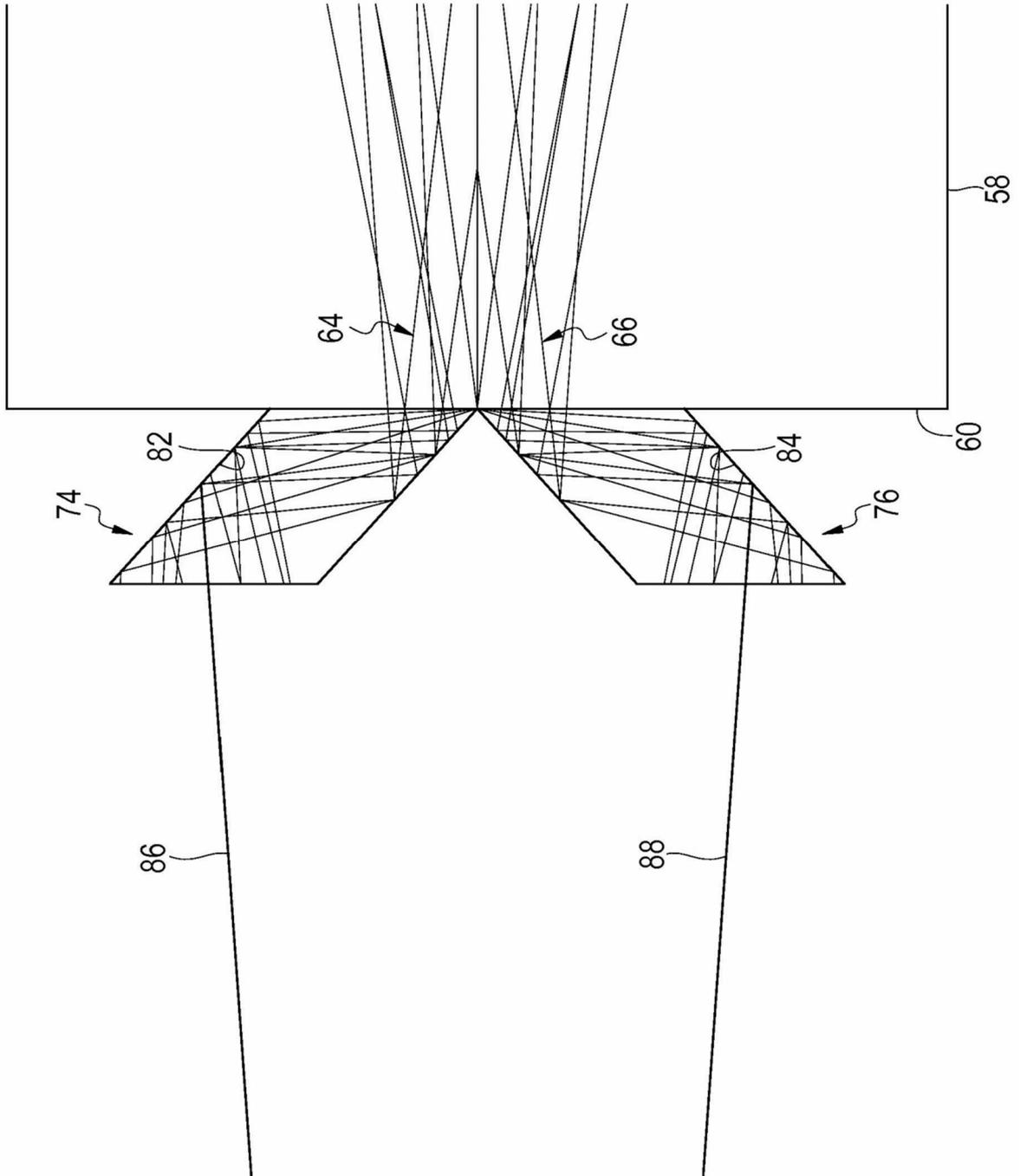


FIG. 6

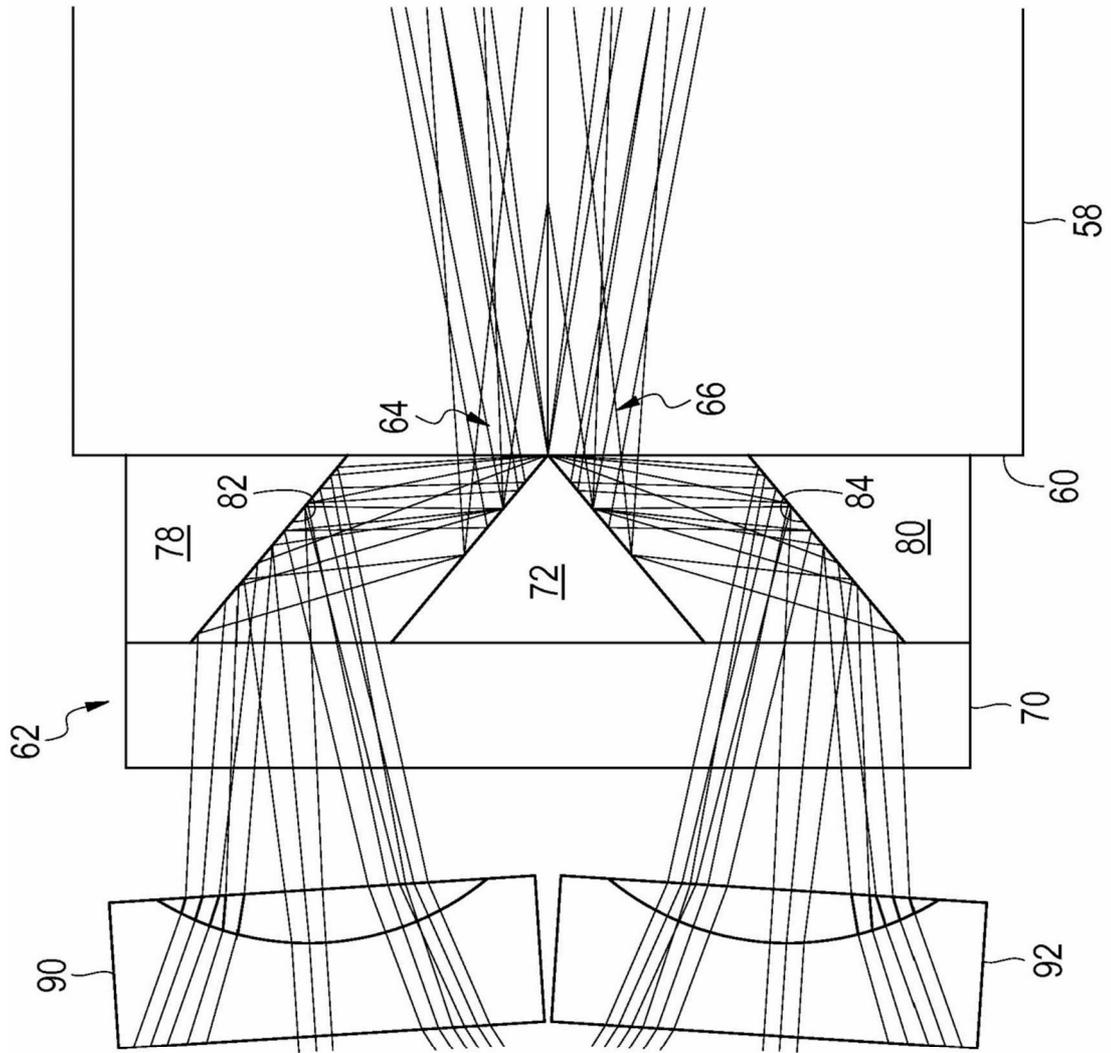


FIG. 7

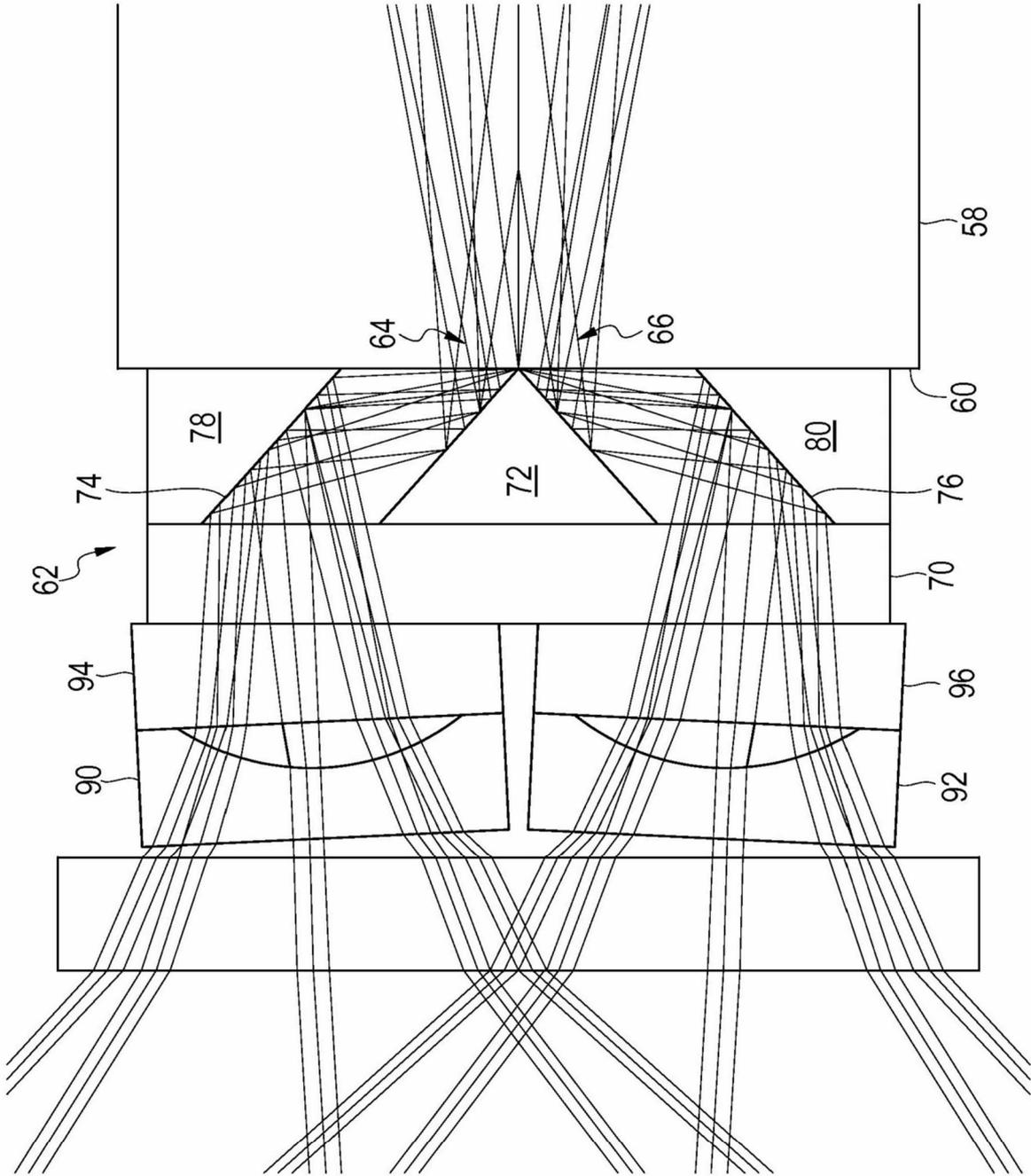


FIG. 8

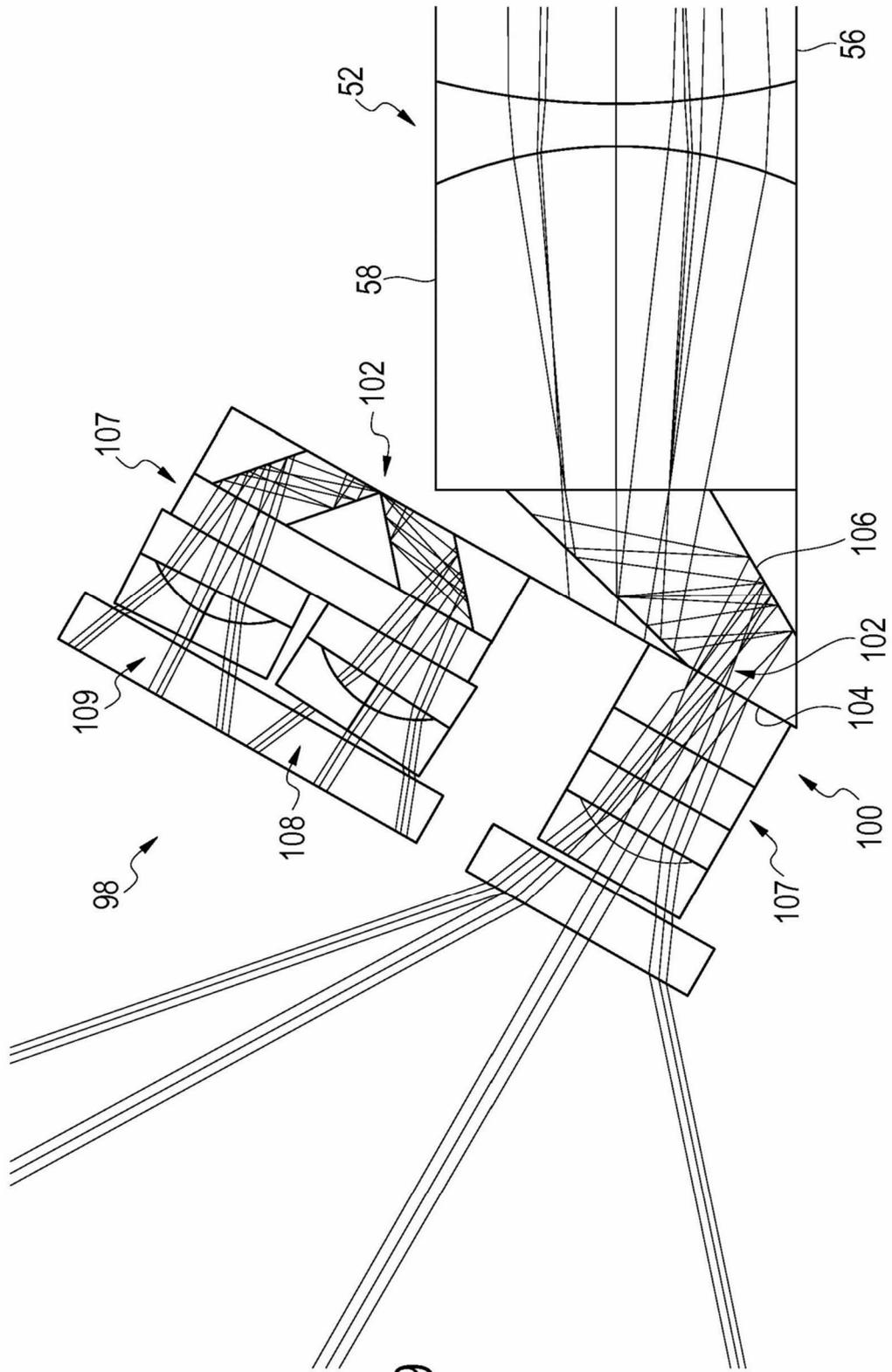


FIG. 9

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 9727798 A
- EP 0710039 A
- US 6471642 B
- US 20120075448 A
- US 8149270 B
- WO 2014012103 A
- WO 2014012103 A1

10