

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 901 176**

51 Int. Cl.:

A61B 3/13 (2006.01)

A61F 9/008 (2006.01)

A61F 9/007 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2018 PCT/IB2018/059790**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2019 WO19116190**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2018 E 18834030 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.10.2021 EP 3723581**

54 Título: **División multihaz utilizando una separación espacial de haz**

30 Prioridad:

12.12.2017 US 201762597652 P

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

21.03.2022

73 Titular/es:

**ALCON INC. (100.0%)
Rue Louis-d'Affry 6
1701 Fribourg, CH**

72 Inventor/es:

RAPOPORT, TOBIAS JURA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 901 176 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

División multihaz utilizando una separación espacial de haz

5 **ANTECEDENTES**

Campo de la divulgación

10 La presente divulgación hace referencia a unos componentes ópticos, y de manera más específica, a una división multihaz utilizando una separación espacial de haz.

Descripción de la técnica relacionada

15 La oftalmología, cirugía ocular o cirugía oftálmica salvan y mejoran la visión de decenas de miles de pacientes cada año. No obstante, dada la sensibilidad de la visión incluso frente a pequeños cambios en el ojo y la naturaleza diminuta y delicada de muchas estructuras oculares, la cirugía oftálmica es difícil de realizar y la reducción de los errores quirúrgicos no habituales o incluso sin importancia, o las pequeñas mejoras en la precisión de las técnicas quirúrgicas pueden marcar una gran diferencia en la visión del paciente después de la cirugía.

20 La cirugía oftálmica se realiza en el ojo y las estructuras visuales accesorias, y puede englobar la cirugía vitreoretinal y la cirugía de cataratas, entre otras. De manera específica, la cirugía vitreoretinal engloba diversos procedimientos delicados que implican partes internas del ojo, tal como el humor vítreo y la retina. Se utilizan distintos procedimientos de cirugía vitreoretinal, a veces con láser, para mejorar el comportamiento sensorial visual en el tratamiento de múltiples patologías oculares, que incluyen membranas epimaculares, retinopatía diabética, hemorragia vítrea, agujero macular, desprendimiento de retina y complicaciones de la cirugía de cataratas, entre otras. Durante la cirugía vitreoretinal, un oftalmólogo utiliza de manera habitual un microscopio quirúrgico para observar el fondo de ojo a través de la córnea, mientras se pueden introducir los instrumentos quirúrgicos que penetran la esclerótica para realizar cualquiera de diversos procedimientos diferentes. El microscopio quirúrgico proporciona imágenes y opcionalmente iluminación del fondo de ojo durante la cirugía oftálmica. De manera habitual, el paciente descansa en posición supina bajo el microscopio quirúrgico durante la cirugía y se utiliza un espéculo para mantener el ojo expuesto. Dependiendo del tipo de sistema óptico utilizado, el oftalmólogo tiene un campo de visión determinado del fondo de ojo, que puede variar de un campo de visión estrecho a un campo de visión amplio que se puede extender a regiones periféricas del fondo de ojo.

35 Durante la cirugía de cataratas, que se realiza en la parte anterior del ojo que es visible externamente, se puede retirar un cristalino afectado de la bolsa lenticular y ser sustituido por un cristalino artificial, tal como una lente intraocular (IOL, por sus siglas en inglés). Durante la cirugía de cataratas, la cornea y el iris se pueden observar utilizando un microscopio quirúrgico para facilitar la implantación del cristalino artificial a través de una incisión en la córnea, así como también para alinear y asentar de manera adecuada el nuevo cristalino artificial.

40 El microscopio quirúrgico utilizado en cirugía oftálmica también puede facilitar ayuda quirúrgica basada en imágenes, en la que se puede superponer un contenido adicional de imágenes sobre el campo de visión que puede observar un cirujano, tal como en un ocular del microscopio quirúrgico. Dicho contenido a superponer también se puede utilizar en otros tipos de aplicaciones generales de microscopía. Con la finalidad de generar y visualizar dicho contenido a superponer, se desea una alineación coaxial compacta y flexible de haces que proporcione flexibilidad en el rendimiento lumínico. En el documento WO2017/093851 se puede encontrar la técnica anterior relacionada con los sistemas ópticos adecuados para la división de haz en un microscopio.

50 **COMPENDIO**

En un aspecto, se divulga un primer divisor multihaz. El primer divisor multihaz puede incluir un divisor de haz configurado para recibir un primer haz en una primera superficie y un segundo haz en una segunda superficie opuesta a la primera superficie. En el primer divisor multihaz, el divisor de haz puede transmitir un primer haz parcial del primer haz y puede reflejar un segundo haz parcial del primer haz, mientras el divisor de haz puede transmitir un tercer haz parcial del segundo haz y puede reflejar un cuarto haz parcial del segundo haz. El primer divisor multihaz puede incluir además un filtro de punto que comprende un punto opaco que tiene un primer radio, donde el punto opaco se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz para filtrar el segundo haz en la segunda superficie, y un filtro de apertura que comprende una abertura transparente que tiene un segundo radio, donde la abertura transparente se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz parcial para transmitir el segundo haz parcial desde la primera superficie. En el primer divisor multihaz, el punto opaco del filtro de punto puede estar alineado coaxialmente con la abertura transparente del filtro de apertura, y el primer radio es igual a, o mayor que, el segundo radio, mientras el tercer haz parcial puede estar bloqueado en el filtro de apertura.

65 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer divisor multihaz, el primer haz se puede recibir a lo largo de un primer eje óptico y el segundo haz se puede recibir a lo largo de un segundo eje óptico que es perpendicular al primer eje óptico.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer divisor multihaz, el divisor de haz puede estar orientado a 45 grados con respecto al primer eje óptico y el segundo eje óptico.

5 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer divisor multihaz, el primer haz parcial y el cuarto haz parcial pueden salir del primer divisor multihaz a lo largo del primer eje óptico.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer divisor multihaz, el segundo haz parcial puede salir del primer divisor multihaz a lo largo del segundo eje óptico.

10 En otro aspecto, se divulga un primer sistema óptico que incluye una primera fuente que genera un primer haz, una segunda fuente que genera un segundo haz y un divisor multihaz habilitado para recibir el primer haz y el segundo haz. En el primer sistema óptico, el divisor multihaz puede incluir además un divisor de haz configurado para recibir el primer haz en una primera superficie y el segundo haz en una segunda superficie opuesta a la primera superficie. En el primer sistema óptico, el divisor de haz puede transmitir un primer haz parcial del primer haz y puede reflejar un segundo haz parcial del primer haz, mientras el divisor de haz puede transmitir un tercer haz parcial del segundo haz y puede reflejar un cuarto haz parcial del segundo haz. En el primer sistema óptico, el divisor multihaz puede incluir además un filtro de punto que comprende un punto opaco que tiene un primer radio, donde el punto opaco se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz para filtrar el segundo haz en la segunda superficie, y un filtro de apertura que comprende una abertura transparente que tiene un segundo radio, donde la abertura transparente se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz parcial para transmitir el segundo haz parcial desde la primera superficie. En el primer sistema óptico, el punto opaco del filtro de punto puede estar alineado coaxialmente con la abertura transparente del filtro de apertura y el primer radio puede ser igual a, o mayor que, el segundo radio, mientras el tercer haz parcial puede estar bloqueado en el filtro de apertura.

25 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, el primer haz se puede recibir a lo largo de un primer eje óptico y el segundo haz se puede recibir a lo largo de un segundo eje óptico que es perpendicular al primer eje óptico.

30 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, el divisor de haz puede estar orientado a 45 grados con respecto al primer eje óptico y al segundo eje óptico.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, el primer haz parcial y el cuarto haz parcial pueden salir del divisor multihaz a lo largo del primer eje óptico.

35 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, el segundo haz parcial puede salir del divisor multihaz a lo largo del segundo eje óptico.

40 En cualquiera de las realizaciones divulgadas, el primer sistema óptico puede incluir además un sensor óptico que recibe el segundo haz parcial desde el filtro de apertura.

45 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, la segunda fuente puede ser una pantalla y el segundo haz puede incluir contenido a superponer generado por la pantalla, mientras el primer sistema óptico puede incluir además un ocular que recibe el primer haz parcial y el cuarto haz parcial. En el primer sistema óptico, el contenido a superponer se puede superponer sobre una imagen de la primera fuente para observarlo en el ocular.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, la primera fuente puede ser un ojo de un paciente sometido a cirugía oftálmica.

50 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, el contenido a superponer se puede generar utilizando una salida del sensor óptico.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del primer sistema óptico, el sensor óptico puede ser una cámara.

55 En otro aspecto más, se divulga un segundo divisor multihaz. El segundo divisor multihaz puede incluir un divisor multihaz configurado para recibir un primer haz en una primera superficie y un segundo haz en una segunda superficie opuesta a la primera superficie. En el segundo divisor multihaz, el divisor de haz puede transmitir un primer haz parcial del primer haz y puede reflejar un segundo haz parcial del primer haz, mientras el divisor de haz puede transmitir un tercer haz parcial del segundo haz y puede reflejar un cuarto haz parcial del segundo haz. El segundo divisor multihaz puede incluir además un filtro de apertura que comprende un campo opaco y una abertura transparente que tiene un segundo radio, donde la abertura transparente se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz para filtrar el segundo haz en la segunda superficie, y un filtro de punto que comprende un campo transparente y un punto opaco que tiene un primer radio, donde el punto opaco se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz parcial para transmitir el segundo haz parcial desde la primera superficie. En el segundo divisor multihaz, el punto opaco del filtro de punto puede estar alineado coaxialmente con la abertura transparente del filtro de apertura y el segundo radio es igual a, o mayor que, el primer radio, mientras el tercer haz parcial puede estar bloqueado en el filtro de punto.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo divisor multihaz, el primer haz se puede recibir a lo largo de un primer eje óptico y el segundo haz se puede recibir a lo largo de un segundo eje óptico que es perpendicular al primer eje óptico.

5 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo divisor multihaz, el divisor de haz puede estar orientado a 45 grados con respecto al primer eje óptico y al segundo eje óptico.

10 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo divisor multihaz, el primer haz parcial y el cuarto haz parcial pueden salir del segundo divisor multihaz a lo largo del primer eje óptico.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo divisor multihaz, el segundo haz parcial puede salir del segundo divisor multihaz a lo largo del segundo eje óptico.

15 En otro aspecto adicional, se divulga un segundo sistema óptico que incluye una primera fuente que genera un primer haz, una segunda fuente que genera un segundo haz y un divisor multihaz habilitado para recibir el primer haz y el segundo haz. En el segundo sistema óptico, el divisor multihaz puede incluir además un divisor de haz configurado para recibir el primer haz en una primera superficie y el segundo haz en una segunda superficie opuesta a la primera superficie. En el segundo sistema óptico, el divisor de haz puede transmitir un primer haz parcial del primer haz y puede reflejar un segundo haz parcial del primer haz, mientras el divisor de haz puede transmitir un tercer haz parcial del segundo haz y puede reflejar un cuarto haz parcial del segundo haz. En el segundo sistema óptico, el divisor multihaz puede incluir además un filtro de apertura que comprende un campo opaco y una abertura transparente que tiene un segundo radio, donde la abertura transparente se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz para filtrar el segundo haz en la segunda superficie, y un filtro de punto que comprende un campo transparente y un punto opaco que tiene un primer radio, donde el punto opaco se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz parcial para transmitir el segundo haz parcial desde la primera superficie. En el segundo sistema óptico, el punto opaco del filtro de punto puede estar alineado coaxialmente con la abertura transparente del filtro de apertura y el segundo radio puede ser igual a, o mayor que, el primer radio, mientras el tercer haz parcial puede estar bloqueado en el filtro de punto.

30 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, el primer haz se puede recibir a lo largo de un primer eje óptico y el segundo haz se puede recibir a lo largo de un segundo eje óptico que es perpendicular al primer eje óptico.

35 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, el divisor de haz puede estar orientado a 45 grados con respecto al primer eje óptico y al segundo eje óptico.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, el primer haz parcial y el cuarto haz parcial pueden salir del divisor multihaz a lo largo del primer eje óptico.

40 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, el segundo haz parcial puede salir del divisor multihaz a lo largo del segundo eje óptico.

45 En cualquiera de las realizaciones divulgadas, el segundo sistema óptico puede incluir además un sensor óptico que recibe el segundo haz parcial desde el filtro de punto.

50 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, la segunda fuente puede ser una pantalla y el segundo haz puede incluir contenido a superponer generado por la pantalla, mientras el segundo sistema óptico puede incluir además un ocular que recibe el primer haz parcial y el cuarto haz parcial. En el segundo sistema óptico, el contenido a superponer se puede superponer sobre una imagen de la primera fuente para observarlo en el ocular.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, la primera fuente puede ser un ojo de un paciente sometido a cirugía oftálmica.

55 En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, el contenido a superponer se puede generar utilizando una salida del sensor óptico.

En cualquiera de las realizaciones divulgadas del segundo sistema óptico, el sensor óptico puede ser una cámara.

60 **DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS**

Para una comprensión más completa de la presente divulgación ahora se hace referencia a la siguiente descripción que se considera junto con los dibujos anexos, en los cuales:

65 la FIGURA 1 es una representación de los elementos ópticos de un instrumento de división multihaz;

la FIGURA 2 es una representación de los elementos funcionales de un instrumento de división multihaz;

la FIGURA 3A es una representación de un divisor multihaz;

5 la FIGURA 3B es otra representación de un divisor multihaz;

la FIGURA 4 es otra representación de un divisor multihaz; y

la FIGURA 5 es una representación de elementos seleccionados de un controlador.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción se explican detalles a modo de ejemplo para facilitar el análisis del contenido divulgado. No obstante, debería ser evidente para una persona experta en la técnica que las implementaciones divulgadas son ejemplares y no recogen de manera exhaustiva todas las implementaciones posibles.

15

Tal como se utiliza en la presente, una forma con guion de un número de referencia hace referencia a un caso específico de un elemento, y la forma sin guion del número de referencia hace referencia al elemento colectivo. Por tanto, por ejemplo, el dispositivo '12-1' hace referencia a un caso de una clase de dispositivos, los cuales se pueden denominar de manera colectiva como los dispositivos '12' y uno cualquiera de los cuales se puede denominar de manera genérica como un dispositivo '12'.

20

Tal como se destaca anteriormente, durante la cirugía oftálmica, tal como una cirugía vitreoretinal o cirugía de cataratas, un cirujano puede observar una parte de un ojo de un paciente utilizando un microscopio quirúrgico. Por ejemplo, durante una cirugía vitreoretinal el fondo de ojo se puede observar en combinación con una lente oftálmica para observar a través de la córnea, tal como una lente de contacto o no contacto. Durante una cirugía de cataratas, la parte anterior del ojo se puede observar a través de la córnea utilizando un microscopio quirúrgico.

25

En dichas aplicaciones de microscopía quirúrgica, entre otros tipos de microscopía, se puede generar cierto contenido a superponer y hacerlo visible para un usuario del microscopio en el campo de visión del microscopio. El contenido a superponer puede ser contenido sintético, tal como anotaciones generadas digitalmente, campos de información, diversas visualizaciones e indicadores, etc. El contenido a superponer puede incluir, o puede estar basado en, imágenes o contenido analítico, tal como mediciones o caracterizaciones de objetos en el campo de visión. Por ejemplo, durante una cirugía vitreoretinal, las imágenes de una tomografía de coherencia óptica (OCT) y la información relacionada se pueden generar como un contenido a superponer, tal como para observar capas de tejido en profundidad que no son visibles con el microscopio óptico que la OCT puede hacer visibles.

30

35

Este contenido a superponer se puede generar utilizando un controlador adecuado, por ejemplo, en una pantalla, mientras la luz de la pantalla se puede combinar a continuación con la luz del campo de visión sin alterar del microscopio para solapar el contenido a superponer sobre el campo de visión. Por ejemplo, la imagen solapada con el contenido a superponer se puede proporcionar en un ocular del microscopio quirúrgico durante la cirugía oftálmica, para proporcionar una ayuda quirúrgica basada en imágenes al cirujano que manipula el microscopio quirúrgico.

40

Los métodos ópticos para habilitar la visualización de dicho contenido a superponer implican acoplar, o solapar, dos trayectorias ópticas sobre una tercera trayectoria óptica con ciertas características y propiedades. Por ejemplo, puede ser muy deseable que las tres trayectorias ópticas estén alineadas coaxialmente en un eje o unos ejes ópticos comunes. Las dos trayectorias ópticas se deberían poder separar entre sí con el fin de realizar el procesamiento deseado para generar el contenido a superponer sin interferencia. Sería una gran ventaja si el rendimiento óptico relativo (o relación de división) entre las tres trayectorias ópticas se pudiera definir con libertad. Por otra parte, dicho acoplamiento óptico se debería realizar en un volumen compacto, de modo que se minimice el espacio físico para el acoplamiento de las trayectorias ópticas, por ejemplo, con el fin de mantener unas dimensiones compactas de un microscopio que incorpora el acoplamiento óptico. Por último, la solución para el acoplamiento óptico debería ser rentable con el fin de obtener un resultado económico exitoso de cualquier producto comercializable.

45

50

Las soluciones convencionales a este problema de acoplamiento óptico han implicado divisores de haz con elementos adicionales para la separación de haces, tal como un filtro polarizador, que puede limitar la relación de división a una relación fija de un 50 %/50 %. Otras soluciones pueden utilizar una acumulación de divisores de haz simple, que permite una alineación coaxial y una relación de división variable, pero a expensas de espacio y componentes adicionales, lo que puede añadir de manera no deseada espacio físico y coste. Las soluciones que dividen las trayectorias ópticas en haces no coaxiales pueden implicar un ajuste constante por la desalineación inducida por paralaje del contenido a superponer, lo que es una desventaja. Dichas soluciones convencionales de divisor de haz no solucionan todas las desventajas en términos de rendimiento lumínico, dimensiones físicas, flexibilidad de la relación de división o rentabilidad.

55

60

Tal como se describirá con más detalle, se divulga un divisor multihaz que habilite el acoplamiento óptico coaxial para la visualización del contenido a superponer en un microscopio. El divisor multihaz divulgado en la presente puede

65

habilitar cualquier definición deseada de la relación de división entre las trayectorias ópticas. El divisor multihaz divulgado en la presente es un componente óptico singular y compacto que minimiza el espacio físico para facilitar diseños compactos de los instrumentos ópticos en los que se incorpora el divisor multihaz. El divisor multihaz divulgado en la presente permite la realización de la funcionalidad descrita anteriormente utilizando una superficie horizontal muy pequeña y una altura acumulada global pequeña lo que es importante para la compatibilidad mecánica con microscopios, así como también un impacto mínimo de la altura acumulada del microscopio para una funcionalidad y aceptación de la solución óptimas por parte de los cirujanos. El divisor multihaz divulgado en la presente también es rentable en comparación con otras soluciones.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, la FIGURA 1, es una representación de un instrumento de división multihaz 100-1 para una división multihaz utilizando separación espacial de haz, tal como se describe en la presente. El instrumento 100-1 no está dibujado a escala ni en perspectiva, sino que es una representación esquemática. El instrumento 100-1 se puede utilizar durante la cirugía oftálmica con un microscopio quirúrgico para observar y analizar un ojo humano 102 de un paciente. Tal como se muestra, el instrumento 100-1 incluye una funcionalidad óptica para generar y visualizar el contenido a superponer utilizando un divisor multihaz 128, una pantalla 104, un sensor 106 y un ocular 126. Cabe destacar que el instrumento 100-1 se puede implementar con elementos diferentes en implementaciones diferentes.

Tal como se muestra en la FIGURA 1, el instrumento 100-1 se representa de forma esquemática para ilustrar la funcionalidad óptica, tal como se indica. Se sobreentenderá que el instrumento 100-1 puede incluir otros componentes electrónicos y mecánicos distintos en implementaciones diferentes. De manera específica, se puede emitir un primer haz (mostrado como 110 y 112 en la FIGURA 1 para una mayor claridad descriptiva de las distintas trayectorias ópticas) desde el ojo 102 con el fin de visualizar el ojo 102. El primer haz se puede generar mediante una fuente de luz (no se muestra) que refleja la luz del ojo 102. En consecuencia, el primer haz puede llegar al divisor multihaz 128 desde el ojo 102, donde el divisor multihaz puede dividir el primer haz en un primer haz parcial 112, que es transmitido por el divisor multihaz 128, y un segundo haz parcial 110 que es reflejado por el divisor multihaz 128. El primer haz parcial 112 es transmitido por el divisor multihaz 128 hacia el ocular 126, que se puede utilizar para que lo observe el usuario. El segundo haz parcial 110 es reflejado por el divisor multihaz 128 hacia el sensor 106 para su captura y adquisición por parte del sensor 106. En consecuencia, se pueden determinar las intensidades relativas del primer haz parcial 112 y el segundo haz parcial 110 después de la separación mediante las propiedades del divisor multihaz 128, tal como se describirá con más detalle con respecto a la FIGURA 3A a continuación. En diversas realizaciones, el sensor 106 puede ser un sensor sensible a la luz para la adquisición o medición de imágenes a diversas longitudes de onda.

De manera simultánea, un segundo haz (tanto 108 como 109 en la FIGURA 1 para una mayor claridad descriptiva de las distintas trayectorias ópticas) puede llegar al divisor multihaz 128 en una segunda superficie opuesta a la primera superficie, que recibe el primer haz descrito anteriormente. Por ejemplo, el segundo haz puede representar el contenido a superponer que se genera mediante la pantalla 104, tal como se describe con más detalle con respecto a la FIGURA 2 a continuación, y está previsto para que se solape con el primer haz parcial 112 en el ocular 126. En consecuencia, el segundo haz que llega al divisor multihaz 128 se puede dividir en un tercer haz parcial 108, que es reflejado por el divisor multihaz 128, y un cuarto haz parcial 109 (véase también la FIGURA 3A) que es bloqueado en el divisor multihaz 128 y no se transmite coaxialmente con el segundo haz parcial 110 hacia el sensor 106. En consecuencia, las intensidades relativas del tercer haz parcial 108 y el cuarto haz parcial 109 después de la separación se pueden determinar mediante las propiedades del divisor multihaz 128, tal como se describirá con más detalle con respecto a la FIGURA 3A a continuación. La disposición y funcionamiento del divisor multihaz 128 mostrado en el instrumento 100-1 permite generar el contenido a superponer en el tercer haz parcial 108 en la pantalla 104, y se solapa con un primer haz parcial 112 que llega al ocular 126 para que lo observe un usuario. De manera simultánea, el sensor 106 recibe el segundo haz parcial 110 sin que el cuarto haz parcial 109 se solape sobre este, lo que permite que el sensor 106 detecte y adquiera el primer haz procedente del ojo 102.

Aunque el instrumento 100-1 se muestra con un único ocular 126, se sobreentenderá que se pueden implementar tanto un ocular izquierdo como uno derecho de un microscopio utilizando el ocular 126. En algunas implementaciones, el instrumento 100-1 se puede duplicar tanto para un ocular izquierdo como para un ocular derecho en pantallas estereoscópicas de contenido a superponer. Cabe destacar que las designaciones de izquierda y derecha, tal como se utilizan en la presente, pueden ser arbitrarias y pueden ser intercambiables, y se pueden especificar en la presente con fines descriptivos de referencia a la FIGURA 1. En la solicitud de patente de EE. UU. con título "*COMBINED NEAR INFRARED IMAGING AND VISIBLE IMAGING IN A COMPACT MICROSCOPE STACK*", presentada de manera simultánea con la presente solicitud, se describen diversas implementaciones y configuraciones del instrumento 100-1 que utilizan el divisor multihaz 128.

Haciendo referencia ahora a la FIGURA 2, se muestra una representación de un instrumento de división multihaz 100-2 para la división multihaz utilizando separación espacial de haz, tal como se describe en la presente. El instrumento 100-2 no se dibuja a escala ni en perspectiva, sino que es una representación esquemática. Tal como se muestra, el instrumento 100-2 incluye unas funcionalidades óptica y electrónica para generar y visualizar contenido a superponer, tal como se describe anteriormente con la disposición óptica mostrada en el instrumento 100-1. Por tanto, las FIGURAS 1 y 2 muestran distintos aspectos de un instrumento de división multihaz 100. Cabe destacar que el instrumento 100-

1 se puede implementar con elementos diferentes en diversas implementaciones.

De manera específica, en la FIGURA 2, se muestran las funcionalidades óptica y eléctrica del sensor 106 y la pantalla 104 para generar contenido a superponer asociado con el ojo 102. El contenido a superponer podría ser una imagen OCT capturada utilizando una luz en el infrarrojo cercano, por ejemplo, del ojo 102. La imagen superpuesta también puede comprender diversas mediciones o indicaciones que se generan digitalmente a partir de una imagen de luz visible del ojo, tal como características de alineación, valores rotativos, tamaños o distancias, entre otras mediciones o indicaciones. Tal como se muestra en el instrumento 100-2, el sensor 106 recibe un segundo haz parcial 110 procedente del ojo 102, tal como se describe anteriormente con respecto al instrumento 100-1 en la FIGURA 1. El sensor 106 puede adquirir al menos una parte del segundo haz parcial 110 y puede enviar los datos de imagen correspondientes a un controlador 130 para su procesamiento. El controlador 130 puede procesar los datos de imagen y generar el contenido a superponer deseado y enviar el contenido a superponer a la pantalla 104. A continuación, la pantalla 104 puede generar un tercer haz parcial 108 para visualizar superpuesto con el primer haz parcial 112, tal como se describe anteriormente con respecto al instrumento 100-1 en la FIGURA 1.

En la FIGURA 2, el controlador 130 puede tener una interfaz eléctrica con la pantalla 104, por ejemplo, para enviar los datos de visualización (véase también la FIGURA 5). El controlador 130 puede enviar una imagen de visualización a la pantalla 104 que se observa en el ocular 126. Debido a que la interfaz eléctrica al controlador 130 puede soportar datos de imagen digitales, el controlador 130 puede realizar un procesamiento de imagen en tiempo real con unas tasas de refresco de fotogramas relativamente elevadas, de modo que un usuario del instrumento 100 pueda experimentar una respuesta sustancialmente instantánea a la entrada de usuario para controlar las imágenes visualizadas del ojo 102, así como también otras operaciones. La pantalla 104 se puede implementar como una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de diodos emisores de luz (LED), tal como un LED orgánico (OLED), un monitor de ordenador, una televisión, un proyector, un motor de procesamiento de luz digital (DLP) o un cristal líquido sobre dispositivo de silicio (LCoS), entre otros tipos de dispositivos de visualización. La pantalla 104 puede ajustarse a un estándar de pantallas para el tipo correspondiente de pantalla, tal como una matriz de gráficos de video (VGA), matriz de gráficos extendidos (XGA), interfaz visual digital (DVI), interfaz multimedia de alta definición (HDMI), entre otros estándares. En ciertas implementaciones, la pantalla 104 puede ser un dispositivo en miniatura que está integrado con el controlador 130.

Se pueden realizar modificaciones, adiciones u omisiones en el instrumento de división multihaz 100 mostrado en las FIGURAS 1 y 2 sin alejarse del alcance de la divulgación. Los componentes y elementos del instrumento de división multihaz 100, tal como se describe en la presente, pueden estar integrados o separados de acuerdo con las aplicaciones en particular. El instrumento de división multihaz 100 se puede implementar utilizando más componentes, menos componentes o componentes diferentes.

Haciendo referencia ahora a la FIGURA 3A, se muestra una representación de un divisor multihaz 128-1 para la división multihaz utilizando una separación espacial de haz, tal como se describe en la presente. El divisor multihaz 128-1 no está dibujado a escala ni en perspectiva, sino que es una representación esquemática. En la FIGURA 3A, se explican detalles internos adicionales que describen el funcionamiento del divisor multihaz 128 en la FIGURA 1. El divisor multihaz 128-1 se muestra en una configuración genérica con una primera fuente A, una segunda fuente D, una primera salida B y una segunda salida C. Por ejemplo, en comparación con el instrumento 100-1 en la FIGURA 1, la primera fuente A puede ser un objeto que se observa utilizando un microscopio, tal como el ojo 102, mientras que la primera salida B puede ser un terminal de observación del microscopio, tal como el ocular 126. Por otra parte, la segunda fuente D puede ser una fuente de contenido a superponer, tal como la pantalla 104, mientras la segunda salida C puede ser un terminal de sensor para la adquisición de imágenes del objeto en una primera fuente A, tal como el sensor 106.

En la FIGURA 3A, un primer haz 310 llega desde una primera fuente A a una primera superficie 306-1 de un espejo parcial 306. Debido a que el espejo parcial 306 está configurado para reflejar parcialmente y transmitir parcialmente la luz incidente en la primera superficie 306-1, el espejo parcial 306 transmite un primer haz parcial 316 procedente del primer haz 310 y refleja un segundo haz parcial 312 procedente del primer haz 310. De manera específica, el segundo haz parcial 312 reflejado desde la primera superficie 306-1 se muestra que comprende los haces 312-1, 312-2, 312-3 sobre un área correspondiente a un filtro de apertura 304 colocado en la segunda salida C. El filtro de apertura 304 comprende un campo opaco con una abertura circular que tiene un segundo radio (r_2) que es transparente y sirve como una abertura para el segundo haz parcial 312-2 que llega a la segunda salida C, mientras los segundos haces parciales 312-1, 312-2 son bloqueados en el filtro de apertura 304 debido a que llegan a partes periféricas del filtro de apertura 304 en el exterior de la abertura. Mientras que el primer haz parcial 316 es transmitido a la primera salida B.

Además, en la FIGURA 3A, un segundo haz 314, mostrado como los haces 314-1, 314-2, 314-3 llega desde la primera fuente D a un filtro de punto 302. El filtro de punto 302 comprende un campo transparente con un punto opaco circular que tiene un primer radio (r_1) que puede ser comparable con el segundo radio (r_2) del filtro de apertura 304. En particular, el primer radio (r_1) puede ser mayor que, o igual a, el segundo radio (r_2). En consecuencia, las partes periféricas 314-1, 314-3 del segundo haz 314 llegan a una segunda superficie 306-2 del espejo parcial 306, mientras una parte central 314-2 es bloqueada en el filtro de punto 302. Debido a que el espejo parcial 306 está configurado para reflejar parcialmente y transmitir parcialmente la luz incidente en una segunda superficie 306-2, el espejo parcial

306 refleja un tercer haz parcial 318, mostrado como las partes periféricas 318-1, 318-3 hacia la primera salida B, de modo que el tercer haz parcial 318 esté solapado coaxialmente con el primer haz parcial 316, lo que hace posible que el contenido procedente de la segunda fuente D se superponga con el contenido procedente de la primera fuente A en una primera salida B. De manera simultánea, la segunda superficie 306-2 también transmite un cuarto haz parcial 320 procedente del segundo haz 314 (las partes periféricas 314-1, 314-3) de modo que únicamente las partes periféricas del cuarto haz parcial 320-1, 320-3, correspondientes al campo transparente del filtro de punto 302, son transmitidas al filtro de apertura 304. En consecuencia, cuando el primer radio (r_1) es al menos tan grande como, o igual a, el segundo radio (r_2), el cuarto haz parcial 320 es bloqueado en el filtro de apertura 304, debido a que el campo opaco del filtro de apertura 304 se corresponderá espacialmente con el campo transparente del filtro de punto 302. Por tanto, las partes periféricas del cuarto haz parcial 320-1, 320-3 son bloqueadas por el filtro de apertura 304, y el cuarto haz parcial 320 es bloqueado por el divisor multihaz 128-1. A la abertura del filtro de apertura 304 llega únicamente el segundo haz parcial 312-2, debido a que una parte central del segundo haz 314-2 es bloqueada en el filtro de punto 302, lo que impide de ese modo que una parte central del cuarto haz parcial 320 interfiera con el segundo haz parcial 312-2.

Cabe destacar que los valores absolutos de los radios r_1 y r_2 se pueden elegir, con relación al tamaño de los filtros 302, 304, para definir una relación de luz acoplada a la segunda salida C frente a la primera salida B. Debido a que los radios r_1 y r_2 se pueden elegir libremente, esta relación de división se puede modificar de manera continua según se desee. Cabe destacar además que en algunas implementaciones, el filtro de punto 302 y el filtro de apertura 304 se pueden intercambiar de posición. El filtro de punto 302 y el filtro de apertura 304 se pueden implementar utilizando componentes mecánicos o recubrimientos opacos, y el punto o abertura se puede formar de varias maneras con formas diferentes, como alternativa a la forma circular mostrada en la FIGURA 3A y descrita anteriormente.

En la FIGURA 3A, las trayectorias de los haces reflejados y transmitidos pueden tener geometrías diferentes en implementaciones diferentes del divisor multihaz 128. Tal como se muestra, el primer haz 310 a lo largo de un primer eje óptico, desde la primera fuente A hasta la primera salida B, puede ser perpendicular al segundo haz 314 a lo largo de un segundo eje óptico, desde la segunda fuente D hasta la segunda salida C, mientras que el espejo parcial 306 puede estar orientado a 45 grados con relación tanto al primer haz 310 a lo largo del primer eje óptico como al segundo haz 314 a lo largo del segundo eje óptico.

Haciendo referencia ahora a la FIGURA 3B, se muestra una representación de un divisor multihaz 128-2 para la división multihaz utilizando una separación espacial de haz, tal como se describe en la presente. El divisor multihaz 128-2 no está dibujado a escala ni en perspectiva, sino que es una representación esquemática. En la FIGURA 3B, se representa una implementación alternativa al divisor multihaz 128-1 mostrado en la FIGURA 3A. De manera similar a la FIGURA 3A, el divisor multihaz 128-2 en la FIGURA 3B se muestra en una configuración genérica con una primera fuente A, una segunda fuente B, una primera salida B y una segunda salida C.

En la FIGURA 3B, el primer haz 310 llega desde una primera fuente A a una primera superficie 306-1 del espejo parcial 306. Debido a que el espejo parcial 306 está configurado para reflejar parcialmente y transmitir parcialmente la luz incidente en una primera superficie 306-1, el espejo parcial 306 transmite un primer haz parcial 316 procedente del primer haz 310, y refleja un segundo haz parcial 312 procedente del primer haz 310. De manera específica, se muestra que el segundo haz parcial 312 reflejado desde la primera superficie 306-1 que comprende los haces 312-1, 312-2, 312-3 sobre un área que se corresponde con un filtro de punto 334 colocado en la segunda salida C. El filtro de punto 334 comprende un campo transparente con un punto opaco circular que tiene un primer radio (r_1) que puede ser comparable con un segundo radio (r_2) de un filtro de apertura 332. Mientras tanto se transmite el primer haz parcial 316 a la primera salida B.

Además, en la FIGURA 3B, un segundo haz 314, mostrado como los haces 314-1, 314-2, 314-3, llega procedente de la primera fuente D al filtro de apertura 332. El filtro de apertura 332 comprende un campo opaco con una abertura circular que tiene un segundo radio (r_2) que es transparente y sirve como abertura para una parte central del segundo haz 314-2 que llega a una segunda superficie 306-2 del espejo parcial 306, mientras las partes restantes del segundo haz 314-1, 314-3 son bloqueadas en el filtro de apertura 332 debido a que llegan a partes periféricas del filtro de apertura 332 en el exterior de la abertura. Debido a que el espejo parcial 306 está configurado para reflejar parcialmente y transmitir parcialmente la luz incidente en una segunda superficie 306-2, el espejo parcial 306 refleja un tercer haz parcial 318, mostrado como la parte central 318-2 (mostrado con un desplazamiento con respecto a la segunda superficie 306-2 para una mayor claridad descriptiva), hacia la primera salida B, de modo que el tercer haz parcial 318 se solape coaxialmente con el primer haz parcial 316, lo que hace posible que el contenido procedente de la segunda fuente D se superponga con el contenido procedente de la primera fuente A en la primera salida B. De manera simultánea, la segunda superficie 306-2 también transmite un cuarto haz parcial 320 desde el segundo haz 314 (parte central 314-2) de modo que sea transmitida únicamente una parte central del cuarto haz parcial 320-2, correspondiente a la abertura transparente del filtro de apertura 332, al filtro de punto 334. En consecuencia, cuando el segundo radio (r_2) es al menos tan grande como, o igual a, el primer radio (r_1), el cuarto haz parcial 320-2 es bloqueado en el filtro de punto 334, debido a que el punto opaco del filtro de punto 334 se corresponderá espacialmente con la abertura transparente del filtro de apertura 332. Por tanto, la parte central del cuarto haz parcial 320-2 es bloqueada por el filtro de punto 334, y el cuarto haz parcial 320 es bloqueado por el divisor multihaz 128-2. Al campo transparente del filtro de punto 334 llegan las partes periféricas del segundo haz parcial 312-1, 312-3, debido a que

las partes periféricas del segundo haz 314-1, 314-3 son bloqueadas en el filtro de apertura 332, lo que impide de ese modo que las partes periféricas del cuarto haz parcial 320 interfieran con el segundo haz parcial 312-1, 312-3.

5 Tal como se destaca en la FIGURA 3A, las trayectorias de los haces transmitidos y reflejados en la FIGURA 3B pueden tener geometrías diferentes en implementaciones diferentes del divisor multihaz 128.

10 Haciendo referencia ahora a la FIGURA 4, se muestra una representación de un divisor multihaz 400 para la división multihaz utilizando una separación espacial de haz, tal como se describe en la presente. El divisor multihaz 400 no está dibujado a escala ni en perspectiva, sino que es una representación esquemática mostrada formando un ángulo oblicuo para una mejor visibilidad. El divisor multihaz 400 puede representar una implementación sólida de un divisor multihaz 128-1 de la FIGURA 3A. Se sobreentenderá que se puede utilizar una implementación sólida correspondiente (no se muestra) del divisor multihaz 128-2 de la FIGURA 3B, con el filtro de punto y el filtro de apertura invertidos, tal como se describe anteriormente. En la FIGURA 4, se muestra un ejemplo de implementación de divisor multihaz 400 como un elemento óptico cúbico. En una cara del divisor multihaz 400, se forma el filtro de punto 302, mientras el filtro de apertura 304 se forma en una cara opuesta. También es visible en la FIGURA 4 un espejo parcial 306, que se puede formar utilizando una interfaz entre dos prismas con forma triangular. En ciertas implementaciones, el espejo parcial 306 puede tener propiedades dicróicas.

20 En resumen, el divisor multihaz 128 se puede utilizar para proporcionar un contenido a superponer sin paralaje en un sistema óptico, tal como un microscopio quirúrgico para cirugía oftálmica. El divisor multihaz 128 se puede implementar como un componente óptico compacto y relativamente rentable que puede exhibir unas dimensiones físicas externas pequeñas o limitadas para una mayor facilidad de integración en una acumulación de microscopía u otro sistema óptico.

25 Haciendo referencia ahora a la FIGURA 5, se expone una representación de elementos seleccionados del controlador 130, descritos anteriormente con respecto a la FIGURA 2. En la implementación representada en la FIGURA 5, el controlador 130 incluye un procesador 501 acoplado por medio de un bus compartido 502 a medios de memoria identificados de manera colectiva como la memoria 510.

30 El controlador 130, tal como se representa en la FIGURA 5, incluye además una interfaz de comunicación 520 que puede interconectar con el controlador 130 con diversas entidades externas, tal como el sensor 106 y la pantalla 104, entre otros dispositivos. En algunas implementaciones, se puede hacer funcionar la interfaz de comunicación 520 para permitir que el controlador 130 se conecte a una red (no se muestra en la FIGURA 5). En algunas implementaciones adecuadas para la división multihaz utilizando una separación espacial de haz, el controlador 130, tal como se representa en la FIGURA 5, incluye una interfaz de pantalla 504 que conecta un bus compartido 502, u otro bus, con un terminal de salida para una o más pantallas, tal como la pantalla 104.

40 En la FIGURA 5, la memoria 510 engloba medios persistentes y volátiles, medios fijos y desmontables y medios magnéticos y semiconductores. La memoria 510 se puede hacer funcionar para almacenar instrucciones, datos o ambos. La memoria 510, tal como se muestra, incluye conjuntos o secuencias de instrucciones, en concreto, un sistema operativo 512 y una aplicación de formación de imágenes a superponer 514, que se puede utilizar para realizar diversas operaciones de división multihaz utilizando una separación espacial de haz descrita en la presente. El sistema operativo 512 puede ser un sistema operativo UNIX o similar al UNIX, un sistema operativo de la familia Windows® u otro sistema operativo adecuado.

45 Tal como se divulga en la presente, un divisor multihaz permite solapar el contenido a superponer sobre un campo de visión óptico de un microscopio utilizando un diseño compacto y flexible que es rentable para múltiples aplicaciones. El divisor multihaz también permite la captura del campo de visión óptico sin el contenido a superponer.

50 El contenido divulgado anteriormente se debe considerar ilustrativo y no restrictivo, y las reivindicaciones adjuntas pretenden cubrir todas las modificaciones, mejoras y demás implementaciones que se encuentren dentro del alcance de la presente divulgación. Por tanto, en la medida que lo permita la legislación, el alcance de la presente divulgación se debe determinar mediante la interpretación permisible más amplia de las siguientes reivindicaciones y no estará restringida o limitada por la descripción detallada anterior.

55

REIVINDICACIONES

1. Un sistema óptico (100), que comprende:

- 5 una primera fuente que genera un primer haz (110, 112);
una segunda fuente que genera un segundo haz (108, 109);
un divisor multihaz (128) habilitado para recibir el primer haz y el segundo haz, y que comprende, además:
10 un divisor de haz configurado para recibir el primer haz en una primera superficie y el segundo haz en una segunda superficie opuesta a la primera superficie, donde el divisor de haz transmite un primer haz parcial (112) del primer haz y refleja un segundo haz parcial (110) del primer haz, y
15 donde el divisor de haz transmite un tercer haz parcial (108) del segundo haz y refleja un cuarto haz parcial (109) del segundo haz; un filtro de punto (302) que comprende un punto opaco que tiene un primer radio, donde el punto opaco se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz para filtrar el segundo haz en la segunda superficie; y
20 un filtro de apertura (304) que comprende una abertura transparente que tiene un segundo radio, donde la abertura transparente se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz parcial para transmitir el segundo haz parcial desde la primera superficie,
25 donde el punto opaco del filtro de punto está alineado coaxialmente con la abertura transparente del filtro de apertura, y el primer radio es igual a, o mayor que, el segundo radio, y donde el tercer haz parcial es bloqueado en el filtro de apertura.

2. El sistema óptico de la reivindicación 1, donde el primer haz se recibe a lo largo de un primer eje óptico y el segundo haz se recibe a lo largo de un segundo eje óptico que es perpendicular al primer eje óptico.

3. El sistema óptico de la reivindicación 2, donde el divisor de haz está orientado a 45 grados con respecto al primer eje óptico y al segundo eje óptico.

4. El sistema óptico de la reivindicación 3, donde el primer haz parcial y el cuarto haz parcial salen del divisor multihaz a lo largo del primer eje óptico.

5. El sistema óptico de la reivindicación 3, donde el segundo haz parcial sale del divisor multihaz a lo largo del segundo eje óptico.

6. El sistema óptico de la reivindicación 1, que comprende, además:

un sensor óptico que recibe el segundo haz parcial desde el filtro de apertura, donde la segunda fuente es una pantalla y el segundo haz comprende el contenido a superponer generado por la pantalla, y que comprende, además:

un ocular que recibe el primer haz parcial y el cuarto haz parcial, donde el contenido a superponer se superpone sobre una imagen de la primera fuente para observarla en el ocular.

7. El sistema óptico de la reivindicación 6, donde el contenido a superponer se genera utilizando una salida del sensor óptico.

8. Un sistema óptico, que comprende:

una primera fuente que genera un primer haz;

una segunda fuente que genera un segundo haz;

un divisor multihaz habilitado para recibir el primer haz y el segundo haz, y que comprende, además:

un divisor de haz configurado para recibir el primer haz en una primera superficie y el segundo haz en una segunda superficie opuesta a la primera superficie, donde el divisor de haz transmite un primer haz parcial del primer haz y refleja un segundo haz parcial del primer haz, y donde el divisor de haz transmite un tercer haz parcial del segundo haz y refleja un cuarto haz parcial del segundo haz;

un filtro de apertura que comprende un campo opaco y una abertura transparente que tiene un segundo radio, donde la abertura transparente se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz para filtrar el segundo

haz en la segunda superficie;

5 un filtro de punto que comprende un campo transparente y un punto opaco que tiene un primer radio, donde el punto opaco se dispone coaxialmente con respecto al segundo haz parcial para transmitir el segundo haz parcial desde la primera superficie; y

10 donde el punto opaco del filtro de punto está alineado coaxialmente con la abertura transparente del filtro de apertura y el segundo radio es igual a, o mayor que, el primer radio, y donde el tercer haz parcial es bloqueado en el filtro de punto.

9. El sistema óptico de la reivindicación 8, donde el primer haz se recibe a lo largo de un primer eje óptico y el segundo haz se recibe a lo largo de un segundo eje óptico que es perpendicular al primer eje óptico.

15 10. El sistema óptico de la reivindicación 9, donde el divisor de haz está orientado a 45 grados con respecto al primer eje óptico y el segundo eje óptico.

11. El sistema óptico de la reivindicación 10, donde el primer haz parcial y el cuarto haz parcial salen del divisor multihaz a lo largo del primer eje óptico.

20 12. El sistema óptico de la reivindicación 10, donde el segundo haz parcial sale del divisor multihaz a lo largo del segundo eje óptico.

13. El sistema óptico de la reivindicación 8, que comprende, además:

25 un sensor óptico que recibe el segundo haz parcial desde el filtro de punto, donde la segunda fuente es una pantalla y el segundo haz comprende el contenido a superponer generado por la pantalla, y que comprende, además: un ocular que recibe el primer haz parcial y el cuarto haz parcial, donde el contenido a superponer se superpone sobre una imagen de la primera fuente para observarla en el ocular.

30 14. El sistema óptico de la reivindicación 13, donde el contenido a superponer se genera utilizando una salida del sensor óptico.

15. El sistema óptico de la reivindicación 6 o 13, donde el sensor óptico es una cámara.

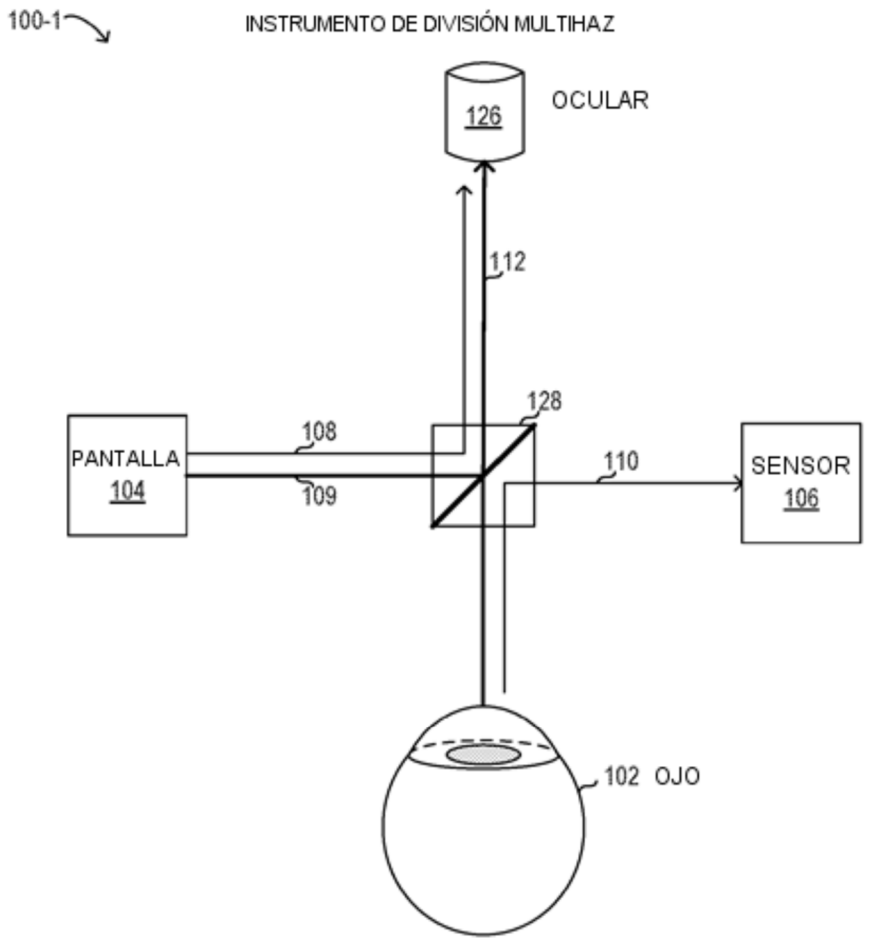


FIG. 1

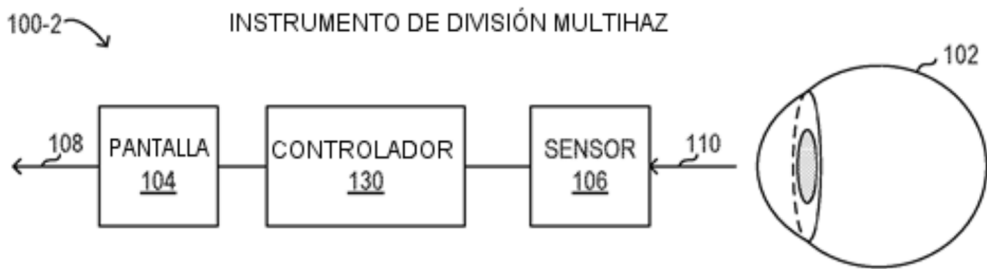


FIG. 2

128-1 ↘

DIVISOR MULTIHAZ

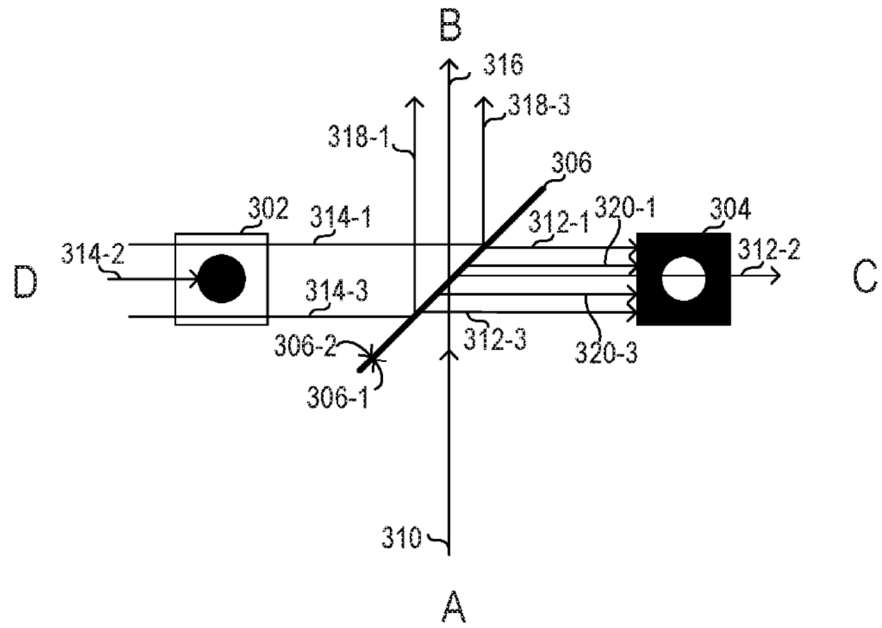


FIG. 3A

128-2 ↘

DIVISOR MULTIHAZ

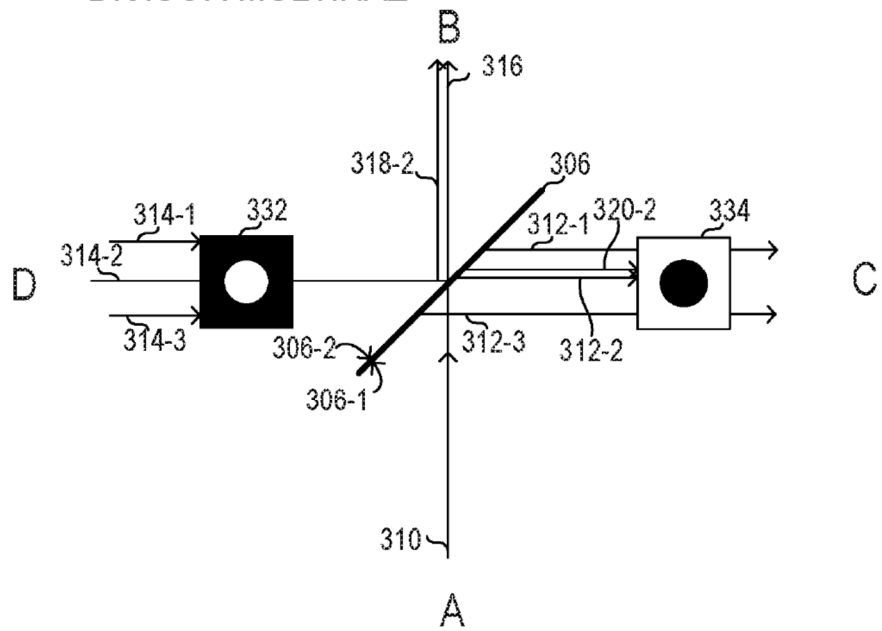


FIG. 3B

400 → DIVISOR MULTIAZ

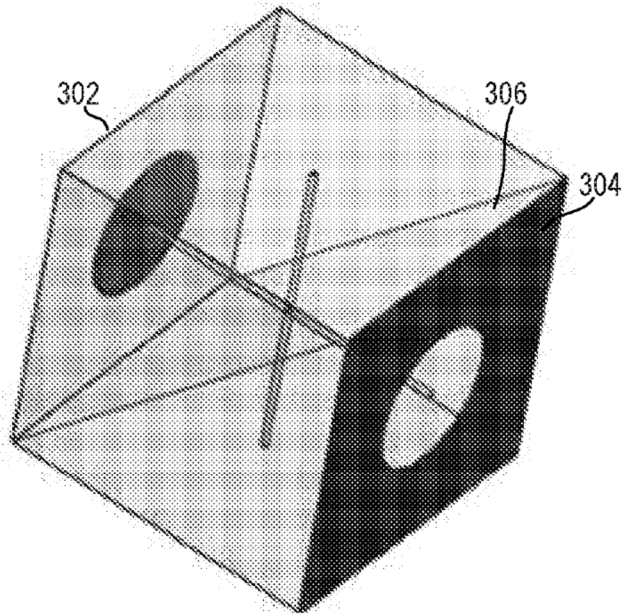


FIG. 4

130 → CONTROLADOR

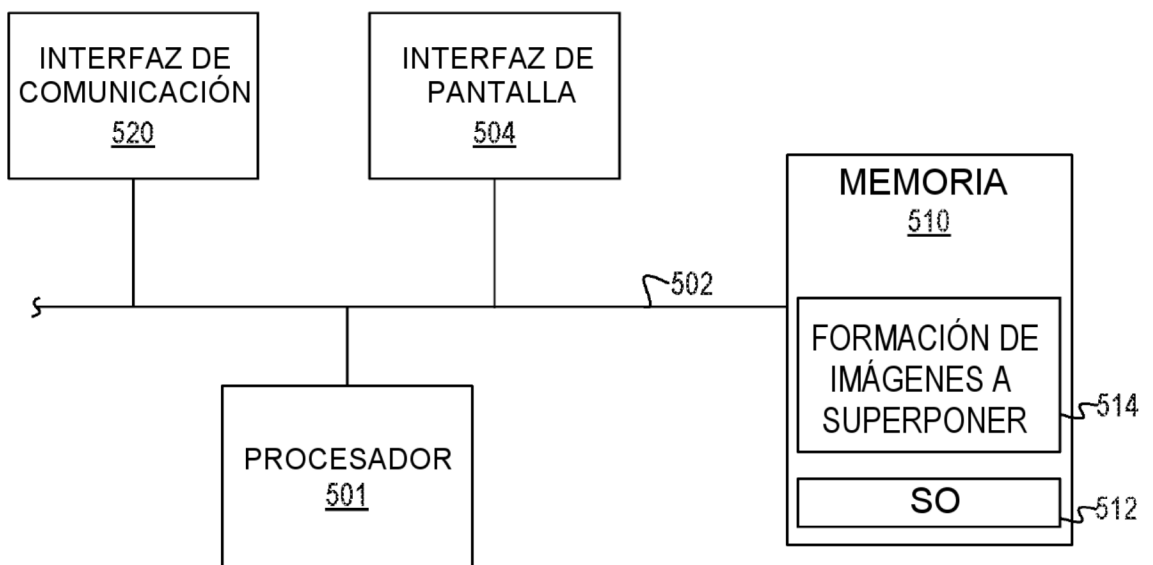


FIG. 5