

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 703**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/10**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2011 PCT/US2011/064558**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2012 WO12082696**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2011 E 11848242 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2651285**

54 Título: **Técnicas intuitivas y aparato para la obtención de imágenes oftalmológicas**

30 Prioridad:

**13.12.2010 US 422467 P**  
**17.08.2011 US 201161524498 P**  
**18.08.2011 US 201161524858 P**  
**09.12.2011 US 201161568707 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.02.2018**

73 Titular/es:

**UNIVERSITY OF VIRGINIA PATENT FOUNDATION**  
**(100.0%)**  
**722 Preston Avenue, Suite 107**  
**Charlottesville, VA 22903, US**

72 Inventor/es:

**YATES, PAUL A. y**  
**TRAN, KENNETH**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 655 703 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

Técnicas intuitivas y aparato para la obtención de imágenes oftalmológicas

5 **Antecedentes**

El ojo humano incluye una zona de fondo. El diagnóstico y la monitorización de diversas patologías o enfermedades pueden beneficiarse de la obtención de imágenes de alta calidad de la zona del fondo de ojo. Las primeras cámaras comerciales para el fondo de ojo se comercializaron hace más de cuatro décadas y permitieron a los médicos, por primera vez, registrar patologías de la retina en películas fotográficas de alta calidad. La fotografía de fondo de ojo se ha convertido en una herramienta útil para los oftalmólogos a la hora de detectar, diagnosticar y tratar con precisión enfermedades de la retina. Desde su introducción, la tecnología de cámaras para fondos de ojo ha avanzado significativamente para satisfacer las necesidades de sus usuarios finales, a saber, oftalmólogos y fotógrafos oftálmicos capacitados.

A pesar de que las cámaras para fondos de ojo que se comercializan han avanzado significativamente desde su aparición, el diseño y la operación de las cámaras para fondos de ojo no se han modificado. Estas cámaras a menudo se montan sobre una mesa y suponen accesorios permanentes, lo que requiere que los pacientes se sienten y apoyen la cabeza sobre un reposa barbillas, para poder obtener imágenes estáticas del fondo de ojo. Adicionalmente, las cámaras para fondos de ojo que se comercializan generalmente requieren técnicos oftálmicos entrenados, para producir imágenes de la retina correctamente compuestas, enfocadas y expuestas. Aunque se han producido comercialmente cámaras manuales portátiles, muchas de ellas no han logrado ganar adeptos dentro de la comunidad oftálmica debido a diversas deficiencias, tales como un alto costo, dificultades operativas tales como problemas de alineación o de enfoque, o una calidad de imagen inferior a la estándar.

El documento EP 2 243 421 da a conocer un aparato óptico que comprende un sistema de lente óptica, configurado para transmitir una imagen del fondo de ojo a una cámara CCD, una lente del objetivo configurada para su ubicación cerca del ojo, un medio espejo situado a lo largo de la ruta óptica de obtención de imágenes, un proyector dividido de diana para enfocar el aparato óptico sobre el fondo de ojo, un sistema de proyección de alineación con diana.

30 **Visión de conjunto**

La invención se define en las reivindicaciones.

En la última década, ha aumentado la demanda de una técnica al menos semiautomatizada para fotografiar el fondo de ojo, por ejemplo para satisfacer la necesidad de efectuar exámenes oculares a una población creciente de personas con riesgo de desarrollar enfermedades oculares, potencialmente cegadoras. La retinopatía diabética, la degeneración macular relacionada con la edad, y el glaucoma son excelentes ejemplos clínicos. Se han llevado a cabo intentos de establecer programas de detección ocular que, sin embargo, se han visto seriamente obstaculizados por factores tales como el costo de las cámaras retinianas y su dificultad de uso. Por ejemplo, cuando un usuario no especializado utiliza una cámara para fondos de ojo, más de la mitad de las imágenes obtenidas del fondo de ojo estarán mal alineadas, sobreexpuestas o mal enfocadas. Así, los presentes inventores han observado, entre otras cosas, la necesidad de una plataforma sencilla de reconocimiento retiniano, por ejemplo una que incluya una cámara para fondos de ojo de bajo costo que pueda utilizar el personal médico sin experiencia oftalmológica.

En un ejemplo, el aparato y las técnicas pueden incluir el uso de uno o más de un sistema óptico portátil o fijo para obtener imágenes de una diana anatómica deseada, tal como la zona del fondo de ojo humano. El sistema óptico puede incluir uno o más de una diana de enfoque por láser, una diana de fijación por láser, o un conjunto de alineación desmontable o ajustable. Tal conjunto de alineación puede proporcionar o permitir al usuario la alineación en función de unos puntos de referencia anatómicos, que no sean el fondo de ojo del que se están obteniendo las imágenes. Uno o más de los aparatos o técnicas pueden implementarse en un conjunto óptico incluido como parte de una cámara manual para el fondo de ojo, por ejemplo que incluya o haga uso de una cámara digital comercial o de usuario para capturar una imagen.

En un ejemplo, un aparato óptico puede incluir un sistema de lente óptica que puede configurarse para transmitir una imagen de una diana anatómica a un conjunto de adquisición de imágenes, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por el sistema de lente óptica. Por ejemplo, el sistema de lente óptica puede incluir una lente del objetivo configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica, y un conjunto de alineación configurado para que un usuario lo coloque al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes. El sistema de lente óptica puede incluir un módulo láser configurado para generar un haz colimado, un elemento de difracción configurado para recibir el haz colimado y, en respuesta, proporcionar un haz modificado que comprenda una diana de enfoque, y un divisor de haces ubicado a lo largo de la ruta óptica de obtención de imágenes, estando configurado el divisor de haces para dirigir a la diana de enfoque al menos una porción del haz modificado, que comprende la diana de enfoque, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluye la lente del objetivo.

En un ejemplo, puede presentarse una imagen a un usuario a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, por ejemplo incluyendo un primer campo de visión cuando el conjunto de alineación esté incluido al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes, y un segundo campo de visión cuando el conjunto de alineación esté sustancialmente excluido de la ruta óptica de obtención de imágenes. Por ejemplo, el conjunto de alineación puede estar configurado para que proporcione una diana de alineación visible para el usuario, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, utilizando el primer campo de visión.

Esta visión de conjunto pretende proporcionar una visión general del objeto de la presente solicitud de patente. No pretende proporcionar una explicación exclusiva o exhaustiva de la invención. La descripción detallada se incluye para proporcionar información adicional sobre la presente solicitud de patente.

### Breve descripción de los dibujos

En los dibujos, que no están necesariamente dibujados a escala, los mismos números pueden describir componentes similares en diferentes vistas. Los mismos números con diferentes sufijos de letra pueden representar instancias diferentes de los mismos componentes. Los dibujos ilustran en general diversas realizaciones analizadas en el presente documento, a modo de ejemplo pero no a modo de limitación.

La FIG. 1 ilustra generalmente un aparato que puede incluir un conjunto de cámara, tal como una cámara digital o de carrito para usuario general, y un conjunto óptico que puede fijarse al conjunto de cámara.

La FIG. 2 ilustra generalmente un aparato que puede incluirse como una parte de un conjunto óptico, por ejemplo incluirse como parte de un aparato de cámara, o como un conjunto óptico para usar con una cámara.

La FIG. 3 ilustra generalmente un aparato que puede incluir un láser, por ejemplo para proporcionar una diana de enfoque, tal como se incluye como parte de un aparato de cámara, o como un conjunto óptico para usar con una cámara.

La FIG. 4 ilustra generalmente un aparato que puede incluir un láser, por ejemplo para proporcionar una diana de fijación para ayudar a un sujeto a alinear su ojo, para la obtención de imágenes.

Las FIGS. 5A a 5C ilustran ejemplos generalmente ilustrativos, que incluyen una superposición de alineación en la FIG. 5A, una diana de enfoque en la FIG. 5B, y una fotografía del fondo de ojo en la FIG. 5C, tal como se obtiene utilizando una o más de la superposición de alineación o la diana de enfoque.

Las FIGS. 6A a 6D ilustran generalmente un ejemplo ilustrativo de una comparación entre una imagen del fondo de ojo, obtenida utilizando iluminación infrarroja y que carece de una diana de enfoque por láser, y una imagen del fondo de ojo obtenida utilizando una diana de enfoque por láser.

La FIG. 7 ilustra generalmente una técnica, que puede incluir transmitir una imagen de una diana anatómica a un conjunto de adquisición de imágenes, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por el sistema de lente óptica, que incluye una lente del objetivo, configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica, y un conjunto de alineación configurado para que el usuario lo coloque al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes.

### Descripción detallada

La FIG. 1 ilustra, en general, un aparato que puede incluir un conjunto de cámara 102, tal como una cámara digital o de carrito para usuario general, y un conjunto óptico 104 que puede fijarse al conjunto de cámara.

En la Solicitud PCT n.º PCT/US2010/047909, presentada el 3 de septiembre de 2010, se incluyen diversos ejemplos de una cámara manual para el fondo de ojo, comprendiendo dichos ejemplos una cámara, tal como una cámara manual, que incluye un conjunto óptico acoplado al conjunto de cámara.

En un ejemplo, el usuario puede conectar o desconectar el conjunto óptico 104 con respecto al conjunto de cámara 102. Tal conexión o desconexión puede incluir acoplar el conjunto óptico 104 a un conjunto de lente existente del conjunto de cámara 102, o acoplar mecánicamente el conjunto óptico 104 a una o más de una montura para lente, una montura para unidad de flash, una montura para trípode, o utilizar uno o más acoplamientos mecánicos.

La combinación del conjunto óptico 104 y el conjunto de cámara 102 puede sostenerse con la mano. Por ejemplo, el conjunto óptico 104 puede incluir porciones de uno o más de los ejemplos mostrados en las FIGS. 2-4, o en la FIG. 7, o según lo descrito en uno o más ejemplos diferentes. En un ejemplo, dicho conjunto óptico 104 puede incluir una o más fuentes de iluminación, por ejemplo para la composición o la adquisición de imágenes (por ejemplo, una fuente incandescente, o una fuente de tipo flash de alta intensidad tal como un flash de xenón). En un ejemplo, la fuente de iluminación para la adquisición de imágenes puede acoplarse al conjunto óptico 104 a partir de una carcasa separada, que incluya una unidad de flash. Dicha unidad de flash puede incluir una unidad de flash comercial estándar, o una unidad de flash personalizada.

La FIG. 2 ilustra generalmente un aparato 200 (por ejemplo, un sistema de lente óptica), que puede incluirse como parte de un conjunto óptico, por ejemplo incluirse como parte de un aparato de cámara unificado, o como un conjunto óptico para usar con una cámara.

En un ejemplo, una cámara para fondos de ojo puede incluir dos fuentes de iluminación, tales como una fuente de iluminación 222 de composición (por ejemplo, un LED o una fuente de halógeno) y una fuente de iluminación 224 de adquisición de imágenes (por ejemplo, un flash de xenón u otra fuente, o que incluya un acoplamiento óptico con una fuente más remota). La iluminación de estas fuentes puede dirigirse coaxialmente a una ruta de iluminación central (por ejemplo, una ruta óptica 230 de obtención de imágenes), por ejemplo mediante el uso de un divisor 220 de haces. El término “divisor de haces” puede referirse genéricamente a uno o más de un espejo, prisma, u otra estructura que pueda combinar o separar la energía óptica incidente. En un ejemplo, dicho divisor 220 de haces puede incluir un espejo caliente o un espejo frío, o uno o más de otros tipos de estructura óptica que puedan utilizarse para proporcionar una ruta óptica compartida por las dos fuentes de iluminación. La fuente de iluminación 222 de composición puede proporcionar una iluminación que incluya uno o más de un espectro visible o un espectro infrarrojo.

En un ejemplo, la iluminación puede proyectarse sobre una máscara 214 de imágenes que puede acoplarse con un difusor 216, o uno o más de otros tipos de filtro tales como un filtro ultravioleta 218, por ejemplo para convertir rayos de luz lambertianos en un patrón de iluminación anular, o en uno o más de otros tipos de patrón de iluminación deseados. En un ejemplo, los rayos de luz de iluminación pueden pasar a través de un polarizador lineal 210, por ejemplo antes o después de ser redirigidos por un espejo situado a 45° (por ejemplo, un divisor 208 de haces), por ejemplo pasando a través de una o más lentes de colimación 206 (por ejemplo, una lente de convergencia), o un divisor 204 de haces. Dicha iluminación puede proyectarse entonces a través de una lente frontal 202 del objetivo, para proporcionar iluminación de composición o iluminación de una diana anatómica durante la adquisición de imágenes, por ejemplo una porción de un ojo humano 100.

En un ejemplo, puede hacerse pasar una imagen del fondo de ojo iluminado desde la lente frontal 202 del objetivo, a través del divisor 204 de haces, y a través de un segundo polarizador lineal 212 (por ejemplo, un “polarizador de análisis”). El segundo polarizador lineal 212 puede estar orientado perpendicularmente a una polarización detectada por el sensor de imagen, por ejemplo para suprimir los reflejos no deseados en una imagen adquirida, tal como la obtenida a través de una macro lente 226.

#### Ejemplos de Enfoque y de Alineación

Una cámara para fondos de ojo (por ejemplo, un aparato que incluya una cámara 102 y un conjunto óptico 104) puede incorporar técnicas para la composición de imágenes o capacidades de enfoque automáticas. Estas capacidades pueden reducir el tiempo de aprendizaje y la experiencia necesarios para que los técnicos oftálmicos obtengan fotos retinianas de calidad.

Un acercamiento puede incluir el proyectar un par de marcas de enfoque dentro del sistema óptico. Una de tales marcas podrá proyectarse sobre la superficie del fondo de ojo, y se reflejará de vuelta hacia un usuario. La segunda marca podrá proyectarse de modo que quede directamente alineada con el plano focal de un sensor de obtención de imágenes. Pueden utilizarse entonces diversas técnicas para determinar el punto en el que estas dos marcas de enfoque estén alineadas entre sí, señalando un enfoque perfecto, de manera similar al sistema de enfoque prismático que utilizan los sistemas de cámara réflex de un solo objetivo (SLR) de 35 milímetros, que se comercializan de manera general.

Tal acercamiento, aunque eficaz, generalmente implica procesos de fabricación complejos, debido a la necesidad de colocar con precisión una serie de espejos y prismas ópticos. Esto conlleva un sistema de cámara para fondos de ojo que presenta un alto costo y que ocupa un gran espacio o volumen.

En otro acercamiento, una cámara portátil para el fondo de ojo de bajo costo puede incluir el uso de tecnología de cámara digital para usuario general. Aprovechar la tecnología de usuario general puede reducir el costo y la complejidad del aparato necesario para componer, adquirir y almacenar una imagen del fondo de ojo. Dicha cámara puede contar con capacidad de autoenfoque incorporada, pero dicha característica de autoenfoque puede resultar incompatible con las técnicas de enfoque prismático mencionadas anteriormente, a no ser que se modifique.

La tecnología de enfoque automático incorporada en las cámaras de usuario general puede basarse generalmente en dos métodos predominantes: una técnica por contraste o una técnica por detección de fase. Ambas técnicas pueden utilizar un sensor digital para encontrar un punto de enfoque. Las técnicas por contraste se utilizan predominantemente en las cámaras automáticas de gama baja. Por ejemplo, la técnica por contraste puede utilizar información relativa a una imagen proyectada sobre el sensor principal de obtención de imágenes de la cámara (CCD o CMOS), para encontrar el punto focal de mayor contraste entre píxeles adyacentes. En diversas condiciones de ajuste focal, la imagen con mayor contraste en una zona específica podrá considerarse la mejor “enfocada”.

Las técnicas de detección de fase generalmente se utilizan para el enfoque automático en cámaras digitales SLR de gama alta. La técnica de detección de fase puede incluir desviar una porción de la imagen del fondo de ojo a dos imágenes separadas, utilizando un prisma óptico. Las imágenes en el par de imágenes pueden compararse entonces entre sí, para encontrar diferencias relativas en la fase (p. ej., crestas o depresiones), para determinar si la imagen está enfocada por delante o por detrás. En cualquier caso, las técnicas por contraste o por detección de fase

generalmente dependen de una imagen del fondo de ojo que tenga claramente definidos los detalles de la retina, para que la cámara pueda enfocar automáticamente.

5 En un ejemplo, al obtener imágenes midriáticamente, un sensor de cámara de usuario general puede enfocar automáticamente los detalles de la retina inherentes a la imagen del fondo de ojo. Comúnmente, estos detalles podrían incluir uno o más del nervio óptico o la vasculatura retiniana. Si bien un fondo de ojo normal presenta el suficiente contraste como para permitir el enfoque automático ya sea por contraste o por detección de fase, deberá introducirse una cantidad significativa de luz en el ojo para permitir que los sensores digitales funcionen correctamente. Este aumento del nivel de la luz, aunque generalmente no presenta un riesgo para el ojo, aumentan  
10 significativamente la incomodidad del paciente.

Otro problema con la obtención de imágenes oftálmicas tiene que ver con la facilidad de uso a la hora de obtener la correcta alineación horizontal, vertical y de profundidad entre una lente frontal del objetivo de la cámara para fondo de ojo y el ojo del sujeto. En general, el ángulo de visión predeterminado de la cámara para fondo de ojo está “en primer plano”, de forma que, sin entrenamiento técnico previo, el usuario de la cámara no sabrá con certeza dónde  
15 está apuntando la cámara con respecto a las características externas del ojo del sujeto.

Como tal, los usuarios principiantes tienden a malinterpretar la posición en profundidad de la parte frontal de la cámara, lo que puede aumentar la dificultad de obtener una fotografía del fondo de ojo que presente una composición adecuada. Este problema puede agravarse cuando se utiliza una cámara portátil para fondo de ojo, ya que una cámara de este tipo generalmente carece de la estabilización de una cámara de sobremesa, lo que hace  
20 que la alineación sea aún más difícil.

En general, es importante a efectos clínicos obtener una alineación anatómica adecuada con el fondo de ojo del sujeto, por ejemplo una imagen que esté centrada en el nervio óptico o centrada en la mácula. Las cámaras para fondo de ojo de sobremesa generalmente incluyen una fijación interna o una fijación externa, o ambas, para proporcionar una diana sobre la que fije la vista o rastree el sujeto del que se están obteniendo imágenes. Sin embargo, el diseño simplificado de los sistemas portátiles para fondo de ojo generalmente omite las características de fijación, o solo proporciona características de fijación limitadas. Sin una diana de fijación interna, los usuarios de sistemas de cámara portátil deberán lidiar con un desplazamiento significativo del ojo, que da como resultado fotografías del fondo de ojo desenfocadas o mal alineadas.  
25  
30

La posibilidad de uso de este método de enfoque automático se deteriora aún más durante la obtención no midriática de imágenes. En un acercamiento, la obtención no midriática de imágenes generalmente puede incluir iluminar el fondo de ojo con luz de longitud de onda infrarroja, para enfocar y componer la imagen. Se utiliza luz infrarroja porque no causa constricción pupilar. Tal técnica infrarroja puede presentar al menos dos problemas. El primer problema es que la luz infrarroja reduce significativamente el contraste entre la vasculatura retiniana y la coroides que habitualmente presentan las imágenes con longitud de onda visible. El segundo problema surge debido al diseño de un solo sensor de las cámaras de usuario general.  
35  
40

Aunque la cámara pueda enfocar automáticamente la imagen iluminada con infrarrojos, debido a las diferencias en la distancia focal entre las ondas de luz visible e infrarroja, la imagen final con longitud de onda visible que se obtenga estará desenfocada. Los ejemplos ilustrativos de las FIGS. 6A a 6D ilustran generalmente la diferencia en el enfoque obtenido cuando se utiliza iluminación infrarroja, para la composición, en comparación con el uso de una diana de enfoque por láser, como se muestra en los siguientes ejemplos.  
45

Los presentes inventores han observado, entre otras cosas, que pueden abordarse los problemas de enfoque o de alineación, utilizando por ejemplo una técnica automatizada o semiautomática a través de la cual puede facilitarse la fotografía del fondo de ojo, y hacerse más accesible a los principiantes. Tales técnicas pueden incluir una o más de  
50 1) la alineación de la cámara para fondo de ojo por parte del usuario, con la ayuda de una lente de alineación de gran angular y una diana del borde iris-esclerótica; 2) la alineación del ojo del sujeto con la cámara para fondo de ojo, utilizando una diana de fijación interna; o 3) el enfoque automático con la cámara, por láser, de la imagen del fondo de ojo.

Por ejemplo, una vez que se coloque correctamente la cámara, por ejemplo utilizando uno o más criterios de los descritos anteriormente en 1) o 2), la pulsación de un botón por parte del usuario puede desencadenar una secuencia automática, en la que la lente de alineación se desplace fuera de una ruta óptica de obtención de imágenes, se proyecte un láser sobre el fondo de ojo, y la cámara bloquee el enfoque con una diana de enfoque por láser proyectado y capture la imagen final del fondo de ojo. Utilizando tales técnicas, un usuario puede obtener fotos de manera midriática o no midriática del fondo de un ojo.  
55  
60

La FIG. 3 ilustra en general un aparato 300 (por ejemplo, un sistema de lente óptica), que puede incluir un módulo láser 304, por ejemplo para proporcionar una diana de enfoque. El aparato 300 puede incluirse como parte de un aparato de cámara, o como un conjunto óptico para usar con una cámara.  
65

En un ejemplo, puede proporcionarse un sistema de alineación y de orientación de gran angular dentro de un

- sistema de obtención de imágenes de fondo de ojo. Por ejemplo, un conjunto de alineación puede incluir una lente convexa 302, por ejemplo con una diana de superposición separada que pueda hacerse coincidir, o alinearse de otro modo, con un borde del iris-esclerótica del ojo 100 de un sujeto. El conjunto de alineación (por ejemplo, que incluye la lente convexa 302) puede desplazarse mecánicamente dentro y fuera del campo de visión. Por ejemplo, el conjunto de alineación puede proporcionar un primer campo de visión, que comprenda una vista alejada del ojo externo del sujeto (por ejemplo, la pupila, el iris, la esclerótica). Tal vista puede permitir a un usuario alinear una cámara, que incluya el aparato 300, de manera que llene una diana circular con el iris del sujeto, tal como una diana 502 como la que se muestra en el ejemplo de la FIG. 5, más adelante.
- En un ejemplo, puede desplazarse el conjunto de alineación (por ejemplo, que incluye la lente convexa 302) fuera del campo de visión, para proporcionar un segundo campo de visión que comprenda una imagen adecuadamente compuesta de la retina del sujeto (u otra diana deseada).
- En un ejemplo, la diana de alineación puede ser de naturaleza anular y puede mostrarse en la pantalla de visualización de la cámara. El diámetro exterior de la superposición de la diana puede corresponderse con el diámetro del contorno de un borde del iris-esclerótica del sujeto a fotografiar. Este diámetro puede especificarse de manera que, cuando la lente convexa 302 esté en su sitio y el usuario alinee el borde del iris-esclerótica del sujeto con la diana, la cámara quede posicionada en una o más de una alineación horizontal, vertical o de profundidad deseadas. Por ejemplo, cuando el borde del iris del sujeto llene la diana de alineación, por ejemplo al quedar superpuesto o adyacente a una imagen de referencia anatómica, entonces podrá alinearse la cámara correctamente, tras lo cual podrá desplazarse la lente 302 fuera de su posición y hacerse la fotografía del fondo de ojo. La diana de alineación puede incluir una cuadrícula, un círculo, o una o más formas o características diferentes.
- Los presentes inventores han observado, entre otras cosas, que tal técnica de alineación permite al usuario de la cámara utilizar una referencia anatómica clara, tal como el iris, para componer adecuadamente una fotografía del fondo de ojo, sin necesidad de conocimientos de la anatomía de la retina. Tales aparato o técnicas permiten a los usuarios de la cámara para fondos de ojo alinear fácilmente el ojo de un sujeto, por ejemplo para la aplicación particular de una cámara para fondos de ojo portátil (por ejemplo, de mano).
- En un ejemplo, puede incluirse un sistema de láser de haz único o de haces múltiples en un sistema de obtención de imágenes. El sistema de láser puede proyectar fuentes de luz de punto fijo sobre una zona diana, por ejemplo la parte posterior del ojo del sujeto. Tal fuente de luz puede utilizarse para posicionar el fondo de ojo, tal como enfoque el sujeto independientemente de su refracción ocular. Si tal diana de fijación se proporciona mediante una porción de la ruta óptica que incluye el aparato de obtención de imágenes (por ejemplo, "fijación interna"), puede mantenerse el fondo de ojo del sujeto alineado con la cámara para fondos de ojo, facilitando la obtención de una fotografía clínicamente válida.
- En un ejemplo, no es necesario que tal diana de fijación incluya un punto. Por ejemplo, pueden utilizarse uno o más de un filtro 306 holográfico o de difracción, tal como una rejilla de difracción, para proporcionar una imagen reticular o de tipo rejilla sobre la diana, por ejemplo proporcionando al sujeto objetos múltiples o variados en los que fijar la vista.
- Los presentes inventores también han observado que una técnica de fijación por láser puede ser compatible con un aparato óptico que incluya una lente de alineación desmontable, como se describió anteriormente. Por ejemplo, generalmente se enfoca un láser sobre la superficie en la que se proyecta, de manera que puedan ponerse o quitarse rápidamente una o más lentes u otras estructuras ópticas (por ejemplo, la lente convexa 302) de la ruta óptica, sin que se produzcan efectos adversos sobre la formación de imágenes por láser. Tal flexibilidad no está presente cuando se utilizan técnicas o aparatos de fijación de diodos emisores de luz (LED) no coherentes, generalmente disponibles. En un ejemplo, puede incluirse una técnica o aparato de fijación por láser como parte de una cámara para fondos de ojo de bajo costo, basada en la tecnología de cámara digital de usuario general.
- En un ejemplo, puede obtenerse el enfoque automático de la retina, u otra estructura deseada, durante la fotografía clínica midriática y no midriática. En un ejemplo ilustrativo, puede proyectarse un módulo láser 304 de foco fijo, en el espectro de longitud de onda de rojo lejano, a través del filtro 306 holográfico o de difracción.
- Por ejemplo, el módulo láser 304 puede proporcionar un haz coherente, tal como el recibido por el filtro 306 de difracción, para proporcionar un haz modificado 332 que pueda combinarse, por ejemplo a través de un divisor 308 de haces, con la luz de una o más fuentes de iluminación (tal como la fuente de iluminación 222 de composición o la fuente de iluminación 224 de adquisición de imágenes). El haz modificado 332 puede transmitirse al ojo 100 del sujeto, por ejemplo a través de una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes, por ejemplo a través de una o más de una lente de colimación 206 (por ejemplo, una lente de convergencia), un polarizador 210, un divisor 204 de haces, o una lente 202 del objetivo, similar a las correspondientes partes mostradas y analizadas en relación con la FIG. 2.
- Por ejemplo, el láser puede proyectarse sobre la retina, proporcionando a la cámara una diana claramente definida, tal como el reflejo en el fondo del ojo 100 del sujeto, y transmitirse de vuelta al conjunto de adquisición de imágenes por ejemplo a través de una o más de la lente 202 del objetivo, el divisor 204 de haces (por ejemplo, un espejo o

prisma parcialmente reflectante), un polarizador 212 de análisis, o una macro lente 226.

Debido a que el láser puede estar en el intervalo visible de las longitudes de onda, el enfoque obtenido por la cámara puede ser preciso incluso con iluminación infrarroja, como se utiliza generalmente para la fotografía no midriática. Además, puede equilibrarse un láser de longitud de onda visible utilizando la modulación de la potencia o la duración de los pulsos, por ejemplo para reducir la constricción pupilar. Si se utiliza en combinación con uno o más de los ejemplos de alineación descritos anteriormente o más adelante, el láser puede activarse de forma instantánea, por ejemplo cuando se retire la lente de alineación, lo que permite que la cámara bloquee el enfoque. Al igual que en el ejemplo analizado anteriormente y más adelante, tal técnica o aparato de enfoque por láser puede incluirse como parte de una cámara para fondos de ojo de bajo costo, basada en tecnología de cámara digital de usuario general.

En un ejemplo, puede utilizarse un conjunto de alineación, que incluya por ejemplo la lente de convergencia 302, para alinear el fondo de ojo con un eje óptico de una cámara para fondos de ojo, en uno o más de los ejes horizontal, vertical o de profundidad. Por ejemplo, el conjunto de alineación puede incluir una potencia óptica en el intervalo de 10-20 dioptrías (D) u otro intervalo. Este conjunto de alineación puede proporcionar una vista "alejada" del ojo humano, por ejemplo mostrando los puntos de referencia principales, tales como una o más cejas, un párpado, una zona de la esclerótica o un borde del iris-esclerótica. Dichos puntos de referencia anatómicos no podrán visualizarse dentro del campo de visión de una cámara para fondos de ojo generalmente disponible, cuando se coloque la cámara a la distancia que se utiliza generalmente para obtener imágenes del fondo de ojo (por ejemplo, un campo de visión a esa distancia generalmente impedirá la visualización de tales puntos de referencia anatómicos en las cámaras de mano para fondos de ojo generalmente disponibles).

El conjunto de alineación puede incluir una lente, tal como la lente de convergencia 302, montada dentro de una montura para lente, de manera que permita desplazar el conjunto de alineación dentro o fuera del punto de visualización del conjunto de adquisición de imágenes, por ejemplo a través de un aparato de posicionamiento mecánico. Tal movimiento de dicha lente 302 y dicha montura para lente puede ser coplanar, o perpendicular, con el eje óptico 230 de la lente frontal 202 del objetivo. Por ejemplo, el movimiento de la lente puede vincularse automática o manualmente a la acción de capturar la imagen del fondo de ojo, de modo que, antes de capturar la imagen final, pueda desplazarse la lente 302 fuera del campo de visión.

En un ejemplo, el conjunto de alineación puede estar ubicado entre la lente frontal 202 del objetivo y el dispositivo de obtención de imágenes (por ejemplo, un conjunto de adquisición de imágenes tal como la cámara 102). En un ejemplo, puede alinearse el eje óptico de la lente de alineación con el eje óptico de uno o más de la lente frontal del objetivo, el divisor de haces, el polarizador de análisis, o el conjunto de adquisición de imágenes.

En un ejemplo, puede mostrarse una diana de alineación, tal como una superposición, sobre una pantalla de la cámara 102 para fondo de ojo (por ejemplo, una pantalla de cristal líquido (LCD) u otra pantalla). En un ejemplo, tal diana puede ser circular, de manera que incluya un diámetro u otra característica que se corresponda con el borde del iris-esclerótica del sujeto.

En un ejemplo ilustrativo, el usuario de la cámara para fondo de ojo puede llenar la diana de alineación con la pupila del sujeto, de modo que el borde del iris sea coaxial y circunferencial con la diana de alineación. A la profundidad a la que se logre este criterio, puede entonces retirarse rápidamente la lente de alineación y puede capturarse una imagen deseada del fondo de ojo alineada horizontalmente, verticalmente y en profundidad. En un ejemplo, la diana de alineación puede incluir uno o más de los siguientes: un anillo completo o parcial, un anillo dividido en cuadrantes, o puede incluir una o más formas o características diferentes.

Puede proporcionarse iluminación al conjunto de alineación (por ejemplo, que incluya la lente de convergencia 302), la lente frontal 202 del objetivo, o el fondo de ojo utilizando diversas técnicas. Por ejemplo, antes de capturar la imagen final del fondo de ojo con la cámara, puede utilizarse una fuente de iluminación de composición, de previsualización, para obtener imágenes de la retina con fines de composición. Tal fuente de iluminación puede desplazarse a través de un divisor 220 de haces y a través de una máscara 214 de imágenes, por ejemplo para producir un anillo de luz. El divisor 208 de haces puede redirigir este anillo de luz, por ejemplo mediante el enfoque a través de la lente de colimación 206, haciendo que incida con el polarizador 210 (por ejemplo, un filtro de prepolarización).

En un ejemplo, el polarizador 210 puede polarizar el anillo de luz para proporcionar un eje de polarización especificado, que luego puede utilizarse para reducir las reflexiones internas dentro del sistema óptico. El anillo de luz puede ser redirigido por el divisor 204 de haces, y puede desplazarse a la lente frontal 202 del objetivo. Si la lente de convergencia 302 está en su sitio, la luz puede incidir sobre la lente de convergencia 302 antes de incidir sobre la lente frontal del objetivo.

Una vez que se dirige esta luz hacia el fondo del ojo 100, puede retroceder a través de uno o más de la lente frontal 202 del objetivo, el divisor 204 de haces, o el polarizador 212 de análisis. El polarizador 212 de análisis puede configurarse con su eje de polarización orientado perpendicular al prepolarizador, de modo que se supriman los

reflejos antes de que el conjunto de adquisición de imágenes efectúe la captura. Los filtros de polarización pueden utilizarse para reducir o eliminar los reflejos internos de las superficies de la lente (por ejemplo, reduciendo o eliminando los reflejos de una o más superficies de vidrio).

## 5 Ejemplos de Fijación

La FIG. 4 ilustra en general un aparato 400 que puede incluir un módulo láser 402, de modo que proporcione una diana de fijación para ayudar a un usuario a alinear el ojo 100 del sujeto para la obtención de imágenes.

10 En un ejemplo, puede incluirse un módulo láser 402 de un solo punto o de puntos múltiples, y la circuitería electrónica para controlar el láser, en un aparato de obtención de imágenes de fondos de ojo. El módulo láser 402 puede integrarse en un sistema óptico de obtención de imágenes existente, de modo que ocupe un volumen de aproximadamente  $16,38 \text{ cm}^3$  o menos, aunque, en algunos ejemplos, dicho módulo láser puede exceder tales dimensiones. En un ejemplo, una carcasa externa puede encerrar los componentes del sistema óptico descritos en uno o más de los ejemplos anteriores (por ejemplo, los mostrados en las FIGS. 2 a 3 o los analizados anteriormente o a continuación), además del módulo láser 402.

20 En un ejemplo, el módulo láser 402 puede incluir un láser que proyecte un haz de láser de punto focal fijo en o cerca del centro del eje óptico del sistema de obtención de imágenes oculares. Puede proporcionarse una palanca u otro manipulador mecánico, para proporcionar al usuario control sobre la localización del láser de un solo punto (por ejemplo, en una o dos dimensiones). En un ejemplo, el usuario puede ubicar la diana de fijación generada por el láser sobre cualquier punto del campo retiniano del sujeto a fotografiar, ya sea manual o electrónicamente o mediante control automático.

25 En un ejemplo, el módulo láser puede incluir múltiples láser que proyecten múltiples dianas de fijación sobre la retina del sujeto. Dichos láseres pueden incluir diferentes colores, dentro del espectro visible (por ejemplo, incluyendo uno o más del verde, el rojo o el azul), de modo que permitan que el sujeto que se está fotografiando distinga fácilmente entre dianas de fijación separadas. El módulo láser de múltiples puntos puede controlarse electrónicamente mediante el uso de una interfaz digital, o manualmente mediante botones. En un ejemplo, puede generarse una diana de fijación múltiple o variada utilizando al menos en parte una técnica holográfica o filtros con redes de difracción, tal como se muestra y se analiza en relación con los ejemplos que incluyen una diana de enfoque por láser. En un ejemplo, el módulo láser 402 puede incluir un láser de clase I, por ejemplo que incluya una longitud de onda en un intervalo de aproximadamente 600-700 nanómetros (por ejemplo, que se perciba como un tono rojo). En un ejemplo, que incluye múltiples láseres, puede incluirse un láser de clase I que tenga una longitud de onda en un intervalo de aproximadamente 400-450 nanómetros (por ejemplo, un tono azul), o un láser de clase I con una longitud de onda en un intervalo de aproximadamente 500-550 nanómetros (por ejemplo, un tono verde), además del láser rojo, o en lugar del láser rojo, o puede utilizarse otra longitud de onda del láser.

40 En un ejemplo, el eje de polarización del haz láser 332 puede establecerse para que sea diferente del eje de polarización de un polarizador 210 (por ejemplo, un prepolarizador), de manera que se evite el bloqueo óptico de la emisión del módulo láser 402. El eje de polarización del haz láser 332 puede incluir cualquier otro ángulo de polarización, de modo que permita al sujeto ver la diana de fijación, pero que también suprima la constricción de la pupila. En un ejemplo, puede utilizarse un filtro de densidad neutra, para atenuar el láser, evitar la constricción de la pupila o mejorar la comodidad del sujeto. Pueden utilizarse otras técnicas para evitar la constricción de la pupila. Por ejemplo, pueden utilizarse láseres con una longitud de onda lejana al rojo, en el intervalo de 650-700nm, o puede utilizarse la modulación de la intensidad del láser (por ejemplo, la modulación del ancho de pulso, o una o más de otras técnicas).

50 El láser proyectado y la formación de una diana de fijación de punto focal fijo pueden incluir: proporcionar un haz láser mediante el módulo láser y hacer pasar el haz a través de un filtro de densidad neutra. El filtro de densidad neutra puede bloquear cierto porcentaje de la potencia de salida óptica del láser. En un ejemplo, dicho filtro de densidad neutra puede tener un valor de densidad óptica de aproximadamente 2, y un tamaño de aproximadamente 5 milímetros cuadrados. En un ejemplo, puede utilizarse un divisor 208 de haces de reflectancia/transmitancia al 90%/9%, para acoplar un haz láser 332 de fijación en la ruta óptica de obtención de imágenes del aparato 400.

55 En un ejemplo, puede proyectarse el haz 332 a través de una lente de colimación 206 (por ejemplo, una lente de convergencia), que puede desplazar el eje óptico del láser, y luego puede hacerse pasar el haz 332 a través del polarizador 210. Una vez pasado el polarizador 210, puede reflejarse el haz láser 332 en un segundo divisor 204 de haces, para dirigir el haz láser 332 a través de la lente frontal 202 del objetivo del aparato 400, de modo que se forme un punto de luz enfocado sobre la superficie del fondo de ojo. Tal punto de luz enfocado (u otra forma) puede proporcionar una diana de fijación para permitir que el sujeto oriente su ojo con respecto a la cámara de obtención de imágenes oculares. Tal técnica de fijación con láser puede ser compatible con el sistema de lente de alineación (por ejemplo, el mostrado en el ejemplo de la FIG. 3, que incluye un conjunto de alineación a posicionar por el usuario, que comprende la lente de convergencia 302) como se describió anteriormente, debido a una mínima distorsión del láser cuando pasa a través del centro o cerca del centro de la ruta óptica, por ejemplo cerca de una zona central de una o más lentes.

En un ejemplo, puede combinarse el aparato 400, tal como el módulo láser 402, con uno o más ejemplos diferentes, por ejemplo combinarlo con el aparato mostrado en la FIG. 3. Por ejemplo, puede utilizarse el módulo láser 402 para proporcionar una diana de fijación además de la diana de enfoque proporcionada por el módulo láser 304 del ejemplo de la FIG. 3. En un ejemplo, puede utilizarse el módulo láser 304 de la FIG. 3 para proporcionar uno o más  
 5 de una diana de fijación o una diana de enfoque, en lugar de, o además de, el módulo láser 402 del ejemplo de la FIG. 4. En un ejemplo, el módulo láser 304 de la FIG. 3 puede incluir una longitud de onda que sea diferente de una longitud de onda especificada para el módulo láser 402, de modo que se proporcionen una o más dianas de fijación que tengan un color percibido especificado.

10 Pueden especificarse uno o más de una longitud de onda, una duración (por ejemplo, un ciclo de trabajo o una duración total en el tiempo), un patrón o un área de la diana de fijación, para reducir o minimizar la probabilidad de constricción pupilar durante la alineación o composición, antes de adquirir una imagen del fondo de ojo.

Ejemplos Ilustrativos de Imágenes

15 Las Figs. 5A a 5C ilustran ejemplos generalmente ilustrativos, que incluyen una diana de alineación 502 en la FIG. 5A, una diana de enfoque 504 en la FIG. 5B, y una fotografía del fondo de ojo en la FIG. 5C, según se obtienen mediante el uso de una o más de la superposición de alineación o la diana de enfoque.

20 Como se ha analizado en el ejemplo de la FIG. 3, puede proporcionarse un conjunto de alineación que incluya, por ejemplo, una lente. El conjunto de alineación puede proporcionar un primer campo de visión para la alineación de un aparato de obtención de imágenes ópticas (por ejemplo, una cámara de mano para fondos de ojo), que sea diferente de un segundo campo de visión utilizado para la adquisición de imágenes detalladas de la zona del fondo de ojo. Tal conjunto de alineación puede incluir una lente, tal como una lente de convergencia. En un ejemplo, puede  
 25 proporcionarse una o más de una diana de alineación por software, o una superposición, que por ejemplo incluyan la diana de alineación 502. Un usuario, por ejemplo, puede posicionar el aparato de obtención de imágenes hasta que la diana de alineación 502 quede situada sobre o cerca de uno o más puntos de referencia anatómicos, tales como un borde del iris-esclerótica como se muestra en el ejemplo de la FIG. 5A. Puede entonces retirarse sustancialmente la lente de alineación de una ruta óptica de obtención de imágenes, de modo automático o manual, para  
 30 proporcionar un segundo campo de visión como se muestra en la FIG. 5B.

En un ejemplo, puede proyectarse un láser sobre el fondo de ojo humano con el fin de proporcionar una cámara para fondos de ojo con contraste de imagen, para facilitar el enfoque automático, por ejemplo incluyendo una diana de enfoque 504 tal como se muestra en la FIG. 6C, o incluyendo uno o más patrones o conjuntos de puntos. En un  
 35 ejemplo, una cámara para fondos de ojo de bajo costo puede incluir tecnología de cámara digital de usuario general. Por ejemplo, la técnica por láser mostrada en los ejemplos de la FIG. 5B o FIG. 6C, y analizada anteriormente en otro apartado, puede ser compatible con las técnicas de autoenfoque de usuario general, incluyendo las técnicas de autoenfoque por contraste o por detección de fase, tales como las utilizadas en las cámaras automáticas o DSLR, sin que sea necesario modificar tales cámaras.

40 En un ejemplo, puede obtenerse la fotografía de la FIG. 5C utilizando por ejemplo una diana de alineación automática, como se muestra en la FIG. 5A, por ejemplo bajo iluminación infrarroja. A continuación, un aparato de adquisición de imágenes, tal como una cámara, puede lograr el enfoque sobre una diana de enfoque 504, tal como se muestra en la FIG. 5B, utilizando por ejemplo un campo de visión ampliado. Puede entonces desconectarse o  
 45 suprimirse de otro modo la diana de enfoque, de modo que se obtenga la fotografía del fondo de ojo de la FIG. 5C.

Las FIGS. 6A a 6D ilustran generalmente un ejemplo ilustrativo de una comparación entre una imagen del fondo de ojo obtenida usando iluminación infrarroja, y que carece de una diana de enfoque por láser, y una imagen del fondo de ojo obtenida usando una diana de enfoque por láser.

50 Por ejemplo, en el ejemplo ilustrativo de la FIG. 6A se muestra un modelo de un ojo con una iluminación de 780 nanómetros, sin utilizar más diana de enfoque que la anatomía del ojo a fotografiar. En el ejemplo ilustrativo de la FIG. 6B se muestra una imagen correspondiente, visiblemente expuesta. Los planos focales para una configuración particular de lentes ópticas pueden ser diferentes, dependiendo por ejemplo de la longitud de onda de la iluminación. Si el enfoque manual o automático se lleva a cabo utilizando iluminación infrarroja para la  
 55 composición, tal como se muestra en la FIG. 6A, una correspondiente imagen visiblemente expuesta podría estar desenfocada, tal como se muestra en la FIG. 6B.

60 Por el contrario, en un ejemplo, puede proyectarse una diana de enfoque 504 (por ejemplo, formada holográficamente, con un elemento difractivo) sobre la parte posterior de la retina durante un breve período de tiempo (por ejemplo, aproximadamente menos de un segundo o durante otra duración específica), por ejemplo dándole a la cámara suficiente tiempo para que logre el enfoque automático. En un ejemplo, puede apagarse la iluminación de composición (ya sea en las longitudes de onda visible o de IR) durante este tiempo. Esto permite que un patrón de láser de baja potencia sea significativamente más brillante que el fondo de ojo circundante. A  
 65 continuación, puede transmitirse la imagen del fondo de ojo sin iluminar (a excepción del patrón de láser) de vuelta al sensor de la cámara, a través de la óptica de una cámara para fondos de ojo, produciendo una imagen tal como la

mostrada en la FIG. 6C.

En un ejemplo ilustrativo, que utiliza un aparato como el mostrado en los ejemplos de una o más de las FIGS. 3-4, la diana 504 de enfoque por láser puede proporcionarse mediante un haz láser colimado que pase a través de una rejilla de difracción, para producir un patrón de láser distinto. Pueden suprimirse uno o más reflejos internos o externos, utilizando por ejemplo uno o más de un par de polarizadores lineales perpendicularmente cruzados, un espejo de traslación situado perpendicularmente a  $45^\circ$ , una lente de colimación, un divisor de haces, y una lente frontal del objetivo con una potencia de aproximadamente 22D, o utilizando uno o más componentes ópticos diferentes.

Una vez que la cámara logra el enfoque, puede apagarse el patrón de láser y puede utilizarse una fuente de iluminación de adquisición de imágenes (por ejemplo, un flash de xenón) para adquirir la imagen del fondo de ojo final, tal como se muestra en el ejemplo ilustrativo de la FIG. 6D. Las imágenes mostradas en las FIG. 6C y 6D pueden existir en el mismo punto focal, debido a la naturaleza colimada del patrón de proyección láser. Utilizando tal técnica, se mejora la capacidad de autoenfoque de la cámara en un plano focal deseado, por ejemplo incluyendo una zona del fondo de ojo.

Tal sistema de proyección por láser no requiere los múltiples divisores de haces, espejos o prismas asociados con las técnicas de enfoque prismático generalmente disponibles, permitiendo que dicho sistema sea más compacto que un sistema puramente prismático. Por ejemplo, el sistema por láser puede incluirse como un subconjunto que pueda conectarse a una cámara estándar, con una modificación mínima o nula de la cámara estándar.

Debido a la naturaleza del sistema óptico, un elemento que esté situado dentro de la ruta óptica central de obtención de imágenes generalmente podría interferir en la obtención de imágenes del fondo de ojo. Con el fin de introducir un láser colimado que sea coaxial con la ruta central de obtención de imágenes y de iluminación, puede dimensionarse un pequeño espejo de relé para que quepa dentro de un círculo central de la máscara de imágenes, por ejemplo orientado en un ángulo de  $45^\circ$ . En un ejemplo, dicho espejo de relé puede dimensionarse para que sea inferior a aproximadamente 7 milímetros (mm) x 7 mm x 10 mm. Puede colocarse entonces el láser cerca del eje óptico de la cámara del fondo de ojo, por ejemplo orientado de modo que el láser se proyecte perpendicularmente al eje óptico e incida en el centro del espejo de relé, tal como se muestra en los ejemplos de las FIGS. 3-4.

En un ejemplo, puede generarse un patrón de láser holográfico al colocar una rejilla de difracción especializada (por ejemplo, un elemento de difracción), para recibir un rayo colimado proporcionado por un módulo láser. Por ejemplo, una rejilla de difracción de este tipo podrá producir un patrón de láser especificado para ayudar al enfoque, por ejemplo incluyendo una serie de sombreados, una línea, una retícula, una rejilla, o un círculo de una serie de puntos de luz, o incluyendo uno o más otros patrones o formas.

Proyectar un patrón de láser a través del sistema óptico puede generar una serie de manchas en la imagen. Esto puede ser el resultado de reflejos en la lente frontal del objetivo o en la córnea del sujeto a fotografiar. Como se ha analizado en los ejemplos anteriores, puede utilizarse una técnica de polarización para reducir tales reflejos. Por ejemplo, pueden utilizarse un par de polarizadores lineales perpendicularmente cruzados para reducir o eliminar dichos reflejos. Debido a que los láseres generalmente emiten luz polarizada en el plano (p-polarizada) en un ángulo específico, puede especificarse la polarización del láser de manera que el ángulo de polarización esté en un desplazamiento angular de  $45^\circ$  con relación al ángulo de polarización de un primer polarizador lineal. Puede orientarse un segundo polarizador lineal con un desplazamiento angular de  $90^\circ$  con relación al primer polarizador.

Así, los reflejos en superficies duras compuestas (p. ej., vidrio) mantienen su estado de polarización original, y pueden ser bloqueados por el segundo polarizador. El patrón de láser reflejado desde el fondo de ojo cambia ligeramente el estado de polarización, al hacer contacto con la superficie de la retina. Debido a dicha diversidad de polarización inducida, al menos parte del patrón de láser reflejado podría pasar a través del segundo polarizador. Puede utilizarse la configuración del láser, del primer y del segundo polarizadores para reducir o eliminar los reflejos en la lente frontal, al tiempo que se conserva la capacidad de la cámara para crear imágenes del fondo de ojo iluminadas con el patrón de láser, por ejemplo para bloquear el enfoque en dicho patrón de láser.

El uso de una técnica de supresión de reflejos, tal como el uso de uno o más polarizadores, puede disminuir o eliminar el enfoque inadvertido sobre una superficie intermedia, tal como una lente o superficie de espejo, durante el enfoque por parte del usuario o durante un intento de enfoque automático por parte de la cámara. Por ejemplo, un reflejo especular de la diana de enfoque por láser sobre una lente puede parecer más brillante que un reflejo real deseado de la diana de enfoque sobre la zona absorbente del fondo de ojo, si no se suprimen los reflejos no deseados.

En un ejemplo, puede implementarse un sistema de autoenfoque por láser en una cámara para fondos de ojo de tipo no midriático. En tal ejemplo, la constricción pupilar debido a la exposición a la luz puede ser un problema. Con el fin de minimizar la probabilidad o el grado de constricción de la pupila, puede utilizarse una longitud de onda del láser de 670 nm o superior. La respuesta de la retina humana a longitudes de onda cercanas al IR es significativamente menor que para la luz en el intervalo de 400 a 600 nm. A diferencia del ojo humano, los sensores de dispositivo de

carga acoplada (CCD) o los sensores de semiconductor complementario de óxido de metal (CMOS) generalmente pueden generar imágenes incluso en el intervalo de IR.

Por ejemplo, en un sensor de imagen de una cámara digital comercial puede eliminarse el filtro de bloqueo de IR, lo que permite que la cámara pueda observar el patrón de láser sin disminución alguna en la intensidad. Esta diferencia relativa en la intensidad del láser observada, entre el ojo humano y un sensor digital, puede aprovecharse para permitir el uso de forma no midriática. La constricción pupilar puede reducirse adicionalmente controlando la duración del pulso del láser. Por ejemplo, una duración de pulso de este tipo puede ser de <400 milisegundos (ms), que aún permite a la cámara lograr el enfoque.

El sistema láser puede ser parte de una cámara para fondos de ojo de costo relativamente bajo, basada en una cámara digital comercial. Por ejemplo, la cámara puede enfocarse a longitudes de onda visibles utilizando una diana de enfoque por láser con longitud de onda visible. Dicha cámara todavía puede utilizarse para la composición de imágenes no midriáticas con iluminación de IR, pero con captura de imágenes reales utilizando luz visible (por ejemplo, un flash de xenón). Pueden eliminarse diferentes planos focales de imagen que se produzcan al componer la imagen con luz infrarroja y captar la imagen final del fondo de ojo utilizando luz visible, porque el enfoque se logra utilizando luz visible.

#### Ejemplos de Técnicas que pueden incluir Aspectos de Enfoque y de Alineación

El uso de una o más de las técnicas o aparatos descritos en los ejemplos anteriores y posteriores puede permitir la obtención no midriática de imágenes del fondo de ojo sin la necesidad de iluminación infrarroja. Por ejemplo, la cámara para fondos de ojo puede incluir LED externos de baja potencia en el espectro visible (por ejemplo, rojo), que puedan iluminar el exterior del ojo (p. ej., la esclerótica, la ceja, el párpado). Esto puede proporcionar iluminación para que el usuario alinee la cámara con una diana superpuesta del borde del iris-esclerótica. La constricción pupilar puede reducirse o eliminarse de este modo porque la iluminación de la anatomía exterior es indirecta, a diferencia de las técnicas que incluyen la iluminación directa del fondo de ojo.

Un usuario de una cámara para fondos de ojo puede colocar al sujeto dentro del alcance de la lente frontal del objetivo de un aparato óptico de obtención de imágenes, por ejemplo aproximadamente a una distancia de entre 5 mm y 10 mm del sujeto a fotografiar. En un ejemplo, pueden incluirse uno o más de un ocular o una carcasa como parte del aparato, por ejemplo para proporcionar un calibre basto para emplazar el aparato de obtención de imágenes con relación al sujeto.

En un ejemplo, un usuario que intente situar el aparato óptico puede "voltear" o colocar de otra forma una lente de alineación en su sitio, y mirar la pantalla de composición de vista previa de la cámara para fondos de ojo (u otra pantalla que muestre una imagen para ayudar al usuario a componer la imagen). El usuario puede mover la cámara para fondos de ojo o al sujeto en los planos x-y-z, para alinear el borde del iris-esclerótica del sujeto de forma coaxial y circunferencial con una diana de alineación.

Tras la alineación, el usuario puede presionar el botón obturador de la cámara para fondos de ojo, activando el movimiento de la lente de alineación para que salga del campo de visión. Puede encenderse entonces un láser de enfoque durante un breve período. Una vez que la cámara ha determinado el plano focal adecuado, puede capturarse una imagen del fondo para ojo correctamente alineada y compuesta. En un ejemplo, el sujeto puede fijar el ojo sobre una diana proporcionada por un láser de fijación interno, lo que también puede ayudar a mantener la cámara y el ojo coaxialmente alineados.

Puede utilizarse un microcontrolador, un microprocesador, u otro aparato para coordinar uno o más aspectos automatizados de dicha secuencia de obtención de imágenes. El usuario puede activar esta secuencia simplemente presionando un botón. Generalmente, el microcontrolador puede controlar uno o más de los tiempos y la duración del pulso entre la retirada de la lente de alineación, la activación del láser de enfoque, o la señalización de la cámara para enfocar y adquirir la imagen final.

La FIG. 7 ilustra generalmente una técnica 700, tal como un método, que puede incluir transmitir una imagen de una diana anatómica a un conjunto de adquisición de imágenes, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por el sistema de lente óptica, que incluye una lente del objetivo configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica, y un conjunto de alineación configurado para que un usuario lo coloque al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes. La técnica 700 puede incluir aparatos o técnicas tales como los analizados en los ejemplos anteriores o siguientes, tales como el uso del aparato de las FIGS. 1 a 4, las FIGS. 5A a 5C, o las FIGS. 6A a 6D, o porciones del mismo.

En la etapa 702, la técnica 700 puede incluir transmitir una imagen de una diana anatómica a un conjunto de adquisición de imágenes, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por un sistema de lente óptica. El sistema de lente óptica puede incluir una lente del objetivo, configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica, y un conjunto de alineación configurado para que un usuario lo coloque al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes.

En la etapa 704, la técnica 700 puede incluir generar un haz colimado utilizando un módulo láser. En la etapa 706, puede difractarse el haz colimado, de modo que se proporcione un haz modificado que comprenda una diana de enfoque. En la etapa 708, puede dirigirse a la diana anatómica al menos una porción del haz modificado que comprende la diana de enfoque, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes, que  
5 incluya por ejemplo la lente del objetivo.

En la etapa 710, cuando el conjunto de alineación esté incluido al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes puede presentarse a un usuario un primer campo de visión, y cuando el conjunto de alineación esté sustancialmente excluido de la ruta óptica de obtención de imágenes puede presentarse un segundo campo de  
10 visión. En la etapa 712, puede proporcionarse una diana de alineación. En un ejemplo, la diana de alineación puede ser visible para el usuario, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, utilizando el primer campo de visión.

#### Notas y Ejemplos Diversos

15 El ejemplo 1 puede incluir el objeto, tal como un aparato, un método, un medio para llevar a cabo acciones, o un medio legible por máquina que incluya instrucciones que, al ser ejecutadas por la máquina, hagan que la misma lleve a cabo acciones, pudiendo incluir por ejemplo un sistema de lente óptica configurado para transmitir una imagen de una diana anatómica a un conjunto de adquisición de imágenes, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por el sistema de lente óptica, incluyendo el sistema de lente óptica una lente del  
20 objetivo configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica, configurada para que un usuario la coloque al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes. El ejemplo 1 puede incluir un módulo láser configurado para generar un haz colimado, un elemento difractivo configurado para recibir el haz colimado y, en respuesta, para proporcionar un haz modificado que comprenda una diana de enfoque, y un divisor de haces situado a lo largo de la ruta óptica de obtención de imágenes, estando configurado el divisor de haces para dirigir a la diana  
25 anatómica al menos una porción del haz modificado que comprenda la diana de enfoque, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluya la lente del objetivo.

El ejemplo 1 también puede incluir una imagen presentada a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, que incluya un primer campo de visión cuando el conjunto de alineación esté incluido al menos parcialmente en la ruta  
30 óptica de obtención de imágenes, y un segundo campo de visión cuando el conjunto de alineación esté sustancialmente excluido de la ruta óptica de obtención de imágenes, y un conjunto de alineación configurado para proporcionar una diana de alineación visible para el usuario, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, utilizando el primer campo de visión.

35 El ejemplo 2 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto del Ejemplo 1 para que incluya opcionalmente un aparato de obtención de imágenes de una diana anatómica que incluya una zona de un fondo de ojo humano, un conjunto de alineación que incluye una lente, un primer campo de visión que es más ancho que el segundo campo de visión, incluyendo un primer campo de visión lo suficientemente ancho para mostrar al menos un borde del iris-esclerótica, y un aparato óptico configurado para que el usuario lo coloque de modo que la diana de  
40 alineación aparezca situada, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, en o cerca de un punto de referencia anatómico cuando el aparato óptico esté en una orientación deseada, para la adquisición de una imagen de la zona del fondo de ojo.

45 El Ejemplo 3 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 2 para que incluya opcionalmente uno o más de una intensidad o un patrón de la diana de enfoque que se ajusta para proporcionar una diana de fijación visible a un sujeto a fotografiar, cuando se proyecta la diana de fijación en un ojo del sujeto.

50 El ejemplo 4 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 3 para que incluya opcionalmente un segundo módulo láser configurado para generar un segundo haz, estando especificado el segundo haz para proporcionar una diana de fijación visible a un sujeto a fotografiar, cuando se proyecta la diana de fijación hacia un ojo del sujeto a fotografiar.

55 El ejemplo 5 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 4 para que incluya opcionalmente un segundo divisor de haces localizado a lo largo de la ruta óptica de obtención de imágenes, estando configurado el divisor de haces para dirigir al menos una porción del segundo haz que comprenda la diana de fijación, para la proyección hacia el ojo del sujeto a fotografiar, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluya la lente del objetivo.

60 El ejemplo 6 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 5 para que incluya opcionalmente una diana de enfoque que incluye un patrón específico que se genera utilizando el elemento difractivo.

65 El ejemplo 7 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 6 para que incluya opcionalmente un sistema de lente óptica configurado para transmitir al conjunto de adquisición de imágenes un reflejo de la diana de enfoque a través del sistema de lente óptica, estando

proporcionado el reflejo por la diana anatómica.

5 El ejemplo 8 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 7 para que incluya opcionalmente el conjunto de adquisición de imágenes, estando configurado el conjunto de adquisición de imágenes para lograr automáticamente el enfoque en una porción deseada de la diana anatómica, utilizando el reflejo de la diana de enfoque transmitido al conjunto de adquisición de imágenes a través del sistema de lente óptica, y un módulo láser configurado para proporcionar un haz que incluye energía en el espectro visible.

10 El ejemplo 9 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 8 para que incluya opcionalmente uno o más del sistema de lente óptica, el módulo láser, el elemento difractivo, o el divisor de haces incluido como una porción de un conjunto óptico, configurado para uno o más de la fijación mecánica al conjunto de adquisición de imágenes o el acoplamiento óptico al conjunto de adquisición de imágenes.

15 El ejemplo 10 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 9 para que incluya opcionalmente un conjunto de adquisición de imágenes que comprenda una cámara digital, en el que el conjunto óptico está fijado mecánicamente a la cámara digital, en el que la combinación de la cámara digital y el conjunto óptico está dimensionada y conformada para que sea de mano, y en el que la combinación está configurada para adquirir una imagen de la diana anatómica mientras se sujeta manualmente.

20 El ejemplo 11 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 10 para que incluya opcionalmente una cámara digital que comprenda una entrada de usuario configurada para activar la adquisición de una imagen del fondo de ojo, estando configurada la cámara digital para obtener automáticamente un enfoque de una parte deseada de la diana anatómica, utilizando el reflejo de la diana de enfoque transmitido al conjunto de adquisición de imágenes a través del sistema de lente óptica, y, en respuesta a la entrada del usuario para activar la adquisición, estando configurado el aparato óptico para llevar a cabo automáticamente al menos uno del reposicionamiento del conjunto de alineación, la habilitación de una proyección de la diana de enfoque sobre la diana anatómica durante al menos una duración específica, durante la cual la cámara digital logra el enfoque, o la inhabilitación de la proyección de la diana de enfoque una vez que la cámara digital logre el enfoque.

30 El ejemplo 12 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 11 para que incluya opcionalmente el objeto (tal como un aparato, un método, un medio para llevar a cabo acciones, o un medio legible por máquina que incluya instrucciones que, cuando sean ejecutadas por la máquina, hagan que la máquina lleve a cabo acciones), pudiendo incluir por ejemplo la retransmisión de una imagen de una diana anatómica a un conjunto de adquisición de imágenes, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por un sistema de lente óptica, que incluye una lente del objetivo configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica, y un conjunto de alineación configurado para que el usuario pueda colocarlo, al menos parcialmente, en la ruta óptica de obtención de imágenes.

45 El ejemplo 12 también puede incluir generar un haz colimado utilizando un módulo láser, difractar el haz colimado para proporcionar un haz modificado que comprenda una diana de enfoque, dirigir a la diana anatómica al menos una porción del haz modificado que comprenda la diana de enfoque, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluya la lente del objetivo, presentando a un usuario un primer campo de visión cuando el conjunto de alineación esté incluido al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes, y un segundo campo de visión cuando el conjunto de alineación esté sustancialmente excluido de la ruta óptica de obtención de imágenes, y proporcionar un diana de alineación visible para el usuario a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, utilizando el primer campo de visión.

50 El ejemplo 13 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto del Ejemplo 12 para que incluya opcionalmente el uso de una diana anatómica que incluya una zona de un fondo de ojo humano, un conjunto de alineación que incluye una lente, un primer campo de visión que es más ancho que el segundo campo de visión, incluyendo un primer campo de visión lo suficientemente ancho como para mostrar al menos un borde del iris-esclerótica.

60 El ejemplo 13 también puede incluir posicionar el aparato óptico en una orientación deseada para la adquisición de una imagen, utilizando la diana de alineación que pasará a ser visible para el usuario, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, para que quede ubicado en o cerca de una referencia anatómica cuando el aparato óptico esté en la orientación deseada para la adquisición de una imagen de la zona del fondo de ojo.

65 El ejemplo 14 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 13 para que incluya opcionalmente el ajuste de una intensidad o un patrón de la diana de enfoque para proporcionar una diana de fijación visible para un sujeto a fotografiar, cuando se proyecte la diana de fijación en un ojo del sujeto.

El Ejemplo 15 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 14 para que incluya opcionalmente la generación de un segundo haz específico para proporcionar una diana de fijación visible para un sujeto a fotografiar, cuando se proyecte la diana hacia un ojo del sujeto a fotografiar.

5 El Ejemplo 16 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 15 para que incluya opcionalmente el direccionamiento de al menos una porción del segundo haz que comprenda la diana de fijación para su proyección hacia el ojo del sujeto a fotografiar, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluya la lente del objetivo.

10 El Ejemplo 17 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 16 para que incluya opcionalmente la difracción del haz colimado para proporcionar un haz modificado que comprenda una diana de enfoque, lo que incluye proporcionar un patrón específico utilizando un elemento difractivo.

15 El Ejemplo 18 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 17 para que incluya opcionalmente la retransmisión al conjunto de adquisición de imagen de un reflejo de la diana de enfoque a través del sistema de lente óptica, siendo la diana anatómica la que proporciona el reflejo.

20 El Ejemplo 19 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 18 para que incluya opcionalmente la obtención automática del enfoque de una parte deseada de la diana anatómica utilizando el reflejo de la diana de enfoque, transmitido al conjunto de adquisición de imágenes a través del sistema de lente óptica, estando configurado el módulo láser para proporcionar un haz que incluya energía en el espectro visible.

25 El ejemplo 20 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 19 para que incluya opcionalmente el uso de un conjunto de adquisición de imágenes que comprenda una cámara digital, y que incluya uno o más del sistema de lente óptica, el módulo láser, el elemento de difracción o el divisor de haces como parte de un conjunto óptico, configurado para uno o más de la fijación mecánica al conjunto de adquisición de imágenes o el acoplamiento óptico a la cámara digital.

30 El ejemplo 20 también puede incluir la fijación mecánica del conjunto óptico a la cámara digital, el dimensionamiento y formación de la combinación de la cámara digital y el conjunto óptico de modo que pueda sujetarse manualmente, y la configuración de la combinación de modo que pueda adquirirse una imagen de la diana anatómica de modo portátil.

35 El ejemplo 21 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 12 a 20 para que incluya opcionalmente la obtención automática del enfoque en una parte deseada de la diana anatómica utilizando el reflejo de la diana de enfoque, retransmitido al conjunto de adquisición de imágenes a través del sistema de lente óptica, y, en respuesta a una entrada para activar la adquisición, llevar a cabo automáticamente al menos uno del reposicionamiento del conjunto de alineación, la habilitación de una proyección de la diana de enfoque sobre la diana anatómica durante al menos una duración específica, durante la cual la cámara digital logrará el enfoque, o la inhabilitación de la proyección de la diana de enfoque una vez que la cámara digital logre el enfoque.

40 El ejemplo 22 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con el objeto de uno o cualquier combinación de los Ejemplos 1 a 21 para que incluya opcionalmente el objeto (tal como un aparato, un método, un medio para llevar a cabo acciones, o un medio legible por máquina que incluya instrucciones que, cuando sean ejecutadas por la máquina, hagan que la máquina lleve a cabo acciones), pudiendo incluir un sistema de lente óptica configurado para transmitir una imagen de una diana anatómica a un conjunto de adquisición de imágenes, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por el sistema de lente óptica, incluyendo el sistema de lente óptica una lente del objetivo configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica, y un conjunto de alineación configurado para que el usuario pueda colocarlo, al menos parcialmente, en la ruta óptica de obtención de imágenes.

45 El ejemplo 22 también puede incluir un módulo láser configurado para generar un haz calculado, un elemento de difracción configurado para recibir el haz colimado y, en respuesta, proporcionar un haz modificado que comprenda una diana de enfoque, y un divisor de haces situado a lo largo de la ruta óptica de obtención de imágenes, estando configurado el divisor de haces para dirigir a la diana anatómica al menos una porción del haz modificado que comprenda la diana de enfoque, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluye la lente del objetivo.

50 El ejemplo 22 también puede incluir una imagen presentada a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, que incluya un primer campo de visión cuando el conjunto de alineación esté incluido al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes, y un segundo campo de visión cuando el conjunto de alineación esté

- 5 sustancialmente excluido de la ruta óptica de obtención de imágenes, un conjunto de alineación configurado para proporcionar un diana de alineación visible para el usuario, utilizando el primer campo de visión, incluyendo la diana anatómica una zona del fondo de un ojo humano, siendo el primer campo de visión más ancho que el segundo campo de visión, incluyendo un primer campo de visión lo suficientemente ancho para mostrar al menos un borde del iris-esclerótica, y estando configurado el aparato óptico para que el usuario pueda posicionarlo de modo que la diana de alineación aparezca ubicada, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, en o cerca de un punto de referencia anatómico cuando el aparato óptico esté en una orientación deseada, para la adquisición de una imagen de la zona del fondo de ojo.
- 10 El ejemplo 23 puede incluir, o puede combinarse opcionalmente con cualquier porción o combinación cualesquiera porciones de uno o más de los Ejemplos 1-22 para que incluya, el objeto que puede un incluir un medio para llevar a cabo una cualquiera o más de las funciones de los Ejemplos 1- 22, o un medio legible por máquina que incluya instrucciones que, al ser ejecutadas por la máquina, hagan que la misma lleve a cabo una o más de las funciones de los Ejemplos 1-22.
- 15 Cada uno de estos ejemplos no limitantes puede sostenerse por sí mismo, o puede combinarse en cualquier permutación o combinación con uno o más de los otros ejemplos.
- 20 La anterior descripción detallada incluye referencias a los dibujos adjuntos, que forman parte de la descripción detallada. Los dibujos muestran, a modo de ilustración, realizaciones específicas con las que puede ponerse en práctica la invención. En el presente documento, estas realizaciones también se denominan "ejemplos". Dichos ejemplos pueden incluir elementos adicionales a los mostrados o descritos. Sin embargo, los presentes inventores también contemplan ejemplos en los que solo se proporcionen los elementos mostrados o descritos. Adicionalmente, los presentes inventores también contemplan ejemplos que utilicen cualquier combinación o permutación de tales elementos mostrados o descritos (o uno o más aspectos de los mismos), ya sea con respecto a un ejemplo particular (o uno o más aspectos del mismo), o con respecto a otros ejemplos (o uno o más aspectos de los mismos) que se muestren o describan en el presente documento.
- 25 En el presente documento, se utilizan los términos "un" o "uno/a", como es común en los documentos de patente, de manera que incluyan uno/a o más de uno/a, independientemente de cualquier otro caso o uso de "al menos uno/a" o "uno/a o más". En el presente documento, el término "o" se utiliza para referirse a un "o" no exclusivo, de manera que "A o B" incluya "A pero no B", "B pero no A", y "A y B", a menos que se indique lo contrario. En el presente documento, los términos "que incluye/n" y "en el/los cual/es" se utilizan como los equivalentes en castellano común de los respectivos términos "que comprende/n" y "en el/los que". Además, en las siguientes reivindicaciones, los términos "que incluye/n" y "que comprende/n" son de composición abierta, es decir, se considera que un sistema, dispositivo, artículo, composición, formulación, o un proceso que incluya elementos adicionales a los enumerados tras tal término en una reivindicación estará dentro del alcance de dicha reivindicación. Adicionalmente, en las siguientes reivindicaciones, los términos "primero/a", "segundo/a" y "tercero/a" se utilizan simplemente como etiquetas, y no pretenden imponer requisitos numéricos a sus objetos.
- 30 Los ejemplos de métodos descritos en el presente documento pueden implementarse en máquina o en ordenador, al menos parcialmente. Algunos ejemplos pueden incluir un medio legible por ordenador o un medio legible por máquina, codificado con instrucciones operativas para configurar un dispositivo electrónico de modo que lleve a cabo métodos como los descritos en los ejemplos anteriores. Una implementación de tales métodos puede incluir un código, tal como un micro código, un código de lenguaje ensamblador, un código de lenguaje de nivel superior, o similar. Dicho código puede incluir instrucciones legibles por ordenador, para llevar a cabo diversos métodos. El código puede formar porciones de programas informáticos. Adicionalmente, en un ejemplo, el código puede almacenarse de manera tangible en uno o más medios tangibles legibles por ordenador, volátiles, no transitorios o no volátiles, por ejemplo durante la ejecución o en otros momentos. Ejemplos de estos medios tangibles legibles por ordenador pueden incluir, pero sin limitación, discos duros, discos magnéticos extraíbles, discos ópticos extraíbles (por ejemplo, discos compactos y discos de video digitales), cassetes magnéticos, tarjetas de memoria o pendrives, memorias de acceso aleatorio (RAM), memorias de solo lectura (ROM), y similares.
- 40 La anterior descripción pretende ser ilustrativa y no restrictiva. Por ejemplo, pueden utilizarse los ejemplos anteriormente descritos (o uno o más aspectos de los mismos) combinados entre sí. Los expertos en la materia pueden utilizar otras realizaciones, por ejemplo al revisar la descripción anterior. El Resumen se proporciona para permitir al lector determinar rápidamente la naturaleza de la divulgación técnica. Se presenta en el entendimiento de que no se utilizará para interpretar o limitar el alcance o el significado de las reivindicaciones. Además, en la anterior Descripción Detallada pueden agruparse varias características para agilizar la divulgación. Esto no debe interpretarse como que una característica dada a conocer, pero no reivindicada, sea esencial para cualquier reivindicación. Por el contrario, el objeto inventivo no tiene por qué estar en todas las características de una realización particular dada a conocer. Así, las siguientes reivindicaciones se incorporan de este modo en el presente documento en la Descripción Detallada como ejemplos o realizaciones, siendo cada reivindicación independiente por sí misma como una realización separada, y se contempla que dichas realizaciones puedan combinarse entre sí en diversas combinaciones o permutaciones. El alcance de la invención deberá determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas.
- 55
- 60
- 65

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato óptico, que comprende:

5 un sistema de lente óptica, configurado para transmitir una imagen de una diana anatómica (100) a un conjunto (102) de adquisición de imágenes a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por el sistema de lente óptica, incluyendo el sistema de lente óptica:

una lente (202) del objetivo, configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica; y

10 un conjunto (302) de alineación, configurado para que el usuario lo coloque al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes;

un módulo láser (304, 402), configurado para generar un haz colimado;

15 un elemento de difracción, configurado para recibir el haz colimado y, en respuesta, para proporcionar un haz modificado que comprenda una diana de enfoque; y

un divisor (204) de haces, situado a lo largo de la ruta óptica de obtención de imágenes, estando configurado el divisor de haces para dirigir a la diana anatómica al menos una porción del haz modificado que comprenda la diana de enfoque, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluya la lente del objetivo;

20 en el que una imagen presentada a través de la ruta óptica de obtención de imágenes incluye un primer campo de visión, cuando el conjunto de alineación está incluido al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes, y un segundo campo de visión cuando el conjunto de alineación está sustancialmente excluido de la ruta óptica de obtención de imágenes; y

25 en el que el conjunto de alineación está configurado para proporcionar una diana de alineación (502) visible para el usuario, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, utilizando el primer campo de visión.

2. El aparato óptico de la reivindicación 1, en el que:

la diana anatómica incluye una zona del fondo de un ojo humano;

30 el conjunto de alineación incluye una lente;

el primer campo de visión es más ancho que el segundo campo de visión, incluyendo un primer campo de visión suficientemente ancho como para mostrar al menos un borde del iris-esclerótica; y

35 el aparato óptico está configurado para que el usuario lo posicione de modo que la diana de alineación aparezca ubicada, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, en o cerca de un punto de referencia anatómico cuando el aparato óptico esté en una orientación deseada, para la adquisición de una imagen de la zona del fondo de ojo.

3. El aparato óptico de la reivindicación 1, en el que se ajusta uno o más de una intensidad o un patrón de la diana de enfoque para proporcionar una diana de fijación, visible para un sujeto a fotografiar cuando se proyecta la diana de fijación en un ojo del sujeto.

40 de fijación en un ojo del sujeto.

4. El aparato óptico de la reivindicación 1, que comprende un segundo módulo láser configurado para generar un segundo haz, estando especificado el segundo haz para proporcionar una diana de fijación visible para un sujeto a fotografiar, cuando se proyecta la diana de fijación hacia un ojo del sujeto a fotografiar.

45 de fijación hacia un ojo del sujeto a fotografiar.

5. El aparato óptico de la reivindicación 4, que comprende un segundo divisor de haces situado a lo largo de la ruta óptica de obtención de imágenes, estando configurado el divisor de haces para dirigir al menos una porción del segundo haz, que comprende la diana de fijación, para su proyección hacia el ojo del sujeto a fotografiar, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluye la lente del objetivo.

50 de fijación hacia el ojo del sujeto a fotografiar, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluye la lente del objetivo.

6. El aparato óptico de la reivindicación 1, en el que la diana de enfoque incluye un patrón específico que se genera utilizando el elemento difractivo.

7. El aparato óptico de la reivindicación 1, en el que el sistema de lente óptica está configurado para transmitir al conjunto de adquisición de imagen un reflejo de la diana de enfoque, a través del sistema de lente óptica, siendo la diana anatómica la que proporciona el reflejo.

55 de imagen un reflejo de la diana de enfoque, a través del sistema de lente óptica, siendo la diana anatómica la que proporciona el reflejo.

8. El aparato óptico de la reivindicación 7, que comprende adicionalmente el conjunto de adquisición de imágenes, en el que el conjunto de adquisición de imágenes está configurado para obtener automáticamente un enfoque en una parte deseada de la diana anatómica, utilizando el reflejo de la diana de enfoque transmitido al conjunto de adquisición de imágenes a través del sistema de lente óptica; y en el que el módulo láser está configurado para proporcionar un haz que incluya energía en el espectro visible.

60 de imágenes, en el que el conjunto de adquisición de imágenes está configurado para obtener automáticamente un enfoque en una parte deseada de la diana anatómica, utilizando el reflejo de la diana de enfoque transmitido al conjunto de adquisición de imágenes a través del sistema de lente óptica; y en el que el módulo láser está configurado para proporcionar un haz que incluya energía en el espectro visible.

9. El aparato óptico de la reivindicación 1, en el que uno o más del sistema de lente óptica, el módulo láser, el elemento de difracción, o el divisor de haces están incluidos como una porción de un conjunto óptico, configurado para uno o más de la fijación mecánica al conjunto de adquisición de imágenes o el acoplamiento óptico al conjunto

65 de la fijación mecánica al conjunto de adquisición de imágenes o el acoplamiento óptico al conjunto

de adquisición de imágenes.

5 10. El aparato óptico de la reivindicación 9, en el que el conjunto de adquisición de imágenes comprende una cámara digital, en el que el conjunto óptico está fijado mecánicamente a la cámara digital, en el que la combinación de la cámara digital y el conjunto óptico está dimensionada y conformada para ser portátil, y en el que la combinación está configurada para adquirir una imagen de la diana anatómica de modo portátil.

10 11. El aparato óptico de la reivindicación 10, en el que la cámara digital incluye una entrada de usuario, configurada para activar una adquisición de una imagen del fondo de ojo;  
 en el que la cámara digital está configurada para obtener automáticamente un enfoque en una porción deseada de la diana anatómica, utilizando el reflejo de la diana de enfoque transmitido al conjunto de adquisición de imágenes, a través del sistema de lente óptica; y  
 en el que, en respuesta a la entrada de usuario para activar una adquisición, el aparato óptico está configurado para llevar a cabo automáticamente al menos uno del reposicionamiento del conjunto de alineación, la habilitación de una proyección de la diana de enfoque sobre la diana anatómica durante al menos una duración específica, durante la cual la cámara digital logrará enfoque, o la inhabilitación de la proyección de la diana de enfoque una vez que la cámara digital ha logrado enfoque.

20 12. Un método, que comprende:  
 transmitir a un conjunto de adquisición de imágenes una imagen de una diana anatómica, a través de una ruta óptica de obtención de imágenes proporcionada por un sistema de lente óptica, que incluye:

25 una lente del objetivo, configurada para su ubicación cerca de la diana anatómica; y  
 un conjunto de alineación, configurado para que el usuario lo coloque al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes;

30 generar un haz colimado, utilizando un módulo láser;  
 difractar el haz colimado para proporcionar un haz modificado, que comprenda una diana de enfoque;  
 dirigir a la diana anatómica al menos una porción del haz modificado, que comprenda la diana de enfoque, a través de al menos una porción de la ruta óptica de obtención de imágenes que incluya la lente del objetivo;  
 presentar a un usuario un primer campo de visión, cuando el conjunto de alineación esté incluido al menos parcialmente en la ruta óptica de obtención de imágenes, y un segundo campo de visión cuando el conjunto de alineación esté sustancialmente excluido de la ruta óptica de obtención de imágenes; y  
 35 proporcionar una diana de alineación visible para el usuario, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, utilizando el primer campo de visión.

40 13. El método de la reivindicación 12, en el que la diana anatómica incluye una zona del fondo de un ojo humano;  
 en el que el conjunto de alineación incluye una lente;  
 en el que el primer campo de visión es más ancho que el segundo campo de visión, incluyendo un primer campo de visión lo suficientemente ancho como para mostrar al menos un borde del iris-esclerótica;  
 en el que el método incluye posicionar el aparato óptico en una orientación deseada, para la adquisición de una imagen, utilizando la diana de alineación; y  
 en el que, cuando el aparato óptico esté en la orientación deseada para la adquisición de una imagen de la zona del fondo de ojo, para el usuario la diana de alineación aparecerá ubicada, a través de la ruta óptica de obtención de imágenes, en o cerca de una referencia anatómica.

50 14. El método de la reivindicación 12, en el que la difracción del haz colimado, para proporcionar un haz modificado que comprenda una diana de enfoque, incluye proporcionar un patrón específico utilizando un elemento difractivo.

55 15. El método de la reivindicación 12, en el que el conjunto de adquisición de imágenes comprende una cámara digital;  
 en el que uno o más del sistema de lente óptica, el módulo láser, el elemento de difracción, o el divisor de haces están incluidos como parte de un conjunto óptico que puede ser una o más de fijado mecánicamente al conjunto de adquisición de imágenes, o acoplado ópticamente a la cámara digital;  
 en el que el método incluye fijar mecánicamente el conjunto óptico a la cámara digital;  
 en el que la combinación de la cámara digital y el conjunto óptico está dimensionada y conformada para ser portátil;  
 y  
 en el que la combinación está configurada para adquirir una imagen de la diana anatómica de modo portátil.

60

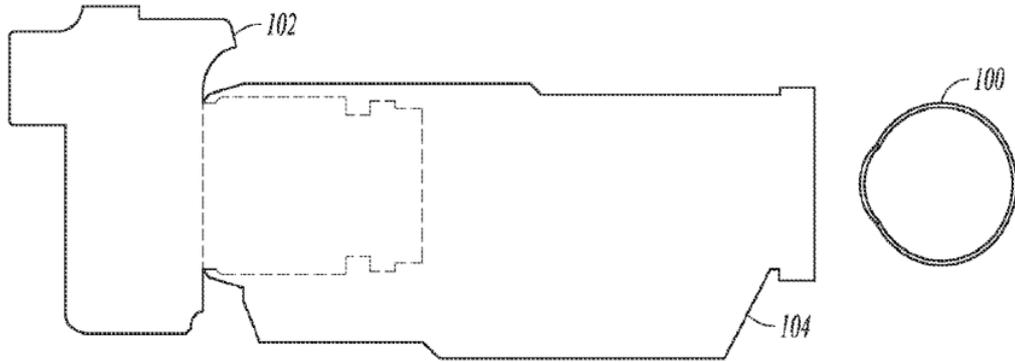


FIG. 1

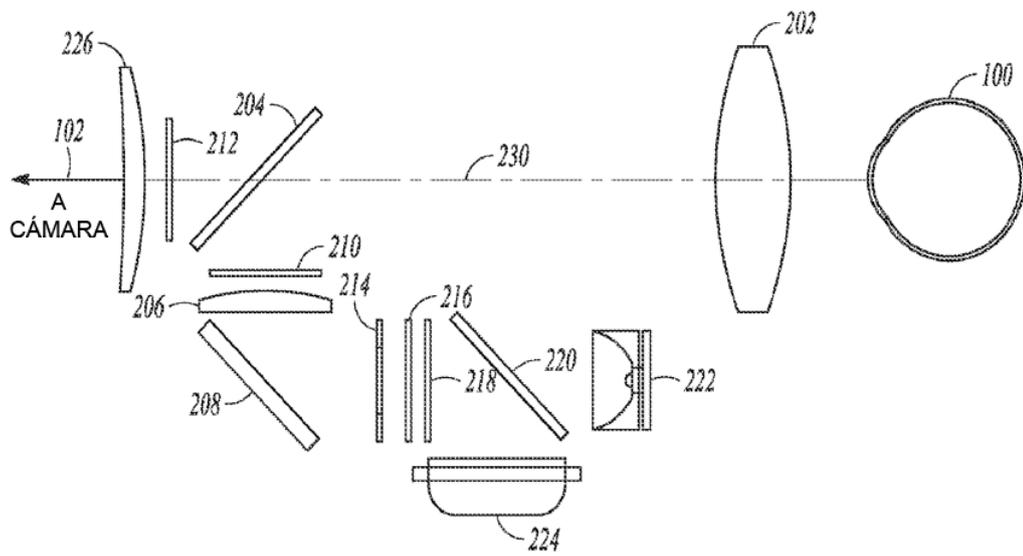


FIG. 2

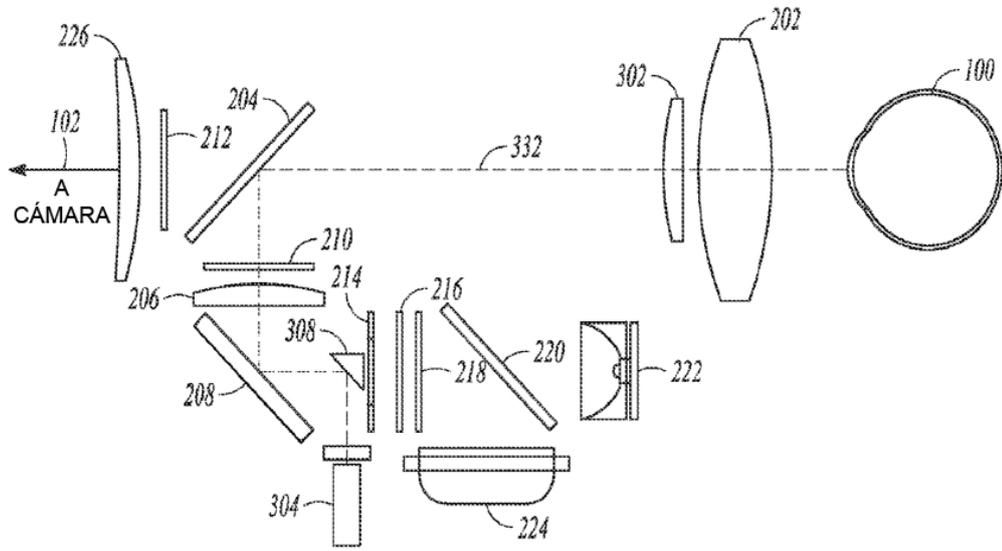


FIG. 3

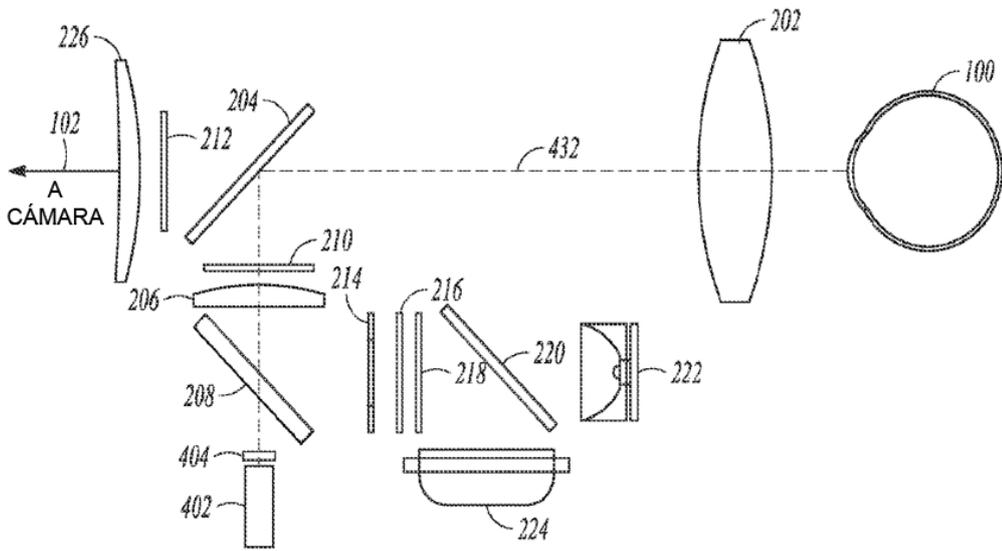
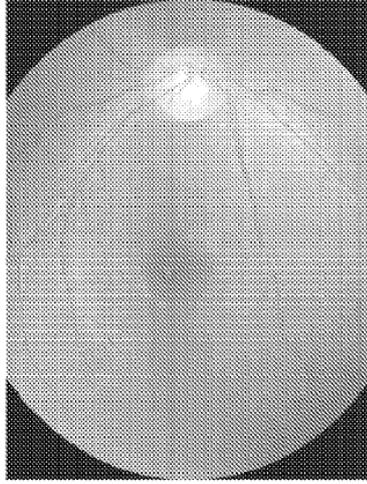
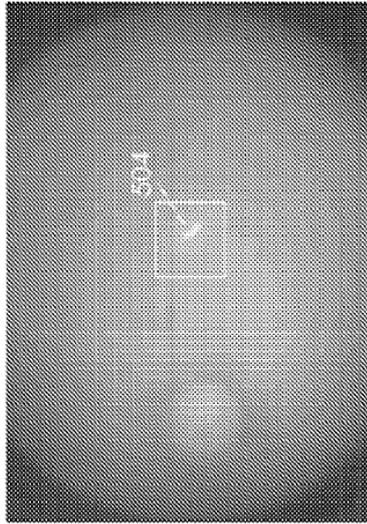


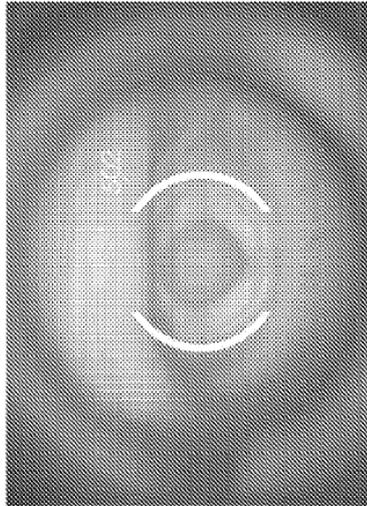
FIG. 4



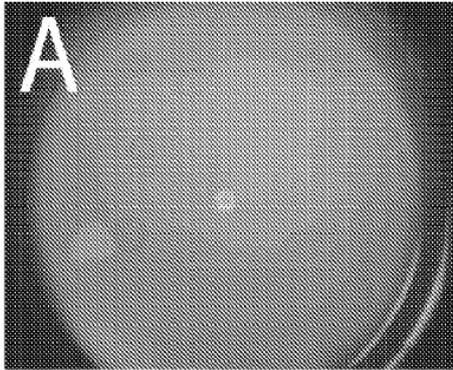
**FIG. 5C**



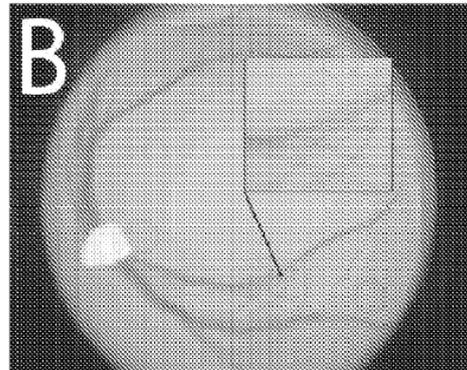
**FIG. 5B**



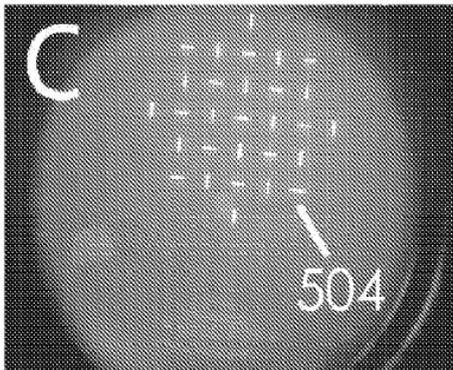
**FIG. 5A**



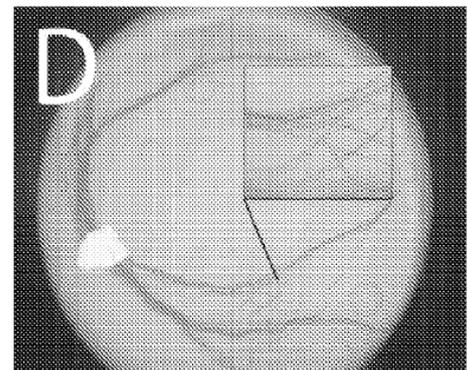
*FIG. 6A*



*FIG. 6B*



*FIG. 6C*



*FIG. 6D*

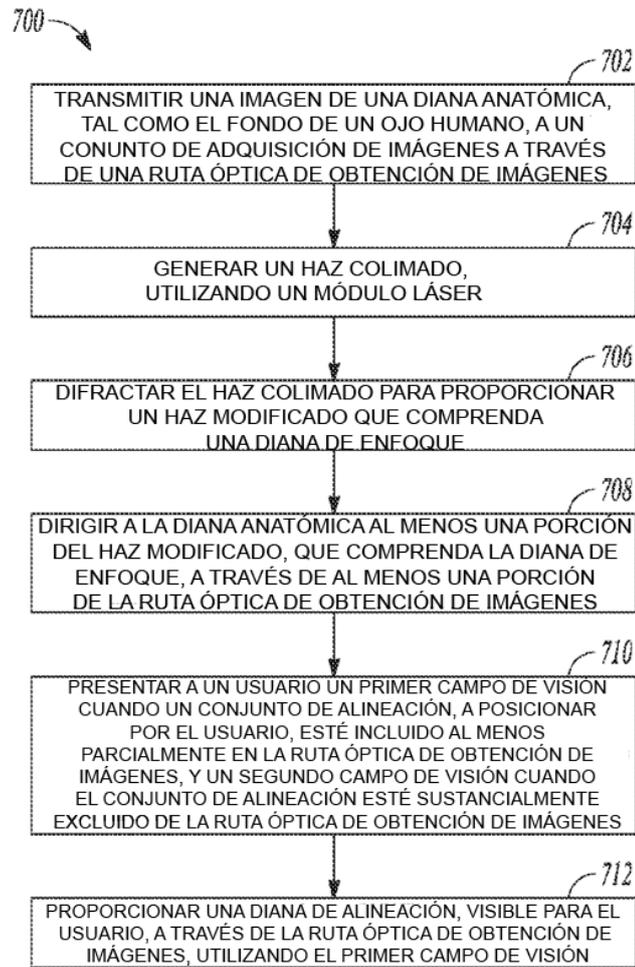


FIG. 7