

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 886**

51 Int. Cl.:

<b>A61B 3/10</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/14</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/18</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/15</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/12</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/00</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/135</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/024</b>	(2006.01)
<b>A61B 3/13</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2011 PCT/US2011/029421**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2011 WO11119602**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2011 E 11760067 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2549913**

54 Título: **Aparato y método para obtener imágenes de un ojo**

30 Prioridad:

**23.03.2010 US 316677 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.02.2017**

73 Titular/es:

**NEUROVISION IMAGING LLC (100.0%)  
1395 Garden Highway, Suite 250  
Sacramento, CA 95833, US**

72 Inventor/es:

**VERDOONER, STEVEN**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 601 886 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**

Aparato y método para obtener imágenes de un ojo

5 Esta solicitud reivindica la prioridad a la solicitud provisional de los Estados Unidos 61/316,677 presentada el 03/23/2010, cuya descripción total se incorpora como referencia.

Campo técnico y antecedentes

10 Obtener imágenes del ojo es desafiante con respecto a obtener imágenes que sean de buena calidad, que incluyan un amplio campo de visión, que estén libres de artefactos centrales y otros, que estén en estéreo, que puedan obtenerse fácilmente por el operador, que puedan lograr una alineación, enfoque y exposición apropiados tanto para las pupilas dilatadas como para las no dilatadas en los segmentos anterior y posterior del ojo.

15 La solicitud de patente publicada de los Estados Unidos núm. 2003/0206272 (T.N. Cornsweet y otros) describe un generador de imágenes del fondo de ojo que alinea automáticamente los rayos de iluminación que entran en la pupila. La luz proveniente de una fuente de luz se enfoca por una pequeña abertura y se refleja por un espejo montado de manera giratoria. Parte de la luz forma una imagen de la abertura en el plano focal de una lente, cuyo plano focal se encuentra en el plano de la pupila de un paciente e ilumina una sección del fondo de ojo. La luz, reflejada difusamente desde el fondo de ojo, emerge de la pupila. Una imagen de la pupila se forma en el plano de un sensor de vídeo.

20 La memoria de publicación alemana DE 10 2006 038 911 (Carl Zeiss Surgical) describe un módulo adaptador de oftalmoscopia para fijarse sobre un microscopio operativo que comprende un soporte para un cristal de aumento de oftalmoscopia. La luz de iluminación se guía más allá del cristal de aumento hacia la región del objetivo. Unos elementos ópticos, ajustables al menos parcialmente, se proporcionan accionando uno o más espejos, una o más guías de luz óptica, una o más lentes y un prisma de desviación.

25 La solicitud del PCT WO 2006/118560(Massachussetts Eye and Ear Infirmary) describe un dispositivo de obtención de imágenes portátil para obtener imágenes de un segmento anterior y posterior de un ojo. El dispositivo de obtención de imágenes incluye una fuente de luz que proporciona la iluminación del área de interés y un arreglo de lentes que permite que la luz reflejada desde el área de interés se enfoque hacia la lente de una cámara. Es un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato mejorado y un método mejorado para producir una imagen de un segmento posterior o anterior de un ojo.

30 Este objetivo se consigue mediante el aparato y método descritos en las reivindicaciones independientes.

Otras modalidades de un aparato y método, que logran del objetivo de la presente invención, se describen en las reivindicaciones dependientes.

35 La presente invención se refiere generalmente a un sistema y método para obtener imágenes de un ojo. La presente invención proporciona una combinación de técnicas innovadoras ópticas, mecánicas, y de procesamiento de imágenes que incluyen utilizar tecnologías ópticas combinadas con diversas técnicas de procesamiento de imágenes para obtener imágenes libres de artefactos. Más específicamente, la invención es un sistema y método para obtener imágenes de un ojo que puede utilizarse en diferentes configuraciones y modos de operación que incluyen configuraciones portátiles, montadas en microscopio, integradas con dispositivos de tomografía de coherencia óptica (OCT), integradas con oftalmoscopios directos e indirectos, montadas en lámpara de hendidura, integradas en lámpara de hendidura o acopladas a una unidad separada de soporte para barbilla-palanca de mando (cámara de fondo de ojo), dichas configuraciones incluidas con una pluralidad de accesorios. La invención es capaz de obtener imágenes de los pacientes libres de artefactos ópticos y otros, y además alcanzar un amplio campo de visión en comparación con las cámaras de fondo de ojo actuales y otros dispositivos de obtención de imágenes del ojo.

Breve descripción de los dibujos

40 La presente invención se describirá por medio de modalidades ilustrativas, pero no limitaciones, ilustradas en los dibujos adjuntos en los que las referencias similares designan elementos similares, y en los cuales:

La Figura 1A ilustra una vista en perspectiva lateral de un aparato para obtener imágenes de un ojo utilizado en combinación con un ordenador, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

45 La Figura 1B ilustra una vista en perspectiva lateral de un alojamiento de la cámara, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 1C ilustra una vista en perspectiva superior frontal de una copa ocular, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

65

La Figura 1D es un diagrama en perspectiva lateral diagonal en despiece de un sistema informático, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

5 La Figura 2 ilustra una vista en perspectiva lateral de un aparato para obtener imágenes de un ojo utilizado en combinación con un microscopio, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 3 ilustra una vista en perspectiva lateral de un aparato para obtener imágenes de un ojo que es portátil, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

10 La Figura 4A es un diagrama de flujo de un método para producir una imagen de un ojo, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

15 La Figura 4B ilustra una vista en perspectiva frontal de la captura de una imagen del ojo y los puntos de artefactos, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 4C ilustra una vista en perspectiva frontal de una máscara volteante sobre la captura de una imagen del ojo, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

20 La Figura 4D ilustra una vista en perspectiva frontal de una imagen del ojo compuesta libre de artefactos, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

#### Descripción detallada de las modalidades ilustrativas

25 Varios aspectos de las modalidades ilustrativas se describirán mediante el uso de términos empleados comúnmente por los expertos en la técnica para transmitir la esencia de su trabajo a otros expertos en la técnica. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que la presente invención puede llevarse a la práctica con sólo algunos de los aspectos descritos. Para propósitos de explicación, se exponen números, configuraciones y materiales específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de las modalidades ilustrativas. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que la presente invención puede llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, las características conocidas se omiten o simplifican para no bloquear el entendimiento de las modalidades ilustrativas.

30 Varias operaciones se describirán como múltiples operaciones discretas, a su vez, de una manera que sea más útil en la comprensión de la presente invención. Sin embargo, el orden de la descripción no debe interpretarse como que implica que estas operaciones son necesariamente dependientes de ese orden. En particular, estas operaciones no deben efectuarse en el orden de presentación.

35 La frase "en una modalidad" se usa repetidamente. En general, la frase no se refiere a la misma modalidad, sin embargo, puede que sí. Los términos "que comprende", "que tiene" y "que incluye" son sinónimos, a menos que el contexto indique lo contrario.

40 El aparato para producir una imagen de un ojo puede usarse para obtener imágenes del ojo y otras aplicaciones médicas, que incluyen, pero no se limitan a la obtención de imágenes del segmento anterior de un ojo, que incluye pero no se limita a la córnea, el cristalino, una cámara anterior, una película lagrimal, y también la obtención de imágenes del segmento posterior, que incluye el fondo de ojo en color, angiografía con fluoresceína, y la obtención de imágenes por angiografía con ICG, así como también longitudes de onda espectrales infrarrojas, e infrarrojas cercanas, libres de rojo, azules, rojas, de obtención de imágenes funcional y por autofluorescencia, tal como la autofluorescencia con flavoproteína, fluoróforos en el ciclo retinoide y otros, obtención de imágenes por fluorescencia con curcumina, y otros agentes de contraste usados para obtener imágenes de enfermedades oculares y también neurodegenerativas. El aparato para producir una imagen de un ojo puede usarse con un gran aumento o puede proporcionar un campo de visión muy amplio y operarse en un modo de distancia focal regulable. El aparato para producir una imagen de un ojo puede operarse en un modo plenóptico el cual permite que varias longitudes focales se combinen en una imagen compuesta que puede seccionarse a través de, o combinarse en, una sola imagen.

55 Una modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo permite su uso en un modo de estereopsis para la generación casi en tiempo real de imágenes estéreo. El aparato para producir una imagen de un ojo puede contener una copa ocular para crear una interfaz de paciente y un ambiente oscuro para la operación en un modo no midriático. La copa ocular puede utilizarse para mantener abiertos los párpados de una persona.

60 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo puede utilizarse como un sistema de orientación y/o planificación del tratamiento.

65 El aparato para producir una imagen de un ojo es un dispositivo de obtención de imágenes portátil, de bajo costo, y/o integrado en lámpara de hendidura y/o montado en lámpara de hendidura y/o montado en unidad de soporte para barbilla-palanca de mando, y/o montado en microscopio, adecuado para visualizar un amplio campo y/o vistas ampliadas de las imágenes de la retina a través de una pupila dilatada o no dilatada.

5 El aparato para producir una imagen de un ojo es también capaz de obtener imágenes del segmento anterior del ojo, y secciones y planos focales dispuestos entre las secciones. El aparato para producir una imagen de un ojo incluye un sistema de iluminación, tal como un sistema de LED, halógeno, xenón, o cualquier otro sistema de iluminación adecuado, limitadores de luz y máscaras de reflexión. El sistema de iluminación incluye una o más fuentes de luz, preferentemente luz LED blanca o luz de una determinada longitud de onda para pruebas específicas, o fuentes de luz sintonizables, que pueden entregarse en el sistema óptico ya sea a lo largo de un eje óptico, o ligeramente fuera del eje óptico, a partir del centro del sistema óptico u ojo y devolver la ruta de obtención de imágenes desde la retina.

10 El aparato para producir una imagen de un ojo proporciona la entrada de los rayos de luz en el ojo para una iluminación retiniana de amplio campo, reducción del deslumbramiento y eliminación de artefactos primarios y reflexiones. Los limitadores de luz, máscaras volteantes, el procesamiento de imágenes, y/o la iluminación fuera del eje eliminan la formación de reflexiones no deseadas o deslumbramiento en la imagen retiniana. El aparato para producir una imagen de un ojo es muy adecuado para la visualización de la retina a través de una pupila no dilatada, tal como una pupila dilatada no farmacológicamente o una pupila dilatada muy poco, tal como 1.5 mm, y dispone que las aberturas y máscaras se dimensionen de acuerdo con el diámetro de una pupila no dilatada. El ajuste de esta abertura y/o máscaras puede ser fijo o puede regularse por el usuario. También puede, de manera automática, detectar el tamaño de la pupila y optimizar el tamaño de la abertura y/o máscaras, y posicionar la fuente de luz, y máscaras. El aparato para producir una imagen de un ojo puede utilizar una máscara de reflexión que bloquea momentáneamente las reflexiones no deseadas mientras mantiene iluminadas otras áreas de la imagen. Las regiones libres de artefactos de las imágenes secuenciales pueden también combinarse para formar una imagen compuesta libre de artefactos. El aparato para producir una imagen o una película continua de un ojo puede utilizar un medio de seguimiento del ojo y ajuste a diferentes vistas, moviendo de este modo los artefactos a diferentes regiones geográficas en el ojo, y combinando posteriormente esas imágenes o secciones de imágenes en una imagen compuesta final que está libre de artefactos.

25 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utiliza una, dos o más fuentes de iluminación con un desplazamiento lateral y/o rotación de los elementos ópticos para cambiar la iluminación y/o campo de visión, en combinación con un rápido volteo secuencial de máscaras. Estos diseños ópticos también iluminan la retina y proporcionan una imagen con un campo de visión más amplio que las cámaras de fondo de ojo actuales. Además, cuando se combinan las imágenes, se crea una imagen final con una iluminación distribuida de manera más uniforme, un enfoque más nítido y corrección de aberraciones.

35 El aparato para producir una imagen de un ojo contiene un algoritmo de procesamiento de imágenes que detecta automáticamente cualquier artefacto en la imagen y realiza una reconstrucción de la imagen que utiliza la información válida de la imagen a partir de la(s) imagen(imágenes) correspondiente(s) en la(s) que el artefacto estaba enmascarando la retina en la imagen original. El aparato para producir una imagen de un ojo puede, o no, utilizar la iluminación estroboscópica pero sí puede combinar varias imágenes, y mezcla las imágenes entre sí después de eliminar artefactos similares de una o más series de imágenes, y/o luego de realizar cambios en la fijación del paciente.

40 El diseño óptico puede contener una o más fuentes de luz y puede añadir un prisma, tal como un medio pentaprisma, prisma Schmidt o un prisma hecho a medida, que redirige las rutas de iluminación y de obtención de imágenes para que se separen ligeramente entre sí, lo que crea iluminación e imágenes superpuestas para un mayor campo de visión, y también puede utilizarse en combinación con máscaras volteantes dispuestas secuencialmente. Estas rutas alternativas de iluminación y obtención de imágenes pueden entrar en la pupila de una manera angular con respecto al centro óptico o pueden entrar ligeramente fuera del eje, pero paralelo al centro del sistema óptico. El ángulo de separación de estas diferentes rutas superpuestas de fuentes de luz y obtención de imágenes puede ser variable en dependencia del tamaño de la pupila. Este puede ajustarse automáticamente en base a la detección automática del tamaño de la pupila.

50 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo permite inclinar los componentes ópticos para eliminar o posicionar específicamente las reflexiones y artefactos. El aparato para producir una imagen de un ojo contiene un enfoque manual y/o un mecanismo de enfoque automático. El aparato para producir una imagen de un ojo tiene un algoritmo de exposición automática y un algoritmo de optimización del brillo y contraste de la imagen para mejorar la calidad de la imagen. El aparato para producir una imagen de un ojo puede contener un algoritmo de estabilización de la imagen o de seguimiento de los ojos. El aparato para producir una imagen de un ojo tiene un modo de alineación, ya sea en luz visible, NIR, o IR que permite al usuario alinear una imagen del ojo a lo largo de una pupila externa y/o una imagen de luz visible o infrarroja de la retina. El aparato para producir una imagen de un ojo puede contener un algoritmo de alineación y un control mecánico o automático para alinear una pupila del ojo a lo largo de un eje óptico hacia la pupila del paciente.

60 El aparato para producir una imagen de un ojo puede contener un modulador espacial de luz para posicionar y perfilar el haz de iluminación de acuerdo con la ubicación y dimensiones detectadas de la pupila, en combinación con una máscara volteante para la eliminación de artefactos. El aparato para producir una imagen de un ojo puede medir y registrar el tamaño de la pupila. El aparato para producir una imagen de un ojo puede registrar la respuesta pupilar a los estímulos introducidos en el tren óptico para los propósitos de una prueba de perimetría. El aparato para producir una imagen de un ojo puede contener un modo de prueba de adaptación a la oscuridad que introduce un flash para deslumbrar la retina seguido por estímulos internos de diferentes longitudes de onda para determinar la respuesta de los bastones y/o conos, sobre todo en el seguimiento de la degeneración macular asociada a la edad o AMD y otras enfermedades. El aparato

para producir una imagen de un ojo puede contener un modo para realizar tomografías de coherencia óptica en combinación con otras modalidades de obtención de imágenes. El aparato para producir una imagen de un ojo puede emplear un filtro de infrarrojo o infrarrojo cercano o fuente de luz que está en su lugar para el modo de alineación y se voltea para permitir el paso de otras longitudes de onda espectrales y la posterior captura de imágenes.

5

Una modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utiliza un algoritmo de software de estabilización de imagen óptica antivibración, de seguimiento de los ojos, y/u otros con el fin de alinear automáticamente el aparato para producir una imagen de un ojo con el ojo del paciente, y también facilita la alineación de las imágenes para obtener promedios y otros procesamientos de imágenes y funciones de visualización.

10

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo que logra un desplazamiento del artefacto óptico mediante una lente del objetivo oscilante u otro elemento de enmascaramiento u óptico interno que logra producir una imagen ubicada adyacente al artefacto producido por la lente del objetivo oscilante. El remapeo en tiempo real del artefacto puede aplicarse a este conjunto de imágenes para la eliminación de artefactos. Esta modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo permite la creación de pares de imágenes estéreo en tiempo real debido a la oscilación y el desplazamiento. La oscilación podría ser de varias frecuencias para lograr un resultado deseado. Esto también puede combinarse con el seguimiento de los ojos y cambios en la fijación del paciente con el fin de crear un amplio campo de visión de la retina generada a partir de varias imágenes, películas, o secciones de imágenes, ya sea en postprocesamiento o casi en tiempo real.

15

20

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo construye una imagen integral a través de múltiples planos del ojo mediante un enfoque escalonado y la introducción de elementos ópticos adicionales para lograr un cambio de enfoque.

25

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utiliza todas las modalidades descritas previamente incorporadas en un sistema de orientación y/o planificación terapéutico.

30

El volteo rápido secuencial de una máscara de artefacto y la posterior reconstrucción de la imagen puede lograrse mediante una variedad de estrategias de iluminación aparte de la iluminación de fuente puntual descrita. La máscara puede implementarse mediante la utilización de un elemento de volteo mecánico, un mecanismo de ventana opto-electrónico obturado, o una máscara rotativa sincronizada con una capacidad de captura de la imagen desde una o más fuentes de luz. El área debajo del artefacto se expondría temporalmente y capturaría, y posteriormente se combinaría con otras áreas de las imágenes adquiridas previamente para la creación de una imagen compuesta libre de artefactos. La máscara podría servir además como un dispositivo o mecanismo de fijación del paciente y/o alineación de los ojos.

35

El aparato para producir una imagen de un ojo podría contener una tarjeta SD inalámbrica u otro dispositivo inalámbrico incorporado para transmitir automáticamente las imágenes a un ordenador central u otro dispositivo de almacenamiento o software. El aparato para producir una imagen de un ojo podría permitir al usuario tomar una imagen del nombre del paciente, aplicar la tecnología de reconocimiento óptico de caracteres, detectar el código de caracteres, nombre, apellido del paciente, registrar la fecha y hora de la imagen, almacenar automáticamente la información en una base de datos y transmitir inalámbricamente la información a un ordenador central. Esto podría realizarse mediante un procesador incorporado en el aparato para producir una imagen de un ojo o mediante un ordenador central.

40

45

El aparato para producir una imagen de un ojo puede utilizar además una copa ocular flexible que podría fijarse al aparato para producir una imagen de un ojo, o utilizarse como una copa ocular flexible y desechable que se acopla al extremo del aparato para producir una imagen de un ojo para su uso en cada paciente. La copa ocular podría hacerse de un material flexible con deflector tal como caucho, plástico, o cualquier tipo de material adecuado que rodee suavemente el ojo del paciente para crear un ambiente oscuro y podría utilizarse además para mantener abiertos los párpados de un paciente. La copa ocular podría tener un mecanismo interno angular de resorte (o material comprimible similar a una esponja) que mantiene abiertos los párpados del paciente. Los deflectores son flexibles para permitir el posicionamiento ajustable y adecuado alrededor de los ojos del paciente.

50

55

Una modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo contiene una porción firme de caucho o plástico de la copa ocular que se encuentra aproximadamente a lo largo de un eje vertical con relación a la copa ocular que se utiliza para mantener abierto el párpado superior de un paciente durante el proceso de obtención de imágenes. El resto de la copa ocular se coloca sobre el ojo del paciente para crear un ambiente oscuro. Este modo de operación crea un ambiente oscuro para la dilatación natural de la pupila del paciente. Otra modalidad de la copa ocular es sólo las porciones superiores usadas para mantener el párpado superior abierto durante el proceso de obtención de imágenes.

60

65

El aparato para producir una imagen de un ojo podría incluir además un sistema de iluminación de luz LED infrarroja o infrarroja cercana u otra fuente de luz, acoplado con un detector, tal como un dispositivo acoplado por carga o CCD, un semiconductor complementario de óxido metálico o CMOS, u otro tipo adecuado de detector que sea sensible a la luz a una longitud de onda particular. El detector podría usarse para la alineación, pero también podría estar apagado y aplicar al paciente un flash con longitudes de onda de luz visible, luz verde, luz azul o luz libre de rojo para la obtención de imágenes, que incluye la angiografía con fluoresceína, angiografía con ICG, autofluorescencia del fondo de ojo, obtención de imágenes hiper y multiespectrales, obtención de imágenes por fluorescencia con curcumina u otras longitudes de onda

usadas en otros procesos de obtención de imágenes funcionales o por autofluorescencia con una variedad de agentes de contraste.

5 El aparato para producir una imagen de un ojo podría comprender todas las modalidades descritas anteriormente, además de crear una imagen plenóptica multifocal u otra imagen o película que se cree a partir de imágenes en múltiples planos focales. Esta imagen se forma mediante un sistema de cámara que tiene microlentes sobre la parte superior de un conjunto de píxeles CCD o CMOS que se divide en dos o más planos focales. Esta imagen se calibraría y reconstruiría en una imagen plenóptica multifocal. Alternativamente, una imagen multifocal plenóptica podría crearse mediante el uso de un mecanismo de enfoque manual o automático que encuentra el enfoque central óptimo y después adquiere imágenes adicionales con ligeros ajustes de enfoque encerrados alrededor del punto focal central. Estas imágenes podrían entonces combinarse en una sola imagen plenóptica o podrían combinarse en una imagen en movimiento interactiva que permite al usuario desplazarse a través de múltiples planos focales. El algoritmo para combinar las imágenes alinearía automáticamente las imágenes para corregir la traslación, rotación, curvatura, y las diferencias de ampliación entre las imágenes. El software podría detectar la información de alta frecuencia en cada plano de la imagen correspondiente a un elemento. El algoritmo plenóptico podría utilizarse además para combinar las imágenes de diferentes modalidades. Por ejemplo, las imágenes de ICG que destacan detalles del coroides podrían combinarse con imágenes de la fluoresceína que destacan detalles de la retina. El algoritmo plenóptico podría utilizarse para cualquier combinación de imágenes de la retina. El algoritmo plenóptico podría aplicarse además a las imágenes de múltiples planos focales en el segmento anterior del ojo. Estas modalidades podrían combinarse además con los conjuntos de datos de OCT para las imágenes de la retina seccionadas que contienen múltiples planos y secciones de imágenes.

Una modalidad permitiría una captura continua de imágenes o películas a través de todo el ojo desde la porción anterior hasta la porción posterior y permitiría la aplicación del algoritmo plenóptico para formar una única imagen plenóptica o función de visualización de película en bucle.

25 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo permite la captura simultánea o secuencial rápida de múltiples modalidades de obtención de imágenes y la recombinación en imágenes compuestas como fotogramas individuales o imágenes promediadas.

30 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo podría implementarse además en combinación con un sensor frontal de onda para el posicionamiento automático y la corrección de aberraciones. El aparato para producir una imagen de un ojo podría combinarse con un espejo deformable y un sensor frontal de onda para la corrección de aberraciones de bajo y alto orden. El aparato para producir una imagen de un ojo y todas sus modalidades podría incluir componentes, fuentes de luz y filtros que permiten todos los tipos de obtención de imágenes de la retina que incluyen, pero no se limitan a, fondo de ojo en color, angiografía con ICG, libre de rojo, angiografía con fluoresceína, obtención de imágenes con IR o IR cercano, todas las formas de autofluorescencia del fondo de ojo a diferentes longitudes de onda, obtención de imágenes hiper y multispectrales, obtención de imágenes por fluorescencia con curcumina, y la obtención de imágenes funcional con una variedad de agentes de contraste.

40 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utilizaría elementos de las porciones de obtención de imágenes de la lámpara de hendidura y se giraría en frente de una lente del objetivo de la lámpara de hendidura.

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utilizaría una modificación de la lámpara de hendidura que también utiliza el sistema de iluminación existente en la lámpara de hendidura para la obtención de imágenes de la retina y el segmento anterior.

45 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo sería para el uso portátil, integrado con un oftalmoscopio directo o indirecto, o tener el aparato para producir una imagen de un ojo conectado a un microscopio.

50 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo sería combinar el aparato para producir una imagen de un ojo con la modalidad de tomografía de coherencia óptica o prueba OCT.

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utiliza un modo en el que las imágenes se capturan y se mueven juntas en tiempo real, las secuencias de la película en tiempo real se analizan en busca de artefactos y un enfoque óptimo, y las imágenes se reconstruyen a partir de las secciones "buenas" de las imágenes tomadas de la secuencia de la película.

60 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo permite al usuario programar un objetivo de fijación interna a seguir por el paciente y después acoplar las imágenes entre sí a medida que son capturadas. Esta también se aplicaría para la eliminación de artefactos. Múltiples imágenes pueden almacenarse como un archivo de película, un fotograma individual o fotogramas individuales unidos entre sí. La fijación interna puede ser en una variedad de formas, que incluyen un "palo" volteante que contiene un conjunto de LED el cual puede programarse por el usuario para una posición específica. El palo de LED volteante interno se volteja automáticamente fuera de lugar durante la captura de imágenes.

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo introduce estímulos mediante una luz LCD y un cortador del haz u otro mecanismo adecuado para la prueba de micropérimetría.

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utiliza lentes del objetivo intercambiables para diferentes campos de visión y también para la obtención de imágenes del segmento anterior.

5 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo incluye una lente, limitadores y un dispositivo de enmascaramiento que se optimiza para la obtención de imágenes de la lente del ojo mediante la retroiluminación.

10 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo aplica un algoritmo de corrección de oscuridad mediante el cual una imagen del chip CCD o CMOS se captura en un ambiente oscuro y se procesa, almacena y elimina de las imágenes capturadas para reducir el ruido y mejorar la calidad general de la imagen.

Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo permite su utilización en un enfoque normal conmutable o modo plenóptico para permitir la captura de imágenes a partir de múltiples planos focales.

15 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utiliza un sistema óptico estéreo para la visualización estereoscópica en tiempo real. Esto se consigue de diferentes maneras, que incluyen desplazamiento óptico, superposición de lentes CCD o superposición de microlentes y puede derivarse de un escáner de vídeo, cámaras de movimiento y/o enfoque, múltiples cámaras, o cámaras de múltiples chips.

20 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo tendría cámaras estéreo dobles (o chips/óptica doble en una sola cámara). Esta puede montarse en la lámpara de hendidura a través de un divisor del haz o copas oculares de un divisor del haz tradicional de la lámpara de hendidura.

25 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo implica una alternativa a un efecto estroboscópico alternativo rápido de una luz LED que en su lugar utilizaría una máscara óptica rotativa a un ritmo rápido que está sincronizado con una entrada de vídeo. Esto podría traer como resultado múltiples imágenes para la reconstrucción libre de artefactos.

30 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo utiliza una fuente de luz rotativa que además puede utilizarse en combinación con otras características mencionadas anteriormente. Esta puede hacerse con varios elementos ópticos en el aparato para producir una imagen de un ojo que incluye una óptica sincronizada que rota rápidamente tal como un prisma de cuña. El artefacto se mapearía en la otra imagen para eliminar el artefacto. El mapeo podría hacerse con procesamiento de imágenes o con calibración y mapeo de memoria en tiempo real. El mapeo sirve además como un medio para aumentar el campo de visión de la imagen y podría agruparse en un panorama como una sola imagen.

35 Otra modalidad del aparato para producir una imagen de un ojo usa cualquiera o todos los elementos descritos y produce un panorama común en tiempo real a partir de la secuencia de vídeo. Esta puede obtenerse además mediante un cambio pre-programado aleatorio o automático en la fijación del paciente. Esta podría lograrse además mediante un giro y/o inclinación programable del dispositivo para cambiar la posición y la visión de la imagen.

40 La Figura 1A ilustra una vista en perspectiva despiezada de un aparato para producir una imagen de un ojo 100, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El aparato para producir una imagen de un ojo 100 incluye una cámara de vídeo 110, la óptica de la cámara de vídeo 112, un alojamiento de la cámara 120 montado en una unidad de soporte para barbilla-palanca de mando de la lámpara de hendidura 130 y la óptica de la fuente de iluminación 140. La cámara de vídeo 110 es una cámara digital, pero puede ser cualquier tipo de cámara adecuada para su uso con el aparato para producir una imagen de un ojo 100. La unidad de soporte para barbilla-palanca de mando de la lámpara de hendidura 130 incluye un soporte de la cabeza 142, una base móvil 144, una palanca de mando 146, y un soporte del alojamiento 148. El soporte de la cabeza 142 mantiene la barbilla y la frente del paciente en una posición conocida, fija. El soporte de la cabeza 142 está provisto de ajustes de elevación para proporcionar un lugar de descanso confortable para la cabeza del paciente. La posición del alojamiento de la cámara 120 con relación al soporte de la cabeza 142 puede ajustarse en incrementos relativos gruesos y finos mediante el uso de la palanca de mando 146. El aparato para producir una imagen de un ojo 100 se usa en combinación con un sistema informático 150, que se describe con mayor detalle en la Figura 1D. El sistema informático 150 puede ser cualquier sistema informático adecuado 150 que puede usarse en combinación con el aparato para obtener imágenes de un ojo 100.

55 El ordenador personal 150 forma el centro del aparato para obtener imágenes de un ojo 100, procesar los datos y controlar la operación de otros componentes del aparato para obtener imágenes de un ojo 100. Una cámara de vídeo 110 se conecta al ordenador personal 150. Un monitor de vídeo de observación que puede ser la pantalla del ordenador personal, una unidad de soporte para barbilla-palanca de mando de la lámpara de hendidura 130, una óptica de la fuente de iluminación 140, y una óptica de la cámara de vídeo 112 se asocian con el alojamiento de la cámara 120.

60 El ordenador personal 150 es, preferentemente, un ordenador relativamente compacto, un ordenador incorporado, o un ordenador tipo tableta con una capacidad de procesamiento relativamente alta, que utiliza un sistema operativo estandarizado y con puertos de tarjeta estandarizados para conectar equipos periféricos, tales como tarjetas de memoria, tarjeta de vídeo, impresora y monitor. El ordenador personal 150 ejecutará un software personalizado, como se describirá

en detalle más adelante. El monitor o pantalla del ordenador personal tendrá una capacidad de gráficos en color de muy alta resolución adecuada para mostrar las imágenes bajo análisis.

5 La tarjeta de digitalización acepta un archivo digital o entrada de vídeo de la cámara de vídeo 110 y funciona como un "capturador de fotogramas", o pantalla. Es decir, cuando se activa mediante una señal desde el ordenador personal 150, la tarjeta de digitalización recolectará los datos de vídeo y/o digitales y las imágenes de la cámara de vídeo 110 en ese instante y los almacenarán en datos digitales. Los datos digitales producidos se almacenan en la memoria y se ponen a disposición del ordenador personal 150 para su análisis.

10 La Figura 1B ilustra una vista en perspectiva lateral de un alojamiento de la cámara 120 de la unidad de soporte para barbilla-palanca de mando 130, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El alojamiento de la cámara 120 que contiene la cámara de vídeo 110 y la óptica de la(s) fuente(s) de iluminación 140 están próximos a una sección del globo ocular EB del paciente con una córnea C y una retina R. El alojamiento 120 puede ser cilíndrico o de cualquier otra forma adecuada. El alojamiento 120 no tiene partes salientes hacia adelante, lo que impide el contacto directo accidental de cualquier parte del aparato para obtener imágenes de un ojo 100 con la córnea C o rasgos faciales del paciente durante el movimiento del alojamiento 120 con relación a los ojos del paciente. Esto es ventajoso debido a que no existe contacto con la córnea C del paciente para llevar a cabo el examen y la captura de imágenes. El alojamiento externo 120 y la óptica se han diseñado para mantener una cierta distancia de la córnea C, lo que aumenta la comodidad del paciente mientras se esté realizando cualquier prueba. Una interfaz flexible tal como una copa de caucho 180 puede proporcionarse en la interfaz entre el alojamiento 120 y el globo ocular EB del paciente.

25 La inclusión de la óptica de la fuente de iluminación 140, la óptica de la cámara 112 y la cámara de vídeo 110 en el alojamiento de la cámara 120 proporciona un alto grado de accesibilidad. La colocación de todos los elementos del aparato para obtener imágenes de un ojo 100 en un alojamiento de la cámara 120 permite un diseño accesible. Además, el diseño relativamente pequeño del aparato para obtener imágenes de un ojo 100 en comparación con el de una cámara de fondo de ojo para la observación y captura de imágenes proporciona una ruta óptica más corta y eficiente. El diseño compacto y la simplicidad de la óptica 112, 140 reduce los costes de producción y permite un uso más fácil por el operador. El diseño del aparato para obtener imágenes de un ojo 100 permite obtener imágenes a través de una pupila más pequeña en comparación con una cámara de fondo de ojo.

30 La cámara de vídeo 110 es relativamente compacta e incorpora un CMOS, CCD de colores o monocromático, o un sensor de imágenes multi/hiper espectrales. El enfoque del paciente puede lograrse además mediante el enfoque de los elementos ópticos internos de la cámara digital. La lente contenida dentro de la cámara 100 puede enfocarse de manera automática o manualmente mediante la observación de la imagen mostrada en un monitor de vídeo de observación. Alternativamente, podría proporcionarse un sistema de control electrónico de enfoque automático para ajustar automáticamente el enfoque de la lente dentro de la cámara 100. La cámara de vídeo 110 puede contener además un sensor CCD o CMOS monocromático o de colores (no mostrado).

40 La óptica de observación 112 asociada con la cámara de vídeo 110 incluye la lente 170, una abertura de observación 172, y un filtro 174. La abertura de observación 172 y el filtro 174 transmiten la luz reflejada desde la retina R hacia la lente 170 y hasta la cámara de vídeo 110. El filtro 174 es un filtro de infrarrojos paso a paso (u otro filtro para otros procedimientos de obtención de imágenes), que mejora el contraste de la imagen vista mediante la cámara de vídeo 110.

45 La angiografía con verde de indocianina, fotografía del fondo de ojo en color, autofluorescencia, angiografía con fluoresceína, la obtención de imágenes por fluorescencia con curcumina, u otros conjuntos de filtros, pueden utilizarse por el aparato para obtener imágenes de un ojo 100. Estos filtros se montarán de manera que sean selectivamente giratorios dentro y fuera del eje de visión de la cámara de vídeo 110 de acuerdo con la función que se esté realizando. La rotación puede llevarse a cabo manualmente o bajo un servocontrol por ordenador.

50 La óptica de proyección 140 de la invención proyecta luz sobre la retina R, fuera del eje a un ángulo con el eje central 176 de la lente 170 de la cámara de vídeo 110. La óptica de proyección 140 incluye una lámpara 141, un grupo de lentes de la lámpara 143, un espejo 145, y una abertura de proyección 172. Un control 1001 se proporciona para ajustar la intensidad y posición de la lámpara 141, ya sea manualmente o bajo el control del sistema informático 150. El control se usa además para controlar secuencialmente las múltiples lámparas 141, elementos ópticos en desplazamiento, máscaras volteantes 147, el puntero de fijación interna volteante LED 1004, y el gatillo de captura de imágenes.

60 La luz de la lámpara 141 pasa a través de la abertura 149 y la serie de lentes del grupo de lentes de la lámpara 143 que típicamente tiene dos lentes. Las lentes del grupo de lentes de la lámpara 143 concentran la salida de luz de la lámpara 141. El grupo de lentes de la lámpara 143 puede estar compuesto preferentemente por múltiples lentes o una sola lente esférica. La luz se desvía entonces por el espejo 145 que se coloca en un ángulo de paso crítico con relación a la cámara de vídeo 110 y la óptica de proyección 112. La luz pasa desde el espejo 145 más allá de la máscara volteante 147 que concentra la luz. La luz pasa entonces a través de una pluralidad de máscaras de pupila pequeña 1002. La luz pasa después a través de la lente del objetivo 1003. La luz pasa entonces más allá de la córnea C y se proyecta sobre la retina R.

65 Todas las máscaras y aberturas utilizadas, tales como la máscara volteante 147 y la abertura 149 y 1002, son aberturas

dimensionadas adecuadamente. A pesar de que la lámpara 141 se ha descrito como una lámpara LED generalizada, hay que señalar que la lámpara 141 puede ser cualquier fuente de energía radiante. En una modalidad preferida, la lámpara 141 es una fuente de iluminación infrarroja, y las especificaciones del filtro 174 se ajustan en consecuencia para pasar la longitud de onda de la lámpara 141. La iluminación infrarroja puede ser particularmente conveniente para la alineación antes de adquirir imágenes, sin los problemas generados por la falta de dilatación de la pupila. La imagen puede capturarse en una habitación relativamente oscura mediante el uso de iluminación infrarroja, de manera que el ojo del cual se están obteniendo las imágenes se dilata de forma natural. Existe además un medio para encender y apagar secuencialmente la fuente de luz en sincronización con la captura de imágenes bajo cada condición, el cual es un sistema informático 150, que se describe adicionalmente en la Figura 1C.

En otra modalidad preferida que aborda los problemas provocados por la falta de dilatación de la pupila durante la obtención de imágenes, la lámpara 141 puede ser estroboscópica a todo color, libre de rojo, NIR u otra longitud de onda preferida (basado en el procedimiento de obtención de imágenes deseado) durante la adquisición de imágenes en vez de mantenerse encendida constantemente, lo que evita que la energía de la lámpara 141 estreche la pupila antes de la captura de imágenes. Debido al diseño único de la óptica de proyección 140 y las capacidades del software de procesamiento y análisis de imágenes empleado, los datos útiles de la imagen a partir de cada imagen pueden recolectarse con una dilatación mínima de la pupila. Específicamente, las pupilas de los ojos de los que se obtienen las imágenes pueden tener un diámetro de tan sólo 2 mm. La óptica de proyección 140 proyecta luz sobre la retina R fuera del eje de la ruta de observación de la cámara de vídeo 110. Otra modalidad preferida coloca una máscara ajustable 1002 adyacente a la lente del objetivo 1003 que se ajusta a la pupila del paciente para optimizar la imagen cuando la pupila es pequeña.

La Figura 1C ilustra una vista en perspectiva superior frontal de una copa ocular 180, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. La copa ocular 180 sobresale hacia fuera desde el perímetro 182 a un incremento aproximado del 10 % en las posiciones aproximadas  $0^{\circ}$ 184 y  $180^{\circ}$ 186 sobre el perímetro 182. Más detalles con respecto a la copa ocular 180 se describen en la Figura 3 y su descripción.

La Figura 1D es un diagrama en perspectiva lateral diagonal en despiece de un sistema informático 150, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. Tal sistema informático 150 incluye una unidad de procesamiento tal como una CPU 151 conectada mediante un bus a una memoria de acceso aleatorio o RAM 152, un dispositivo de almacenamiento 153, un teclado 154, una pantalla 155 y un ratón 156. Además, existe el software 157 para la entrada de datos que representan el aparato para obtener imágenes de un ojo 100. Un ejemplo de un sistema informático 150 puede ser un ordenador personal Dell que opera en el sistema operativo Microsoft Windows, o Linux, Macintosh, etc. La invención puede usarse además en un ordenador portátil, teléfono celular, PDA, Apple™ Mac™, tableta, u otro dispositivo informático. El sistema informático 150 puede usarse además en combinación con un módem inalámbrico 158 o tarjeta de interfaz de red 159.

Las diversas modalidades del método de la invención se implementarán generalmente por un ordenador que ejecuta una secuencia de instrucciones de programa para llevar a cabo las etapas del método, suponiendo que todos los datos necesarios para el procesamiento son accesibles para el ordenador. La secuencia de instrucciones de programa puede llevarse a la práctica en un producto de programa informático que comprende los medios que almacenan las instrucciones de programa. Como será fácilmente evidente para los expertos en la técnica, la presente invención puede materializarse en hardware, software, o una combinación de hardware y software. Cualquier tipo de sistema(s) de ordenador/servidor, u otro aparato adaptado para llevar a cabo los métodos descritos en la presente descripción, es adecuado. Una combinación típica de hardware y software podría ser un sistema informático de propósito general con un programa informático que, cuando se carga y ejecuta, lleva a cabo el método, y las variaciones del método, como se describe en la presente descripción.

La Figura 2 ilustra una vista en perspectiva lateral de un aparato para obtener imágenes de un ojo 200 utilizado en combinación con un microscopio 260, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. La Figura 2 ilustra una vista en perspectiva lateral de un aparato para obtener imágenes de un ojo 100 que tiene todos los mismos componentes del aparato para obtener imágenes de un ojo 100 descrito en la Figura 1A, excepto el microscopio 260 y el sistema informático 150. El aparato para producir una imagen de un ojo 200 incluye una cámara de vídeo 210, la óptica de la cámara de vídeo 212, un alojamiento de la cámara 220 montado en una unidad de alineación del paciente 230 y la óptica de la fuente de iluminación 240. La unidad de microscopio 230 incluye un soporte 242, una base móvil 244, y soporte del alojamiento 248. La posición del alojamiento de la cámara 220 con relación al soporte de la cabeza 242 puede ajustarse en incrementos gruesos y finos mediante el uso de la palanca de mando 246. El microscopio 260 puede ser cualquier microscopio adecuado que puede usarse en combinación con el aparato para obtener imágenes de un ojo 200.

La Figura 3 ilustra una vista en perspectiva lateral de un aparato portátil para obtener imágenes de un ojo 300, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El aparato portátil para obtener imágenes de un ojo 300 incluye todos los mismos componentes del aparato para obtener imágenes de un ojo 100 descrito en la Figura 1B y puede usarse en combinación con un microscopio 260 (Figura 2) o un sistema informático 150 (Figura 1A). El aparato portátil para obtener imágenes de un ojo 300 utiliza un alojamiento portátil 310 en lugar de un alojamiento de la cámara 120 como se describió en las Figuras 1A y 1B, pero utiliza todos los mismos componentes ópticos y eléctricos dispuestos dentro del alojamiento portátil 310.

El aparato portátil para producir una imagen de un ojo 300 puede utilizar además una copa ocular flexible 320 que podría fijarse al aparato portátil para producir una imagen de un ojo 300, o utilizarse como una copa ocular flexible y desechable que se acopla al extremo 312 del aparato para producir una imagen de un ojo para su uso en cada paciente. La copa ocular flexible 320 podría hacerse de un material flexible con deflector 322, tal como caucho, plástico, o cualquier tipo de material adecuado que rodee suavemente el ojo del paciente para crear un ambiente oscuro y podría utilizarse además para mantener abiertos los párpados de un paciente. La copa ocular flexible 320 podría tener un mecanismo interno de resorte angular 330 que mantiene abiertos los párpados del paciente. Los deflectores 322 son flexibles para permitir el posicionamiento ajustable y adecuado alrededor del ojo del paciente.

La Figura 4A es un diagrama de flujo de un método para producir una imagen de un ojo 400, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El método general 400 ilustra la arquitectura, funcionalidad, y operación de las posibles implementaciones de los sistemas, métodos y productos de programa informático de acuerdo con varias modalidades de la presente invención. Con respecto a esto, cada etapa en el método puede representar un módulo, segmento, o porción de código, los cuales comprenden una o más instrucciones ejecutables para implementar la(s) función(funciones) lógica(s) específica(s). Se debería notar además que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones mencionadas en la etapa pueden ocurrir fuera del orden. Por ejemplo, dos etapas mostradas en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse sustancialmente al mismo tiempo, o las etapas pueden, algunas veces, ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad involucrada. Se notará además que cada etapa del método general, y combinaciones de etapas en el método completo, pueden implementarse por sistemas basados en hardware de propósito específico que realizan las acciones o funciones específicas, o combinaciones de hardware de propósito específico e instrucciones de ordenador.

El método general puede llevarse a la práctica como un sistema, método o producto de programa informático. De acuerdo con ello, el método general puede adoptar la forma de una modalidad de hardware, una modalidad de software, o una modalidad que combina software y hardware. Además, el método general puede adoptar la forma de un producto de programa informático incorporado en cualquier medio de expresión tangible que tiene un código de programa utilizable por ordenador incorporado en el medio.

Se puede utilizar cualquier combinación de uno o más medios utilizables o legibles por ordenador. Los ejemplos específicos del medio legible por ordenador pueden incluir un disco duro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria de sólo lectura programable y borrable (EPROM), una memoria flash o un disco compacto portátil de memoria de sólo lectura (CD-ROM). En el contexto de este documento, un medio utilizable o legible por ordenador puede ser cualquier medio que puede usarse por, o en relación con, el sistema o aparato de ejecución de instrucciones. El código de programa informático para llevar a cabo las operaciones del método general puede escribirse en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación. El código de programa puede ejecutarse totalmente en el ordenador del usuario, parcialmente en el ordenador del usuario, como un paquete de software independiente, parcialmente en el ordenador del usuario y parcialmente en un ordenador remoto, o totalmente en el servidor u ordenador remoto.

El método general se describió anteriormente con referencia a un programa informático de acuerdo con una modalidad de la invención. Se debe entender que cada etapa, y combinaciones de etapas mostradas, pueden implementarse mediante instrucciones de programa informático. Estas instrucciones de programa informático pueden proporcionarse a un procesador de un ordenador de propósito general, un ordenador de propósito especial, u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, de manera que las instrucciones, las cuales se ejecutan a través del procesador del ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable, crean los medios para implementar las funciones especificadas en el método.

Estas instrucciones de programa informático pueden almacenarse además en un medio legible por ordenador que puede dirigir un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para que funcione de una manera particular, de manera que las instrucciones almacenadas en el medio legible por ordenador producen un artículo de manufactura que incluye los medios de instrucciones que implementan la función especificada en las etapas.

La instrucción de programa informático puede cargarse además en un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para lograr que una serie de etapas operacionales se ejecuten en el ordenador u otro aparato programable para producir un proceso implementado por ordenador, de manera que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador u otro aparato programable proporcionan los procesos para implementar las funciones especificadas.

En la primera etapa 410, se introducen los datos demográficos del paciente. El paciente coloca su cabeza en la unidad de soporte para barbilla-palanca de mando de la lámpara de hendidura de manera que la cabeza del paciente se mantenga sustancialmente inmóvil. El operador ajusta la posición del alojamiento mediante el uso de los ajustes en unidad de soporte para barbilla-palanca de mando y, particularmente, mediante el uso de la palanca de mando hasta que la óptica de proyección y la cámara de vídeo se dirigen a través de una u otra de las córneas de los ojos del paciente. La captura de imágenes se inicia 420 y se desencadena por el operador o automáticamente por el ordenador basado en un algoritmo para la alineación óptima de la imagen mediante la pulsación por parte del operador de un botón en la palanca de mando, teclado Bluetooth, ordenador tipo tableta, o el accionamiento de un pedal de pie para indicar al aparato que la imagen de la cámara de vídeo debe ser registrada. A continuación, un procedimiento de enfoque automático y un procedimiento de

exposición automática 430, 440 se ejecutan para obtener una imagen clara de la retina del paciente. Después se activa la iluminación 450 y luego, o bien se activa el desplazamiento óptico 460, o la máscara volteante 147 (de la Figura 1B) se acciona (dependiendo de la configuración).

5 La Figura 4B ilustra una vista en perspectiva frontal de la captura de una imagen del ojo 472 y los puntos de artefactos 480, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. Posteriormente la captura de la imagen se termina 470 y los artefactos se identifican 480.

10 La Figura 4C ilustra una vista en perspectiva frontal de una máscara volteante 485 sobre la captura de una imagen del ojo 490, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. Después de identificar los artefactos la máscara volteante 147 se identifica adicionalmente, las porciones enfocadas con buena exposición de cada imagen se identifican 490 y las secciones de imágenes se combinan para crear una imagen compuesta libre de artefactos 495. La Figura 4D ilustra una vista en perspectiva frontal de la imagen del ojo compuesta libre de artefactos 495, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. La imagen compuesta libre de artefactos 495 se describió anteriormente en la Figura 15 4C.

En respuesta a la indicación del operador (o a través del controlador) la imagen debe registrarse, el ordenador personal almacenará la(s) imagen(imágenes) de la cámara de vídeo en datos digitales que representen la(s) imagen(imágenes) capturada(s). El método general 400 puede usarse además en combinación con un microscopio. El método general puede 20 usarse con el barrido del dispositivo mediante un mecanismo de giro o inclinación o la fijación paciente.

Aunque la presente invención se ha referido en términos de las modalidades anteriores, los expertos en la técnica reconocerán que la invención no se limita a las modalidades descritas. Por lo tanto, la descripción debe considerarse 25 como ilustrativa en lugar de restrictiva de la presente invención.

Reivindicaciones

1. Un aparato que produce una imagen de un segmento posterior o anterior de un ojo (100), que comprende:
  - 5 una fuente de luz (141);
  - un sistema óptico (140) con un centro que tiene elementos ópticos que pueden desplazarse para entregar la luz desde dicha fuente de luz sobre un eje óptico o ligeramente fuera de dicho eje óptico desde dicho centro del sistema óptico y que devuelven una ruta de obtención de imágenes a partir de dichos segmentos posterior y anterior;
  - 10 caracterizado por
  - un medio para encender y apagar secuencialmente dicha fuente de luz en sincronización con la captura de imágenes bajo cada condición;
  - un medio para insertar una máscara volteante (147) que bloquea momentáneamente las reflexiones no deseadas en pequeñas áreas de una imagen mientras mantiene iluminada las áreas mayoritarias de la imagen;
  - 15 un medio para detectar dicho artefactos (480) en una imagen sin la máscara volteante, y detectar dicha máscara de artefactos volteante en la segunda imagen, y combinar las imágenes para crear una imagen compuesta (495) que está libre de artefactos;
  - un medio para inclinar o girar la cabeza óptica, cambiar la fijación del paciente para generar vistas con los artefactos en diferentes lugares en cada imagen, imágenes promediadas, o secuencia de película, y
  - 20 una pluralidad de elementos ópticos en desplazamiento, máscaras y fuentes de luz donde se crean dos o más imágenes que tienen artefactos de reflexión especulares y otros localizados en dos o más áreas anatómicamente diferentes de cada imagen adquirida secuencialmente de dichos segmentos oculares, dichos artefactos en dichas imágenes se detectan mediante el procesamiento de imágenes, dichas imágenes se combinan con una o más de las otras imágenes para crear una imagen compuesta, una imagen estéreo, una imagen panorámica a partir de las múltiples imágenes o secuencia de vídeo, o generar una secuencia de vídeo panorámica de la retina sin artefactos, donde las secciones de imágenes relativamente claras bien enfocadas se combinan a partir de una o más de dichas otras imágenes o secuencias de vídeo para crear dicha imagen compuesta o película.
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha fuente de luz momentáneamente se desplaza lateralmente para generar artefactos en diferentes lugares.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicha fuente de luz se desplaza lateralmente y se gira, sincronizada con la captura de imágenes para generar artefactos en diferentes lugares.
- 35 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dicha fuente de luz tiene al menos dos o más fuentes de luz que se activan secuencialmente, generando artefactos en diferentes lugares.
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichas rutas alternativas de iluminación y obtención de imágenes entran en dicha pupila en un ángulo con respecto a dicho eje central óptico, pero se desplazan mediante elementos ópticos para crear artefactos en diferentes lugares.
- 40 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dicha posición de las fuentes de luz y dichas rutas de obtención de imágenes son de tamaño, posición y forma variables en dependencia del tamaño de la pupila y pueden ajustarse de forma manual o automática, dinámicamente en combinación con aberturas y máscaras en base a dicho tamaño de la pupila y campo de visión deseado.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde se proporciona un modulador espacial de luz para posicionar y configurar dicha fuente de luz de acuerdo con dicha ubicación y dimensiones detectadas de dicha pupila.
- 50 8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde se proporciona un filtro IR, un filtro IR cercano o fuente de luz para permitir la operación no midriática, alinear, voltear y permitir que otras longitudes de onda espectrales pasen a su través, y posibilitar la posterior captura de imágenes con luz visible o longitudes de onda definidas específicamente.
- 55 9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde una copa ocular flexible (180) hecha de un material flexible se posiciona para rodear dicho ojo y crear un ambiente oscuro con aspectos sobresalientes comprimibles (184, 186) en las posiciones 6 y 12 del reloj, se utiliza para mantener abiertos los párpados de una persona durante dicha obtención de imágenes del ojo.
- 60 10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicho enfoque se varía y escalona para permitir la captura en múltiples planos focales en dicho ojo y su recombinación en una sola imagen, una imagen plenóptica, una imagen estéreo, o una película.

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicho enfoque se varía mediante una serie de microlentes de diferentes longitudes focales y se coloca en un sensor de imagen y dichas imágenes se capturan posteriormente en múltiples longitudes focales.
- 5 12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en donde dicho aparato se conecta a, o se combina con, una lámpara de hendidura existente, un microscopio, un dispositivo de OCT, un oftalmoscopio directo, un oftalmoscopio indirecto, un dispositivo de obtención de imágenes de óptica adaptativa, o una cámara de fondo de ojo, y utiliza una porción de dichos elementos de obtención de imágenes para capturar y procesar dicha imagen.
- 10 13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en donde dicho aparato se equipa con dichas fuentes de luz y filtros y utiliza los procesos de obtención de imágenes del fondo de ojo en color, angiografía con fluoresceína, angiografía con ICG, libre de rojo, rojo, azul, todas las longitudes de onda de autofluorescencia, fluorescencia con flavoproteína, obtención de imágenes con 2 fotones, obtención de imágenes por fluorescencia con curcumina, obtención de imágenes multispectrales, obtención de imágenes hiperespectrales, obtención de imágenes del segmento anterior, obtención de imágenes de la lente, córnea y otros procesos de obtención de imágenes del segmento anterior, obtención de imágenes de la película lagrimal, tomografía de coherencia óptica, pruebas de adaptación a la oscuridad de sensibilidad de los bastones y conos, microperimetría, reconocimiento óptico de caracteres del nombre, y obtención de imágenes de campo ultra ancho, y sirve además como un sistema de orientación y planificación para tratar varias condiciones.
- 15 20 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en donde dicho aparato se utiliza para detectar un amiloide en dicha retina.
- 25 15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 14, en donde dicho aparato contiene un puntero de fijación interna volteante que contiene LED, un mecanismo motorizado de inclinación y giro para hacer panorámicas de dicha retina y un conjunto de máscaras que se ajustan dinámicamente a las pupilas pequeñas y crean imágenes fijas, imágenes promediadas, o películas.
- 30 16. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos medios para encender y apagar secuencialmente dicha fuente de luz y una o más cámaras son un sistema informático (150) o un ordenador tipo tableta que se enciende y apaga en sincronización con dichas máscaras volteantes y ópticas con la captura de imágenes bajo cada una de dichas condiciones.
- 35 17. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho aparato se utiliza en combinación o integrado con un dispositivo de OCT, un microscopio, una lámpara de hendidura, un oftalmoscopio directo o indirecto, un dispositivo de microperimetría, o una cámara de fondo de ojo existente.
- 40 18. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho aparato tiene un alojamiento portátil (310) y se utiliza como un dispositivo portátil (300), ya sea como un dispositivo independiente o incorporado en un oftalmoscopio directo o indirecto existente.
- 45 19. Un método informatizado para producir una imagen de un segmento posterior y anterior de un ojo en combinación con un aparato para la producción de imágenes, que comprende las etapas de:  
 ingresar los datos demográficos del paciente (410);  
 comenzar la captura de imágenes o película (420);  
 optimizar la posición de máscaras e iluminación para el tamaño de la pupila mediante la ejecución del enfoque automático, o el cambio de enfoque intencional para una imagen plenóptica;  
 ejecutar la exposición automática (440);  
 el método caracterizado por:  
 activar la iluminación secuencial (450);  
 activar el desplazamiento óptico;  
 activar la máscara volteante (460);  
 finalizar la captura de imágenes o película (470);  
 55 identificar los artefactos (480), máscaras y porciones claras de las imágenes;  
 identificar (490) porciones relativamente bien enfocadas y bien iluminadas de dichas imágenes; y  
 combinar (495) dichas secciones de imágenes para crear una imagen/película compuesta libre de artefactos, plenóptica, promediada, o estéreo,
- 60 20. El método de acuerdo con la reivindicación 19, en donde dicho aparato es un aparato portátil (300), ya sea como un dispositivo independiente o incorporado en un oftalmoscopio directo o indirecto existente.
- 65 21. El método de acuerdo con la reivindicación 19, en donde dicho aparato se usa en combinación con un microscopio (260), una lámpara de hendidura, una OCT, un microscopio, un oftalmoscopio directo o indirecto, un dispositivo de microperimetría, o una cámara de fondo de ojo existente.

22. El método de acuerdo con la reivindicación 19, en donde dicho aparato se usa en la detección de un amiloide en dicha retina.
- 5 23. El método de acuerdo con la reivindicación 22, en donde dicho aparato se usa en dicha detección del amiloide en dicha retina mediante la utilización de fuentes de luz, filtros, espectrómetro y sensores que permiten la obtención de imágenes por fluorescencia con curcumina, obtención de imágenes por autofluorescencia, obtención de imágenes hiperespectrales, obtención de imágenes multispectrales, o la OCT y posterior segmentación de imágenes para la identificación de un amiloide asociado con condiciones oculares o cerebrales.

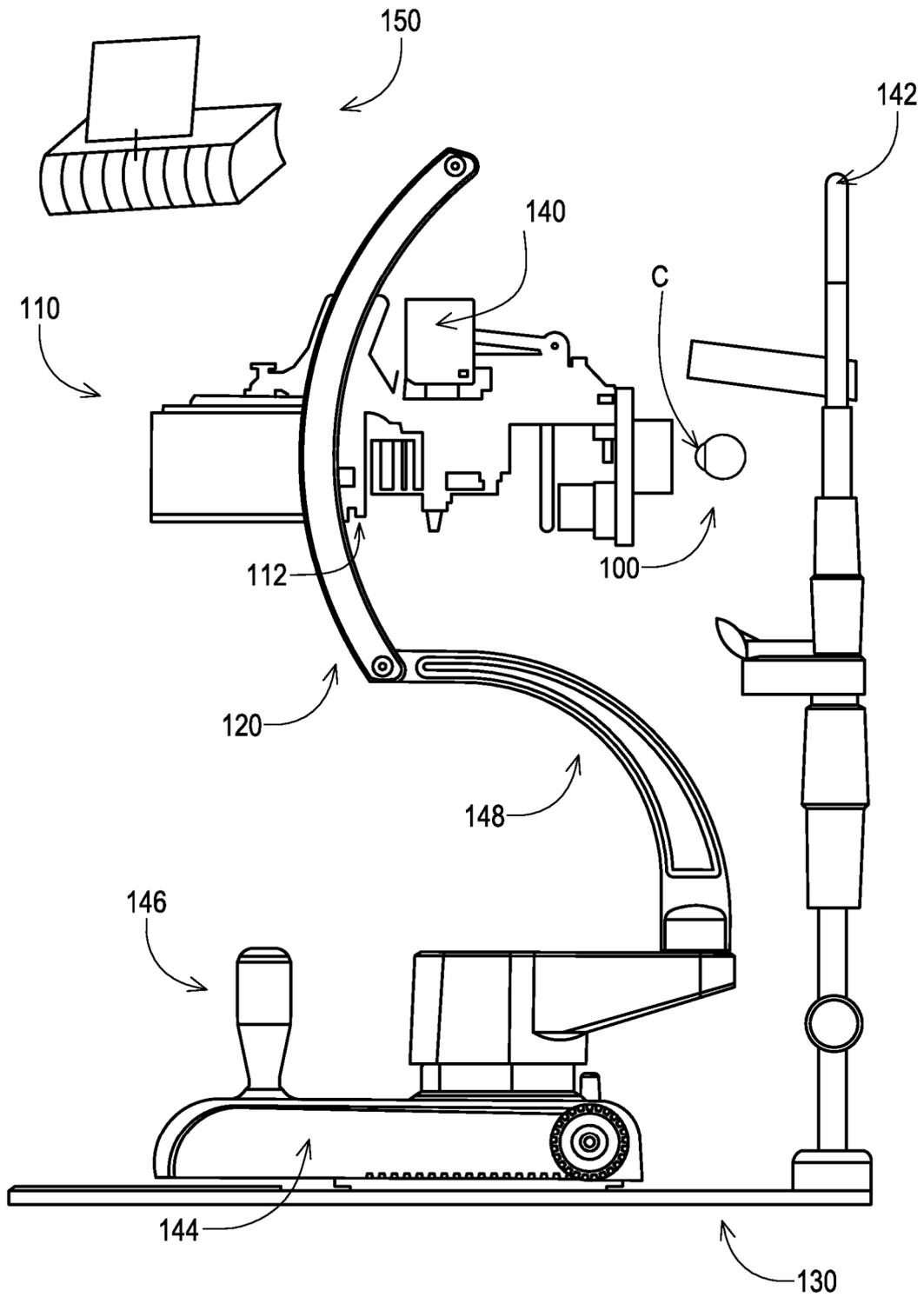


FIG. 1A

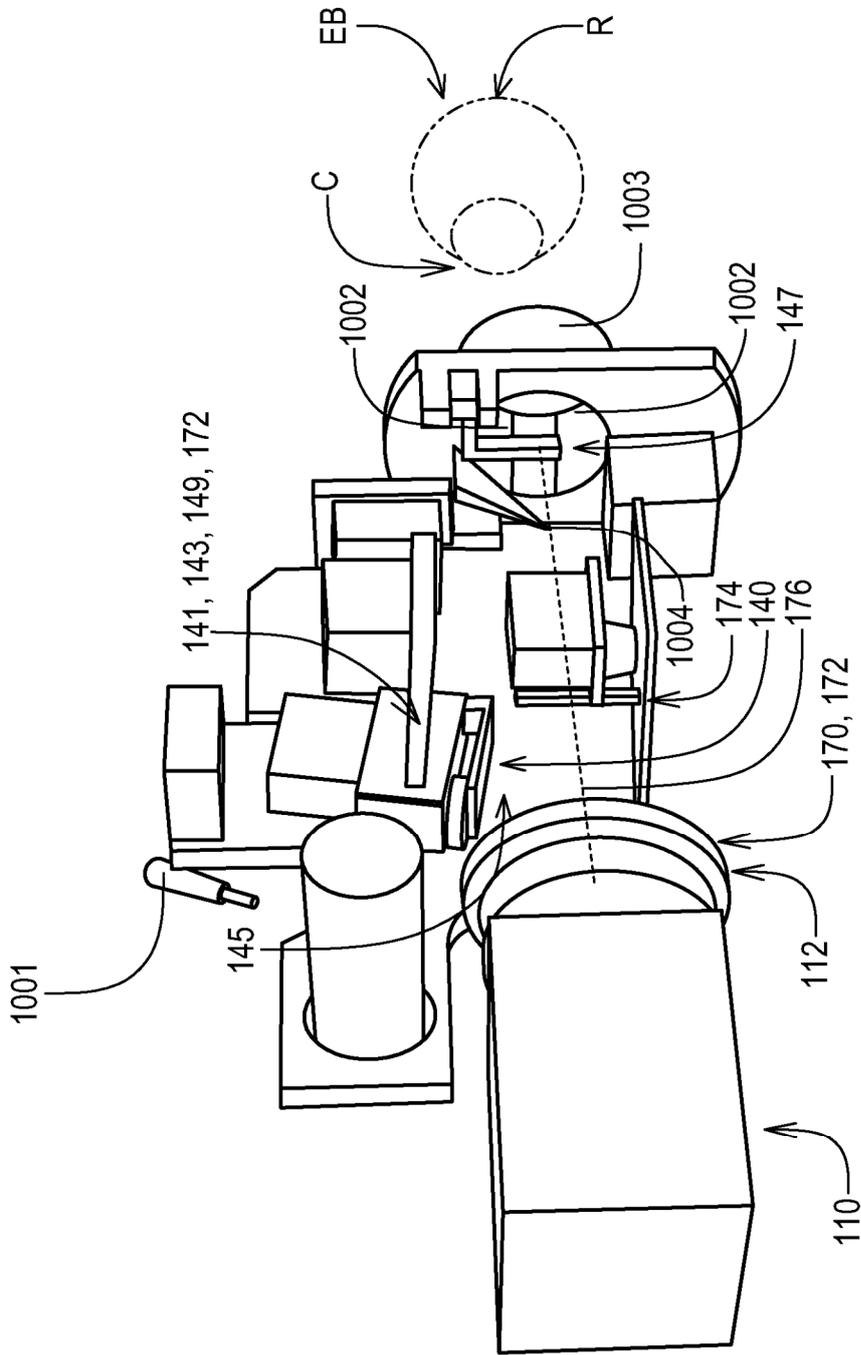


FIG. 1B

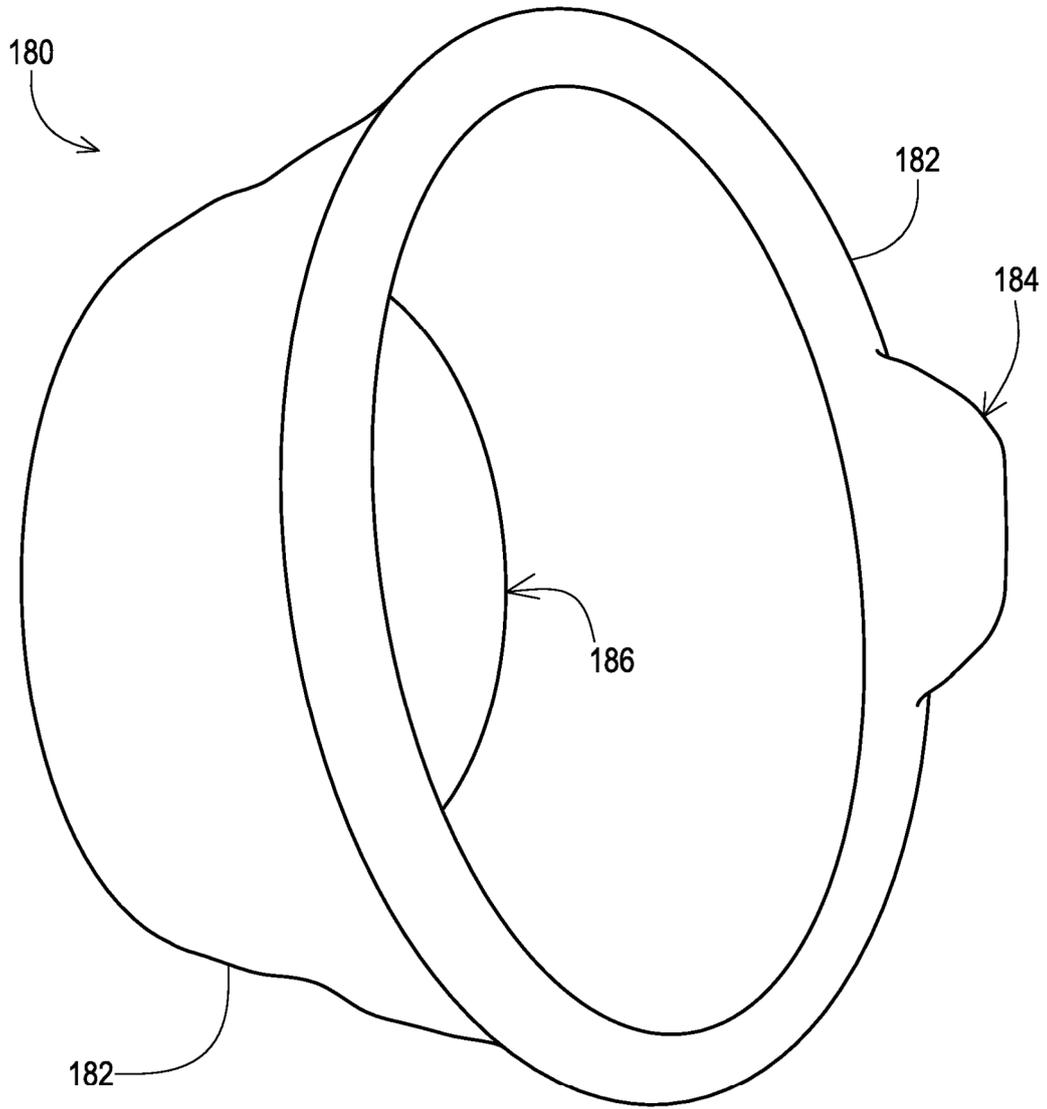


FIG. 1C

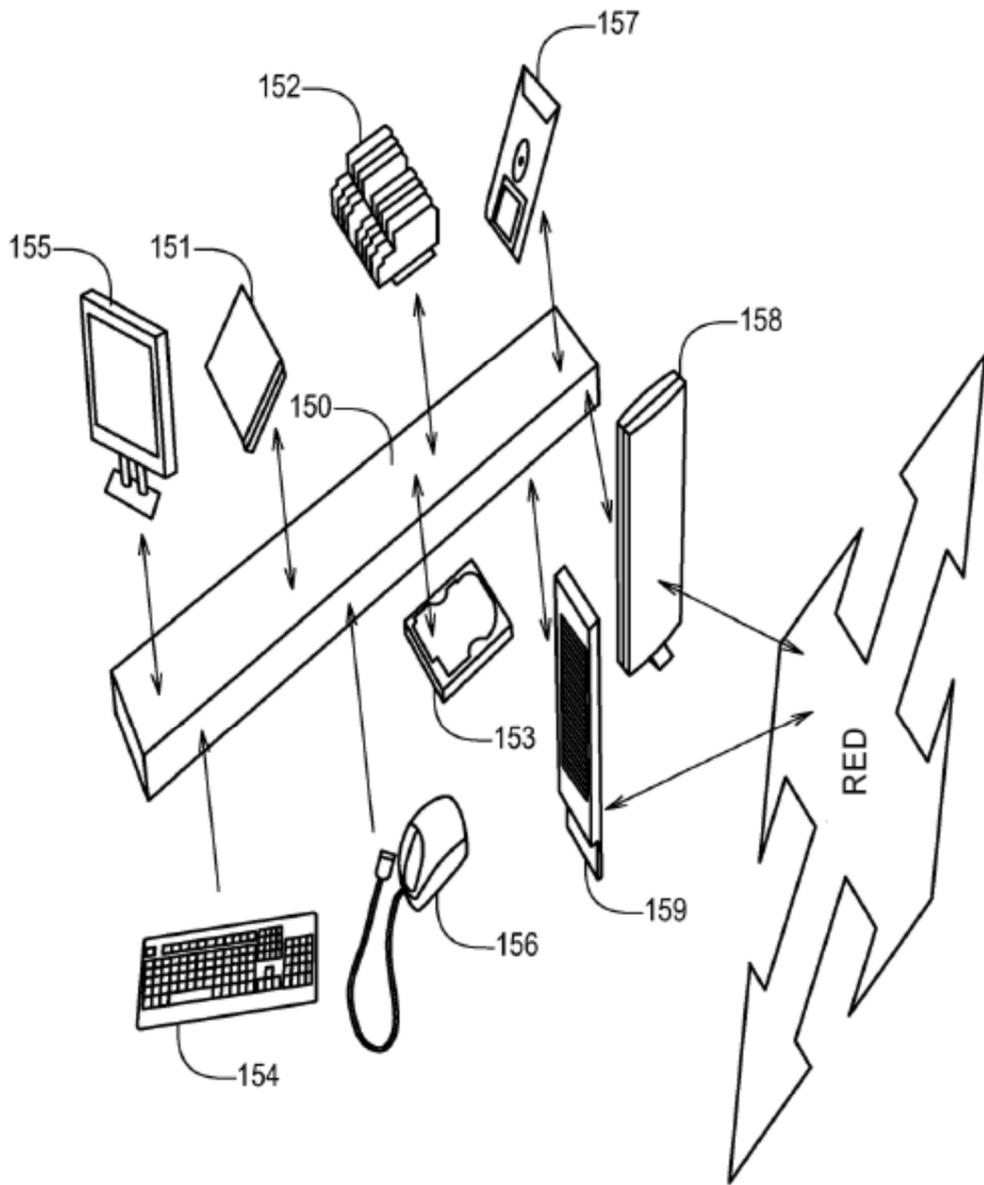


FIG. 1D

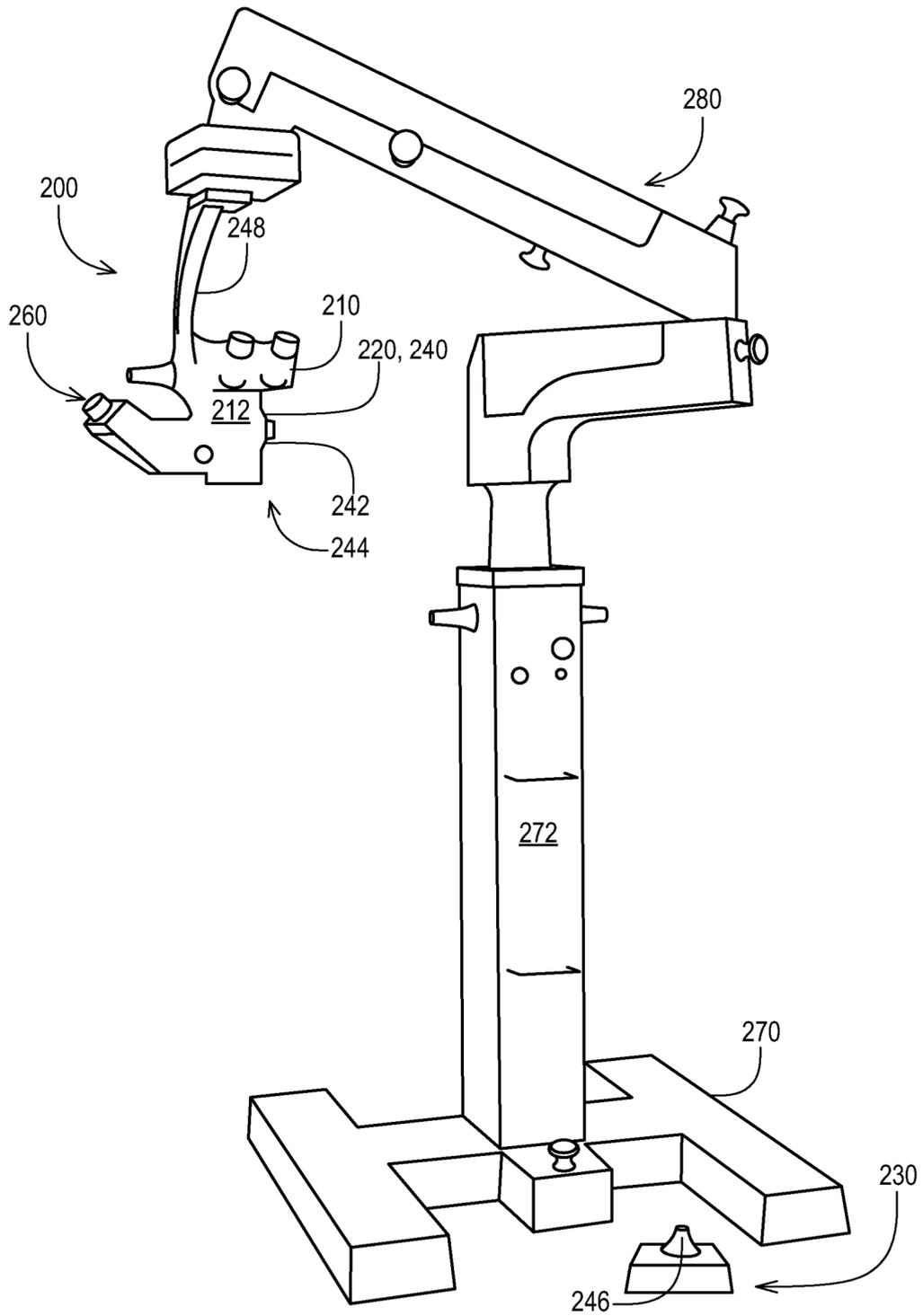


FIG. 2

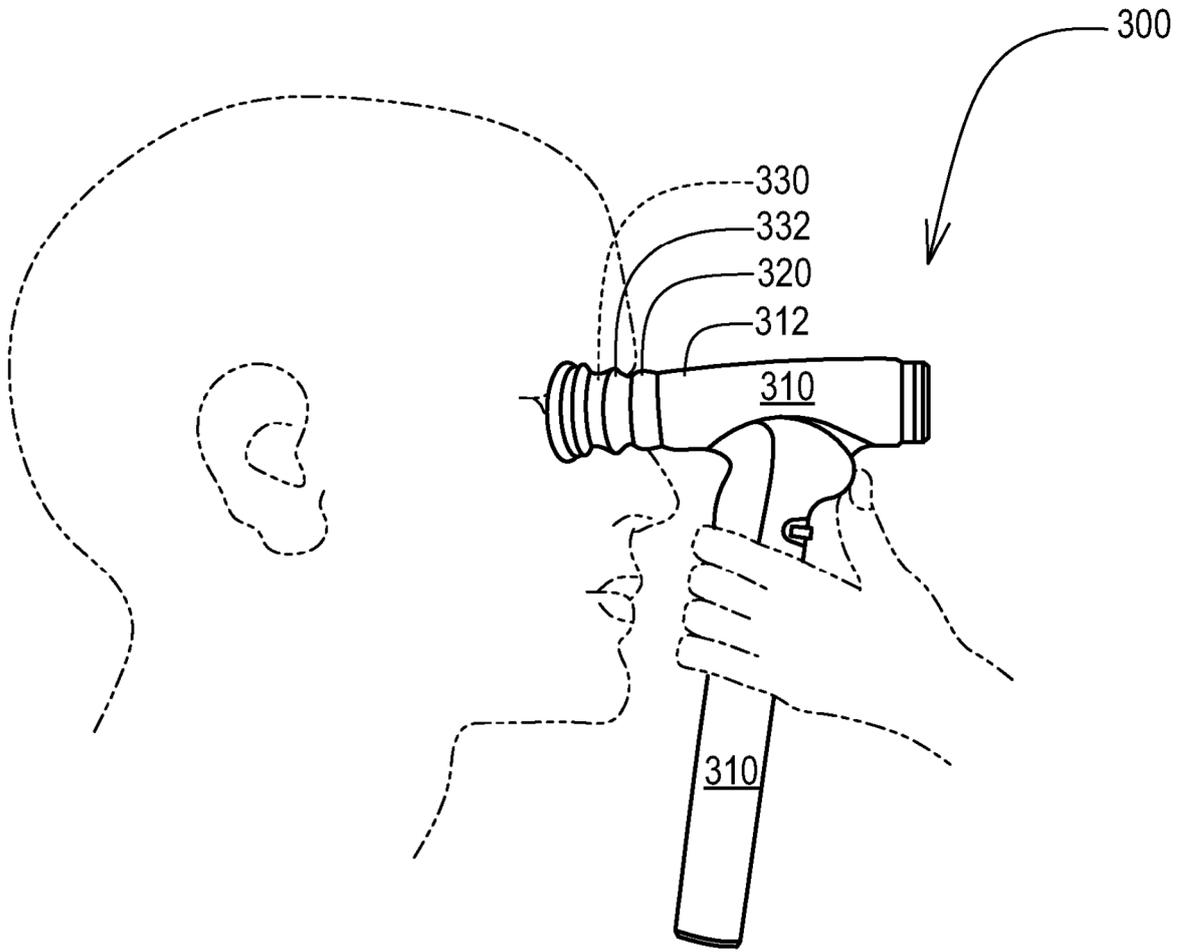


FIG. 3

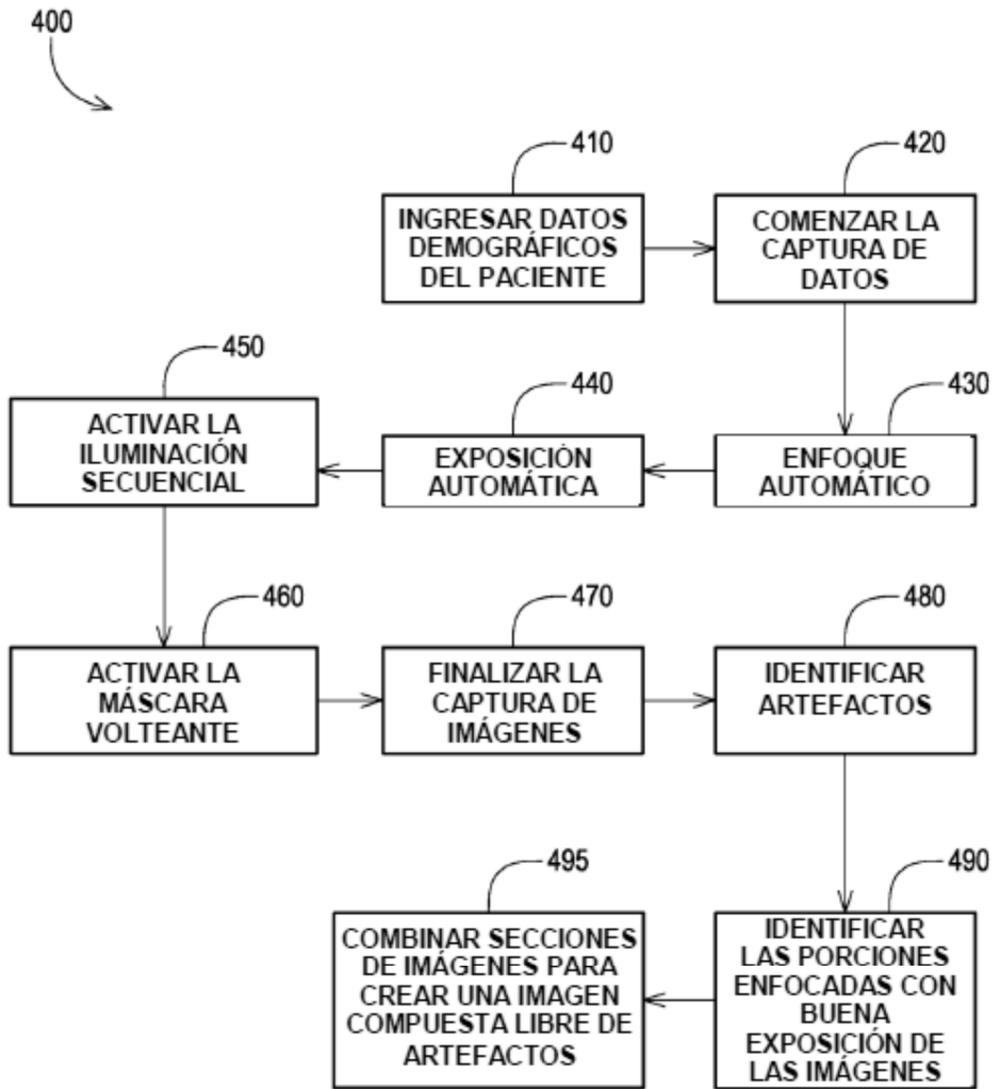


FIG. 4A

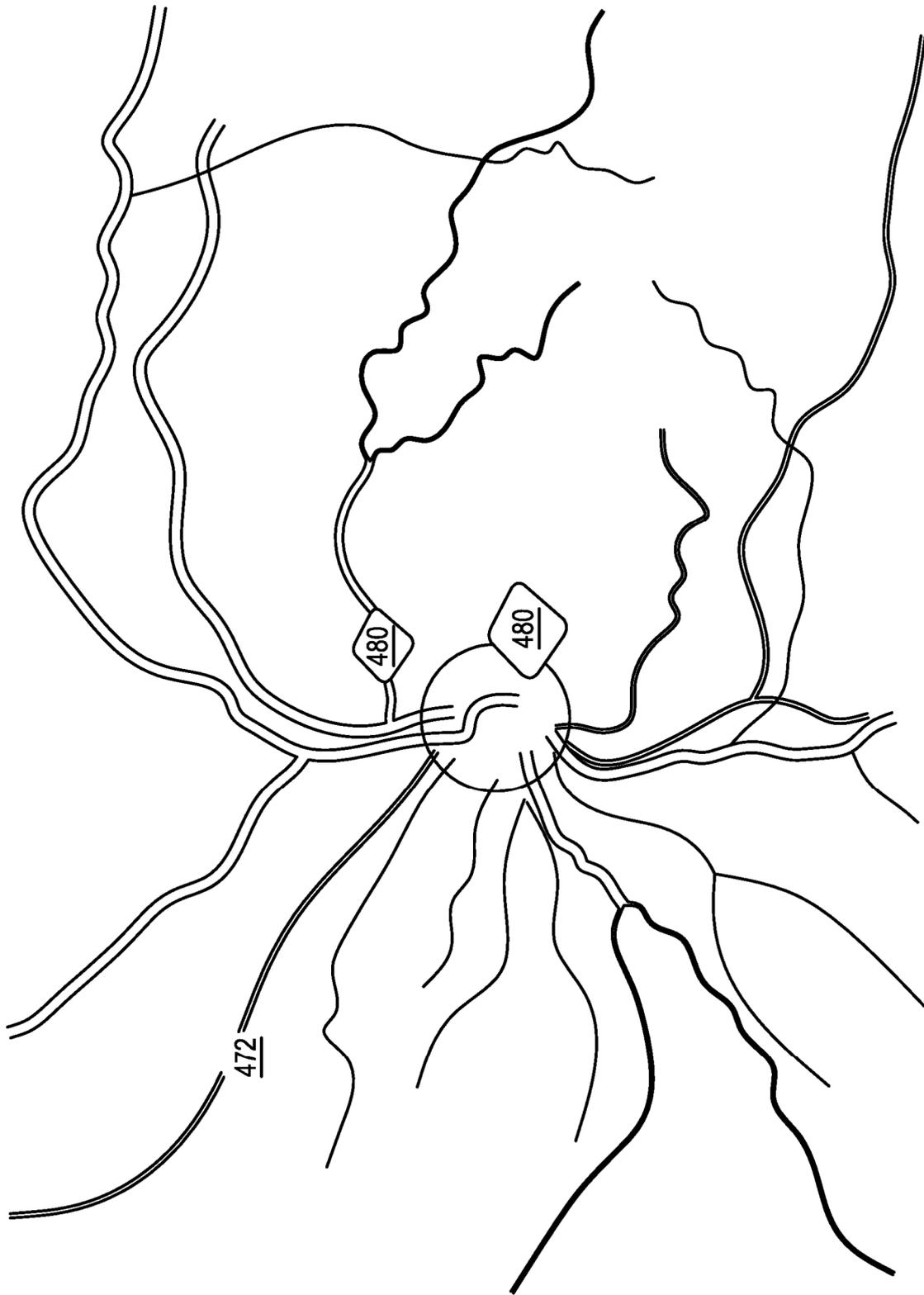


FIG. 4B

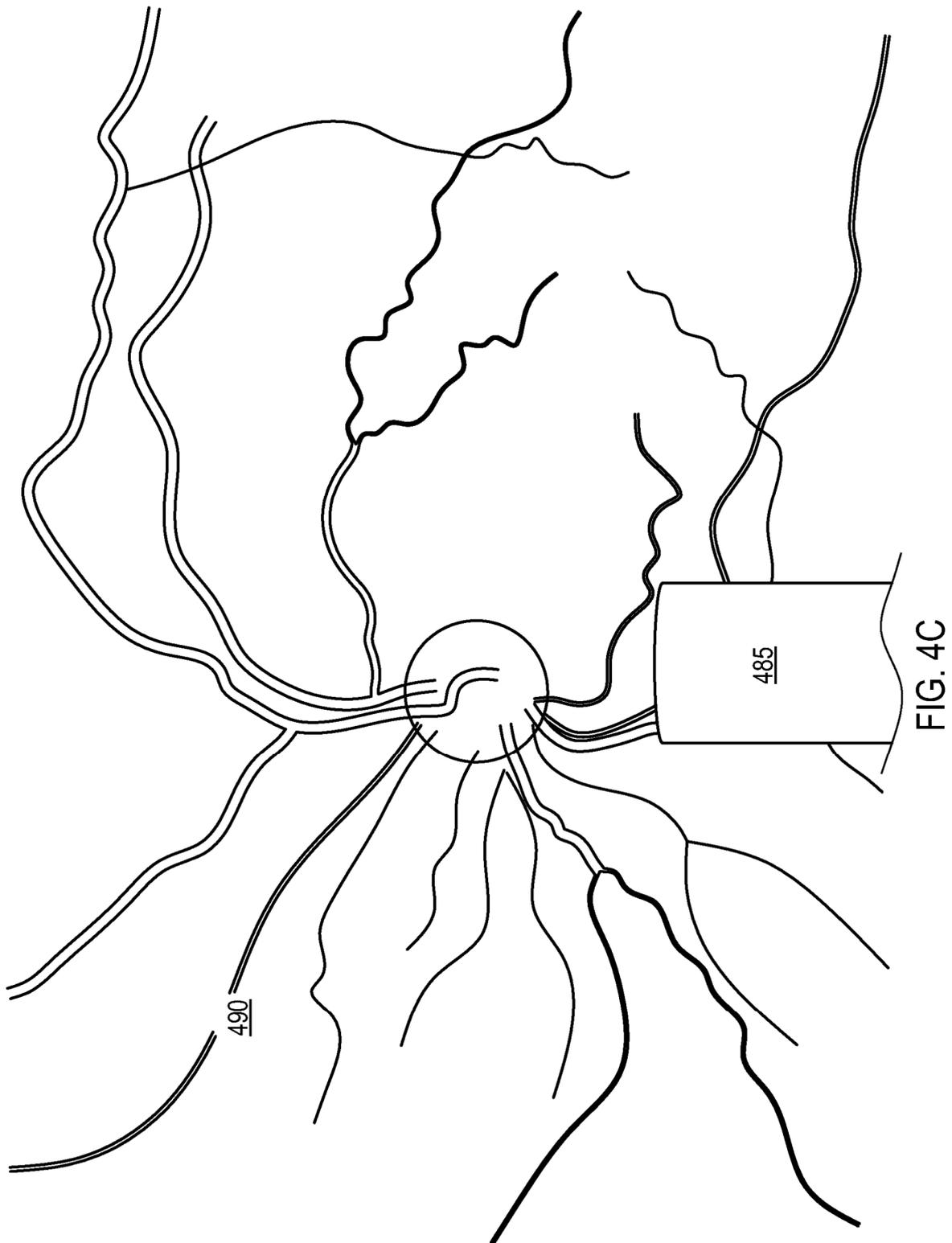


FIG. 4C

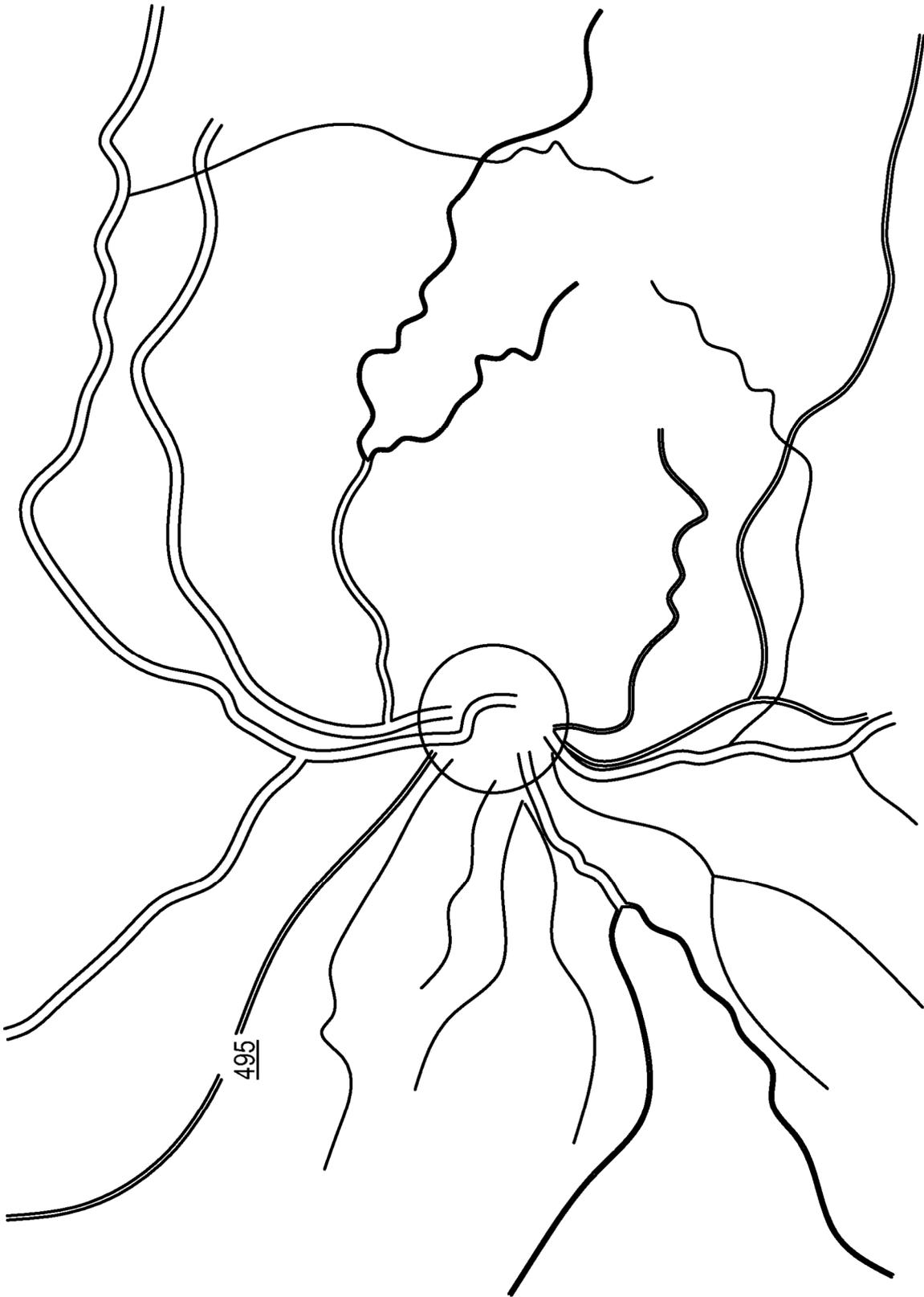


FIG. 4D