

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 505**

51 Int. Cl.:

A61B 3/12 (2006.01)

A61F 9/007 (2006.01)

G02B 26/10 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

A61B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2011 PCT/GB2011/051039**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2012 WO12001383**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2011 E 11727747 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2587987**

54 Título: **Mejoras en o relacionadas con la oftalmología**

30 Prioridad:

01.07.2010 GB 201011094

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

18.02.2019

73 Titular/es:

**OPTOS PLC (100.0%)
Queensferry House Carnegie Business Campus
Queensferry Road Dunfermline
Fife KY11 8GR, GB**

72 Inventor/es:

**WALL, ROBERT;
SWAN, DEREK y
GRAY, DAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 700 505 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

Mejoras en o relacionadas con la oftalmología

La presente invención se refiere a un aparato para iluminar, formar imágenes y tratar la retina de un ojo humano.

5 Los sistemas de imagen, como oftalmoscopios láser de barrido (SLO), pueden comprender un gran número de componentes ópticos, tales como elementos de barrido láser, espejos de transferencia de barrido, fuentes de láser y detectores. La disposición de escaneo láser consta de primer y segundo elementos de escaneo ortogonales, que incluyen típicamente un espejo poligonal giratorio de alta velocidad y un espejo de baja velocidad impulsado por un motor. Estos elementos se utilizan para crear un patrón de escaneo ráster de la retina humana. El espejo poligonal tiene una pluralidad de facetas y típicamente proporciona el escaneo vertical del rayo láser, y el espejo de baja velocidad típicamente proporciona el escaneo horizontal del rayo láser. El espejo de transferencia de escaneo transfiere el patrón de escaneo láser bidimensional creado por los elementos de escaneo a la retina del ojo.

10 El documento GB 2 440 163 A describe un oftalmoscopio de exploración y se proporciona un método para explorar la retina de un ojo que comprende una fuente de luz colimada, un primer elemento de exploración, un segundo elemento de exploración y medios de compensación de exploración. La fuente de luz colimada, los elementos de exploración primero y segundo y los medios de compensación de exploración se combinan para proporcionar una exploración de luz colimada bidimensional desde una fuente puntual aparente, y el oftalmoscopio de exploración comprende además medios de transferencia de exploración, en donde los medios de transferencia de exploración tienen dos focos y la fuente puntual aparente se proporcionan en un primer foco de los medios de transferencia de exploración y un ojo se aloja en el segundo foco. Los medios de transferencia de exploración transfieren la exploración desde la fuente del punto aparente hacia el ojo y el eje de rotación del segundo elemento de exploración es sustancialmente paralelo a una línea que une los dos focos. En la provisión de la exploración de luz colimada bidimensional desde la fuente del punto aparente, los medios de compensación de exploración producen una exploración de luz colimada unidimensional y la línea que une los focos se encuentra sustancialmente en un plano definido por la exploración unidimensional. La disposición reduce o elimina las distorsiones de corte en las imágenes escaneadas de dispositivos de la técnica anterior.

15 El documento US 5.815.242 describe un oftalmoscopio de exploración que produce imágenes de la superficie posterior del ojo humano, y particularmente de la retina, utilizando un espejo esférico para reflejar los rayos de luz, producidos por múltiples fuentes de luz láser de exploración, en la retina. Se dice que el oftalmoscopio descrito incorpora sistemas dinámicos para la compensación del foco y astigmatismos residuales además de proporcionar imágenes de campo amplio precisas con resolución y contraste adecuados que se pueden mostrar y almacenar en sistemas informáticos estándar.

20 Mientras que tales sistemas de imágenes proporcionan imágenes aceptables de la retina del ojo, están limitados en cuanto a que son caros de fabricar (los elementos de escaneo láser y el espejo de transferencia de barrido son componentes particularmente caros), de tamaño grande y, debido a la gran cantidad de componentes ópticos, tienen baja eficiencia óptica.

25 Según la presente invención, se proporciona un aparato para obtener imágenes de la retina de un ojo tal como se establece en la reivindicación 1.

A continuación, se describirán realizaciones de la invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 La figura 1 es una vista lateral esquemática de un aparato para iluminar, obtener imágenes y tratar la retina de un ojo según una realización de la presente invención;

La figura 2 es una vista esquemática de una fuente de luz y un detector de la figura 1; y

La figura 3 es una vista lateral esquemática de un aparato alternativo para iluminar, obtener imágenes y tratar la retina de un ojo.

35 Se describe a continuación un aparato para iluminar la retina de un ojo que comprende:

al menos una fuente de luz,

en el que la al menos una fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada desde una pluralidad de fuentes puntuales,

y en donde cada fuente puntual se encuentra en un arco,

40 y en el que la al menos una fuente de luz está configurada para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a lo largo del radio del arco hacia un punto central del arco,

y en el que, en uso, el aparato está dispuesto de modo que el punto central del arco coincida sustancialmente

ES 2 700 505 T3

con el punto pupilar del ojo, de modo que la luz colimada se transmita desde la fuente puntual a través del punto pupilar del ojo para iluminar la retina.

El aparato puede comprender una pluralidad de fuentes de luz, en el que cada fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada de cada fuente puntual.

- 5 El centro del arco puede ser coincidente con el primer punto nodal del ojo.
- La pluralidad de fuentes de luz colimada puede estar dispuestas en una matriz tal que cada fuente puntual es equidistante de la fuente puntual adyacente. Alternativamente, las fuentes de puntos de luz colimada pueden estar dispuestas de manera que se adhieran entre sí a lo largo del arco.
- 10 El radio del arco puede estar comprendido entre 3 mm y 500 mm. Preferiblemente, el radio del arco puede estar entre 5 mm y 200 mm. Más preferiblemente, el radio del arco es de 25 mm.
- El aparato puede comprender entre 1 y 16.000.000 de fuentes de luz. Preferiblemente, el aparato comprende entre 100 y 16.000.000 fuentes de luz. Más preferiblemente, el aparato comprende 4000 fuentes de luz.
- Las fuentes de luz pueden incluir un láser, un diodo emisor de luz (LED), un láser emisor de superficie de cavidad vertical (VCSEL), un diodo súper luminiscente, un diodo láser o una lámpara incandescente colimada.
- 15 Cada fuente de luz puede estar adaptada para proporcionar luz a una longitud de onda entre 450 nm y 1000 nm. Preferiblemente, cada fuente de luz puede adaptarse para proporcionar luz a una longitud de onda entre 488 nm y 700 nm. Más preferiblemente, cada fuente de luz proporciona luz a una longitud de onda entre 515 nm y 650 nm.
- Cada fuente de luz puede estar adaptada para proporcionar luz a una potencia de entre 500 nW y 1 W.
- Cada fuente de luz puede incluir una o más fuentes de luz de diferentes longitudes de onda.
- 20 Cada fuente de luz puede estar configurada de tal manera que la longitud de onda de la luz proporcionada es variable.
- Cada fuente de luz puede estar configurada de tal manera que la potencia de la luz proporcionada es variable.
- Cada fuente de luz puede estar situada en o adyacente a la fuente puntual.
- Cada fuente de luz puede incluir una lente colimadora para proporcionar la luz colimada desde la fuente puntual.
- 25 Cada fuente de luz puede estar situada de forma remota desde la fuente puntual. En esta disposición, la luz se transfiere desde cada fuente de luz a la fuente puntual a través de un dispositivo de transferencia de luz, como una guía de luz, fibra óptica o similar. En esta disposición, cada fuente de luz puede incluir una primera lente colimadora provista en una entrada al dispositivo de transferencia de luz para proporcionar luz colimada a la entrada al dispositivo de transferencia de luz y una segunda lente colimadora provista a la salida del dispositivo de transferencia de luz para proporcionar luz colimada en la fuente puntual.
- 30 Cada fuente de luz puede incluir un monitor de potencia para controlar la potencia de la fuente de luz.
- Cada fuente de luz puede incluir un elemento de polarización, tal como un polarizador lineal o placa de onda.
- El aparato puede estar configurado de tal manera que cada fuente de luz es operable independientemente. El aparato puede configurarse de modo que cada fuente de luz es operable secuencialmente.
- 35 El aparato puede estar configurado de tal manera que el funcionamiento de cada fuente de luz está automatizado. El funcionamiento de cada fuente de luz puede ser controlado por ordenador.
- El aparato puede ser giratorio alrededor de un eje que se encuentra sustancialmente en un plano definido por la pluralidad de fuentes puntuales y el punto central del arco. En esta disposición, el aparato se puede usar para iluminar la superficie de la retina, a diferencia de una línea en la retina. Es decir, sin rotación, el aparato ilumina una línea en la retina y con rotación el aparato ilumina la superficie de la retina.
- 40 El eje de rotación del aparato puede estar situado alrededor del punto pupilar del ojo. El eje de rotación del aparato puede coincidir con el punto pupilar del ojo.
- El aparato puede estar configurado de tal manera que su rotación alrededor del eje está automatizada. La rotación del aparato puede ser controlada por ordenador.
- 45 El aparato puede comprender una pluralidad de fuentes puntuales colimadas se extiende sobre una pluralidad de arcos alineados concéntricamente. Cada arco puede tener el mismo radio y punto central. En esta disposición, la luz colimada de cada fuente puntual se dirige radialmente hacia el interior a lo largo del radio de cada arco hacia el punto central. En uso, el aparato está dispuesto de tal manera que el punto central coincide sustancialmente con el

punto pupilar del ojo, de tal manera que la luz colimada se transmite desde cada fuente puntual a través del punto pupilar del ojo para iluminar la retina. El efecto de esta disposición es que el aparato proporciona una superficie de iluminación semiesférica bidimensional para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a través del punto central y hacia la retina del ojo.

5 El aparato puede ser pivotante entre una primera posición, en la que el aparato se puede usar para iluminar la primera retina de un primer ojo, y una segunda posición, en la que el aparato puede utilizarse para iluminar la segunda retina de un segundo ojo.

10 El aparato puede comprender además un detector de luz para detectar la luz reflejada desde la retina para producir una imagen de la retina. En esta disposición, el aparato ilumina la retina y obtiene una imagen de la parte iluminada de la retina. Esta imagen es una imagen unidimensional. Cuando el aparato gira alrededor del eje descrito anteriormente, se puede obtener y combinar una pluralidad de imágenes unidimensionales de la retina para obtener una imagen bidimensional de la retina.

Cada fuente de luz puede incluir un detector de luz para detectar la luz reflejada desde la retina para producir una imagen de la retina.

15 El detector(es) de luz puede incluir fotodetectores rápidos, tales como fotodiodos de avalancha (APD), diodos PIN, tubos fotomultiplicadores (PMT), fotomultiplicadores de silicio (SPM), o detectores puntuales individuales similares.

Los detectores de luz pueden estar situados con las fuentes de luz.

20 El aparato puede estar configurado de tal manera que el funcionamiento de cada detector de luz está automatizado. El funcionamiento de cada detector de luz puede ser controlado por ordenador. El funcionamiento de cada detector de luz se sincroniza con cada fuente de luz.

Cada detector puede incluir una lente que enfoca la luz colimada reflejada desde la retina hasta el detector. El detector es preferiblemente un detector puntual y la lente enfoca la luz colimada reflejada hacia un punto del detector puntual.

25 El aparato puede incluir una sola lente que funciona como la lente colimadora de cada fuente de luz y la lente de enfoque de cada detector.

El aparato puede incluir un divisor de haz colocado entre cada fuente de luz y cada detector. En esta disposición, el divisor de haz refleja una porción de la luz de la fuente de luz a la lente colimadora. La porción restante de la luz de la fuente de luz se transmite a través del divisor de haz y hacia el monitor de potencia. La mayoría de la luz colimada reflejada de la retina se transmite a través del divisor de haz al detector.

30 El aparato puede comprender, además, dispositivos de procesamiento de uno o más datos para la visualización, almacenamiento y/o la combinación de las imágenes obtenidas de la retina.

También se describe a continuación un sistema de iluminación de la retina de cada ojo de un paciente, que comprende dos aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, en el que cada aparato puede ser capaz de iluminar la retina de un ojo.

35 También se describe a continuación un método de iluminar la retina de un ojo de acuerdo con un ejemplo de fondo que no forma una realización de la invención, el método comprende las etapas de:

proporcionar al menos una fuente de luz, en donde la al menos una fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada desde una pluralidad de fuentes puntuales;

disponer cada fuente puntual en un arco;

40 disponer el aparato de modo que el punto central del arco coincida sustancialmente con el punto pupilar del ojo; y

utilizar la al menos una fuente de luz para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a lo largo del radio del arco hacia el punto central del arco, de manera que la luz colimada se transmite desde la fuente puntual a través del punto pupilar del ojo para iluminar la retina.

45 El aparato puede comprender una pluralidad de fuentes de luz, en el que cada fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada de cada fuente puntual.

Cada fuente de luz puede estar configurada de tal manera que la longitud de onda de la luz proporcionada es variable y el método puede incluir la etapa adicional de variación de la longitud de onda de luz de la fuente.

Cada fuente de luz puede estar configurada de tal manera que la potencia de la luz proporcionada es variable y el método puede incluir la etapa adicional de variar la potencia de la luz de la fuente.

50 Cada fuente de luz puede ser independientemente operable y el método puede incluir la etapa adicional de operar

secuencialmente cada fuente de luz.

El funcionamiento de cada fuente de luz puede ser automatizado. El funcionamiento de cada fuente de luz puede ser controlado por ordenador.

5 El aparato puede ser giratorio alrededor de un eje que se encuentra sustancialmente en un plano definido por la pluralidad de fuentes puntuales y el punto central del arco y el método puede incluir la etapa adicional de hacer girar el aparato alrededor del eje para iluminar la superficie de la retina. El eje de rotación del aparato puede ubicarse alrededor del punto pupilar del ojo. El eje de rotación del aparato puede coincidir con el punto pupilar del ojo.

La rotación del aparato puede estar configurada de tal manera que su rotación alrededor del eje está automatizada. La rotación del aparato puede ser controlada por ordenador.

10 El método puede comprender la etapa adicional de proporcionar un detector de luz y con el detector de luz para detectar la luz reflejada desde la retina para producir una imagen de la retina. En esta disposición, el método realiza las etapas para iluminar la retina y obtener una imagen de la retina iluminada. Sin rotación del aparato, la imagen obtenida es una imagen unidimensional, con rotación del aparato la imagen obtenida es una imagen bidimensional. La imagen bidimensional se puede obtener combinando una pluralidad de imágenes unidimensionales juntas.

15 El funcionamiento de cada detector de luz puede ser automatizado. El funcionamiento de cada detector de luz puede ser controlado por ordenador.

También se describe a continuación un aparato para obtener imágenes de la retina de un ojo que comprende:

al menos una fuente de luz y una pluralidad de detectores de luz,

20 en el que la al menos una fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada desde una pluralidad de fuentes puntuales y cada detector de luz está adaptado para detectar la luz reflejada desde la retina,

y en donde cada fuente puntual se encuentra en un arco,

y en el que la al menos una fuente de luz está configurada para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a lo largo del radio del arco hacia un punto central del arco,

25 y en el que, en uso, el aparato está dispuesto de modo que el punto central del arco coincida sustancialmente con el punto pupilar del ojo, de modo que la luz colimada se transmita desde la fuente puntual a través del punto pupilar del ojo para iluminar la retina y se refleja de nuevo en el detector de luz para producir una imagen de la retina.

El aparato puede comprender una pluralidad de fuentes de luz, en el que cada fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada de cada fuente puntual.

30 También se describe a continuación un aparato para el tratamiento de la retina de un ojo con luz colimada que comprende:

al menos una fuente de luz,

en el que la al menos una fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada desde una pluralidad de fuentes puntuales,

35 y en donde cada fuente puntual se encuentra en un arco,

y en el que la al menos una fuente de luz está configurada para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a lo largo del radio del arco hacia un punto central del arco,

40 y en el que, en uso, el aparato está dispuesto de modo que el punto central del arco coincida sustancialmente con el punto pupilar del ojo, de modo que la luz colimada se transmita desde la fuente puntual a través del punto pupilar del ojo hasta la retina.

El tratamiento de la retina se interpreta aquí para incluir terapia fotodinámica, fotoablación, fotoporación, fotoactivación u otros métodos en los que la interacción de la luz se usa para alterar el estado o la estructura de la retina o para alterar el estado de los productos químicos en el interior de la estructura de la retina.

45 También se describe a continuación un método de formación de imágenes de la retina de un ojo de acuerdo con un ejemplo de fondo, comprendiendo el método las etapas de:

proporcionar al menos una fuente de luz, en donde la al menos una fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada desde una pluralidad de fuentes puntuales;

proporcionar una pluralidad de detectores de luz, en donde cada detector de luz está adaptado para detectar luz

reflejada desde la retina;

disponer cada fuente puntual en un arco;

disponer el aparato de modo que el punto central del arco coincida sustancialmente con el punto pupilar del ojo; y

5 utilizar la al menos una fuente de luz para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a lo largo del radio del arco hacia el punto central del arco, de manera que la luz colimada se transmite desde la fuente puntual a través del punto pupilar del ojo para iluminar la retina; y

utilizar cada detector de luz para detectar la luz reflejada desde la retina para producir una imagen de la retina.

También se describe a continuación un método de tratamiento de la retina de un ojo con luz colimada de acuerdo con un ejemplo de fondo, comprendiendo el método las etapas de:

10 proporcionar al menos una fuente de luz, en donde la al menos una fuente de luz está adaptada para proporcionar luz colimada desde una pluralidad de fuentes puntuales;

disponer cada fuente puntual en un arco;

disponer el aparato de modo que el punto central del arco coincida sustancialmente con el punto pupilar del ojo; y

15 utilizar la al menos una fuente de luz para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a lo largo del radio del arco hacia el punto central del arco, de manera que la luz colimada se transmite desde la fuente puntual a través del punto pupilar del ojo hasta la retina.

El tratamiento de la retina se interpreta aquí para incluir terapia fotodinámica, fotoablación, fotoporación, fotoactivación u otros métodos en los que la interacción de la luz se usa para alterar el estado o la estructura de la retina o para alterar el estado de los productos químicos en el interior. La estructura de la retina.

20 El método de tratamiento de la retina puede comprender una etapa inicial de identificando una región de la retina para el tratamiento. Esto se llevaría a cabo mediante la formación de imágenes de la retina.

El método de tratamiento de la retina puede incluir la obtención de una imagen de la retina en cualquier punto del proceso de tratamiento.

25 El método de tratamiento de la retina puede comprender la etapa adicional de especificar el tamaño y/o ubicación de un área de tratamiento.

El método de tratamiento de la retina puede comprender la etapa adicional de controlar el funcionamiento de la pluralidad de fuentes de luz para seleccionar el área de la retina que es iluminada por la luz colimada.

El método de tratamiento de la retina puede comprender la etapa adicional de visualizar una imagen de la retina. Esto se puede realizar en cualquier momento durante el proceso de tratamiento.

30 La figura 1 ilustra un aparato 10 para iluminar la retina 12 de un ojo 14. El aparato 10 incluye una pluralidad de fuentes de luz 16 dispuestas en un arco 18. Cada fuente de luz 16 está adaptada para proporcionar luz colimada 20 desde una fuente puntual 22 y para dirigir la luz colimada 20 desde la fuente puntual 22 a lo largo del radio 24 del arco 18 hacia un punto central 26 del arco 18.

35 El aparato 10 puede comprender entre 100 y 16.000.000 de fuentes de luz 16 dispuestas a lo largo del arco 18. Sin embargo, debe apreciarse que el aparato 10 puede tener menos de 100 o más de 16.000.000 fuentes de luz 16. El aparato 10 también puede incluir cualquier número de fuentes de luz 16 entre 100 y 16.000.000, dependiendo de los requisitos operativos del aparato 10.

Las fuentes de luz 16 pueden estar montadas en un bastidor (no mostrado), o similar. El bastidor puede tener la forma del arco 18.

40 El radio del arco 18 puede ser de entre 3 mm y 500 mm. Preferiblemente, el radio del arco 18 puede estar entre 5 mm y 200 mm. Más preferiblemente, el radio del arco es de 25 mm. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el radio del arco puede ser inferior a 3 mm o superior a 500 mm.

45 Cada fuente de luz 16 puede incluir un láser, diodo emisor de luz (LED), láser emisor de superficie de cavidad vertical (VCSEL), un diodo súper luminiscente, un diodo láser o una lámpara incandescente colimada. Cada fuente de luz 16 también puede adaptarse para proporcionar luz a una longitud de onda entre 450 nm y 1000 nm. Preferiblemente, cada fuente de luz puede adaptarse para proporcionar luz a una longitud de onda entre 488 nm y 700 nm. Más preferiblemente, cada fuente de luz proporciona luz a una longitud de onda entre 515 nm y 650 nm. Cada fuente de luz 16 también puede adaptarse para proporcionar luz a una potencia de entre 500 nW y 1 W.

La longitud de onda de luz colimada 20 de cada fuente de luz 16 puede ser variable. Del mismo modo, la potencia

de cada fuente de luz 16 puede ser variable. Cada fuente de luz 16 también puede incluir un monitor de energía (ver a continuación) para garantizar que la luz colimada 20 proporcionada por la fuente de luz 16 sea segura.

La construcción de cada fuente de luz 16 se ilustra en la figura 2. La fuente de luz 16 incluye un emisor 28, que puede incluir cualquiera de los láseres, diodo emisor de luz (LED), láser emisor de superficie de cavidad vertical (VCSEL), un diodo súper luminiscente, un diodo láser o una lámpara incandescente colimada descritos anteriormente, y un detector 30. El detector 30 detecta la luz reflejada desde la retina 12 y se utiliza para formar una imagen de la retina 12. El detector 30 puede incluir un detector fotográfico rápido, como un diodo fotográfico de avalancha (APD), un diodo PIN, un tubo fotomultiplicador (PMT), un fotomultiplicador de silicio (SPM) o un detector de punto único similar. Cada detector 30 es un detector de puntos.

La luz del emisor 28 está polarizada por un elemento polarizador 32 y dirigida hacia un divisor de haz 34. Una porción de la luz es reflejada por el divisor de haz 34 hacia una lente colimadora 36, y el resto se transmite hacia un monitor de potencia 38. El divisor de haz 34 es un divisor de haz de vidrio y está orientado a 45 grados con respecto a la lente colimadora 36. El divisor de haz 34 puede estar sin recubrimiento y proporciona una relación de división de aproximadamente 90/10 utilizando reflexiones de Fresnel específicas de polarización. Aproximadamente el 90 % de la luz del emisor 28 se transmite a través del divisor de haz 34, y el 10 % restante se dirige hacia la lente colimadora 36. La luz transmitida a través del divisor de haz 34 puede usarse para monitorear la potencia de la luz por razones de seguridad. La lente colimadora 36 colima la luz del emisor 28 para proporcionar la luz colimada 20. El resultado es que la fuente de luz 16 proporciona luz colimada 20 desde una fuente puntual 22. Con referencia a las figuras 1 y 2, la fuente puntual 22 coincide con la lente colimadora 36.

El aparato 10 puede estar configurado de tal manera que cada fuente de luz 16 es independientemente operable. Además, cada fuente de luz 16 puede ser operada secuencialmente. El funcionamiento de cada fuente de luz 16 puede ser automatizado y controlado por un ordenador, o similar.

La mayoría de la luz reflejada de la retina 12 se enfoca por la lente colimadora 36 al detector 30. Como se describió anteriormente, el detector 30 es un detector de puntos. La luz reflejada desde la retina 12 se transmite a través del divisor de haz 34 al detector 30 a través de otro elemento polarizador 32. Como se describió anteriormente, el detector 30 puede incluir un detector fotográfico rápido, tal como un fotodiodo de avalancha (APD), un diodo PIN, un tubo fotomultiplicador (PMT), un fotomultiplicador de silicio (SPM) o un detector de punto único similar.

Con referencia a la figura 1, en uso, el aparato 10 está dispuesto de tal manera que el punto central 26 del arco 18 es sustancialmente coincidente con el punto pupilar 40 del ojo 14. En esta disposición, la luz colimada 20 de cada una de las fuentes de luz 16 se transmite desde cada una de las fuentes puntuales 22 a través del punto pupilar 40 del ojo 14 para iluminar la retina 12. La luz reflejada de la retina 12 es detectada por cada detector 30 y se obtiene una imagen de la retina 12. En esta disposición, el aparato 10 ilumina la retina 12 y obtiene una imagen de la parte iluminada de la retina 12.

Como se ilustra en la figura 1, la disposición de las fuentes de luz 16 y el punto central 26 del arco 18 definen un plano 42. Dado que la luz colimada 20 de cada fuente de luz 16 se transmite a lo largo de este plano 42, se puede considerar que el aparato 10 proporciona un plano de luz colimada 44. Además, dado que la luz colimada 20 de cada fuente de luz 16 se transmite a través del punto pupilar 40 del ojo 14, el plano de luz colimada 44 se extiende hacia el ojo 14 e ilumina la retina 12.

El resultado de esto es que el aparato 10 se ilumina y las imágenes de una línea unidimensional 46 en la retina 12. En la realización ilustrada en la figura 1, el aparato 10 está dispuesto de tal manera que la línea 46 que se está iluminando es ortogonal al eje óptico 48 del ojo 14, es decir, una línea vertical.

A fin de facilitar la iluminación de dos dimensiones y de formación de imágenes de la retina 12, el aparato 10 es giratorio alrededor de un eje 50 que se encuentra en el plano 42. El eje 50 puede coincidir con el punto pupilar 40 del ojo 14. La ubicación del eje 50 en el punto pupilar 40 del ojo 14 evita el recorte del plano de luz colimada 44 en el iris 52 cuando la luz entra en el ojo 14. Esto asegura el campo más amplio de iluminación de la luz en la retina 12. Alternativamente, el eje 50 puede ubicarse alrededor del punto pupilar 40 del ojo 14.

Como se describió anteriormente, las fuentes de luz 16 puede estar montado a un bastidor (no mostrado), o similar, en la forma del arco 18. En esta disposición, el bastidor está adaptado para poder girar alrededor del eje 50.

En esta disposición, el aparato 10 puede usarse para iluminar y la imagen de la superficie de la retina 12 mediante la rotación del aparato 10 alrededor del eje 50. Es importante tener en cuenta que, mientras el aparato 10 gira alrededor del eje 50, cada fuente de luz 16 dirige la luz colimada 20 hacia el punto central 26 del arco 18 y hacia el ojo 14 de la misma manera que se describió anteriormente. Cuando el aparato 10 gira alrededor del eje 50, una pluralidad de líneas unidimensionales 46 se iluminan y se forman imágenes. Estas imágenes de línea se combinan para obtener una imagen bidimensional de la retina 12. Por lo tanto, la superficie de la retina 12 se ilumina y se toma una imagen mediante el aparato 10.

El aparato 10 también incluye uno o más dispositivos de procesamiento de datos (no mostrados) para visualización y almacenamiento de las imágenes obtenidas. El uno o más dispositivos de procesamiento de datos pueden incluir

uno o más ordenadores. Los dispositivos de procesamiento de datos también están configurados para controlar el funcionamiento de las fuentes de luz 16 y los detectores 30. En particular, los dispositivos de procesamiento de datos pueden configurarse para operar secuencialmente cada fuente de luz 16. Es decir, cada fuente de luz 16 puede operarse independientemente y en secuencia para iluminar la retina 12. Sin embargo, debe apreciarse que esta operación secuencial de cada fuente de luz 16 es opcional y la operación de las fuentes de luz 16 puede modificarse para adaptarse a un requisito operacional particular del aparato 10.

Los dispositivos de tratamiento de uno o más de datos también pueden estar configurados para controlar la rotación del aparato 10 alrededor del eje 50.

El aparato 10 puede ser pivotante entre una primera posición, en la que el aparato 10 se puede usar para iluminar la primera retina 12 de un primer ojo 14, y una segunda posición, en la que el aparato 10 puede usarse para iluminar una la segunda retina (no mostrada) de un segundo ojo (no mostrada). Por lo tanto, el aparato 10 puede iluminar e imaginar los dos ojos de un paciente.

La figura 3 ilustra una realización alternativa del aparato 10. La disposición y el funcionamiento del aparato 100 de la figura 3 son esencialmente idénticos al aparato 10 de la figura 1, con la única diferencia de que las fuentes de luz 116 están ubicadas de forma remota desde la fuente puntual 122. Como se ilustra en la figura 3, cada fuente de luz 116 incluye una lente colimadora adicional 136a que enfoca la luz colimada 20 a la entrada de una fibra óptica 154 (un ejemplo de un dispositivo de transferencia de luz). La luz de cada fuente de luz 116 se transfiere a través de las fibras ópticas 154 a una lente colimadora adicional 136b que proporciona la luz colimada 120 desde la fuente puntual 122. La disposición y el funcionamiento de las fuentes de luz 116 son idénticos a las fuentes de luz 16 descritas anteriormente. El aparato 100 funciona de la misma manera que el aparato 10 para iluminar e imaginar la retina 12 del ojo 14. La ubicación remota de las fuentes de luz 116 del arco 18 simplifica la construcción del aparato 100, reduce el tamaño del aparato 100 y permite el uso de fuentes de luz colimada más grandes, que se pueden alojar por separado. Con esta disposición también es posible lograr una alta densidad de entrada de luz colimada sin la restricción física en la que incurrir las fuentes.

El aparato 10, 100 de las realizaciones de la presente invención puede ser fabricado a un coste más bajo que conoce retinal iluminando y aparatos de formación de imágenes, tales como los oftalmoscopios láser de barrido (SLO), como el aparato 10, 100 no requiere de elementos de barrido láser convencional, como los espejos poligonales. El aparato 10, 100 se puede hacer más compacto que los aparatos de imágenes de retina conocidos, ya que el aparato utiliza un número menor de componentes que los aparatos de imágenes de retina conocidos. El aparato 10, 100 de realizaciones de la presente invención también incluye un número menor de superficies ópticas, lo que aumenta la eficiencia óptica del aparato. El resultado de esto es que la potencia total en el detector de imágenes es superior a los métodos conocidos. Además, el aparato 10, 100 puede ser capaz de realizar iluminación e imágenes de "campo amplio" o iluminación e imágenes de "campo estrecho". Por lo tanto, el aparato 10, 100 es escalable para diferentes mercados.

Las modificaciones y mejoras se pueden hacer a lo anterior sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, debe apreciarse que el aparato 10, 100 también se puede usar para imágenes de fluorescencia mediante imágenes de una longitud de onda y detección en otra, como es común en aplicaciones como la angiografía y la imagen de autofluorescencia. Por lo tanto, debe apreciarse que el aparato 10, 100 puede obtener una imagen de la retina al recibir la luz reflejada desde la retina o la luz fluorescente emitida por la retina en la excitación de la misma. Además, el aparato 10, 100 puede usar una combinación de imágenes y tratamiento de reflexión y fluorescencia.

Además, aunque el emisor 28 y el detector 30 se han ilustrado y descrito anteriormente como de funcionamiento con una sola lente colimadora 36, se debe apreciar que el emisor 28 y el detector 30 pueden tener lentes independientes, con un divisor de haz, o similar, posicionado después de las lentes para combinarlas en un solo camino óptico.

Además, aunque la pluralidad de fuentes de luz 16 se han ilustrado y descrito anteriormente como que está dispuesto en un arco 18 que tiene un radio 24, se debe apreciar que el arco 18 no necesariamente tiene que ser circular. La pluralidad de fuentes de luz 16 puede estar dispuesta en cualquier forma adecuada, siempre que la luz colimada de la fuente puntual 22 se dirija hacia un punto central de la forma, y que, en uso, el punto central de esta forma coincida con el punto pupilar 40 del ojo 14. Por ejemplo, el arco 18 podría ser elíptico, o cualquier otra forma no circular adecuada.

Además, aunque cada fuente de luz 16, 116 se ha ilustrado y descrito anteriormente como que comprende un único emisor 28, se debe apreciar que cada fuente de luz 16, 116 puede incluir uno o más emisores de diferentes longitudes de onda.

Además, aunque el centro del arco 18 se ha ilustrado y descrito anteriormente como coincidente con el punto pupilar 40 del ojo 14, debe apreciarse que el centro del arco 18 podría estar situado generalmente alrededor del punto pupilar 40 del ojo 14.

Además, aunque el aparato 10, 100 se ha ilustrado y descrito anteriormente como que comprende un único arco de fuentes de luz 16, 116, y que el aparato 10, 100 se hace girar alrededor del eje 50 para iluminar y la imagen de la

5 superficie de la retina 12, debe apreciarse que, en una realización alternativa, el aparato 10, 100 puede comprender una pluralidad de fuentes de puntos colimados que se encuentran en una pluralidad de arcos alineados concéntricamente. En esta disposición, la luz colimada de cada fuente puntual se dirige radialmente hacia el interior a lo largo del radio de cada arco hacia el punto central. En uso, el aparato 10, 100 está dispuesto de tal manera que el punto central de cada arco coincide sustancialmente con el punto pupilar del ojo, de tal manera que la luz colimada se transmite desde cada fuente del punto en cada arco a través del punto pupilar del ojo hacia iluminar la retina. El aparato 10, 100 en esta forma toma la forma de una superficie de iluminación y detección semiesférica bidimensional para dirigir la luz colimada desde cada fuente puntual a través del punto central y hacia la retina, y detectar la luz reflejada.

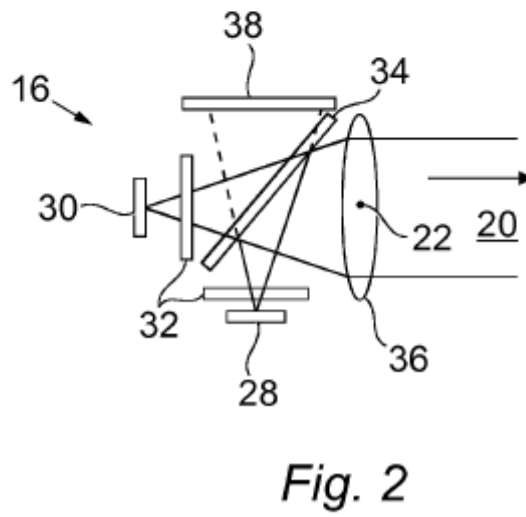
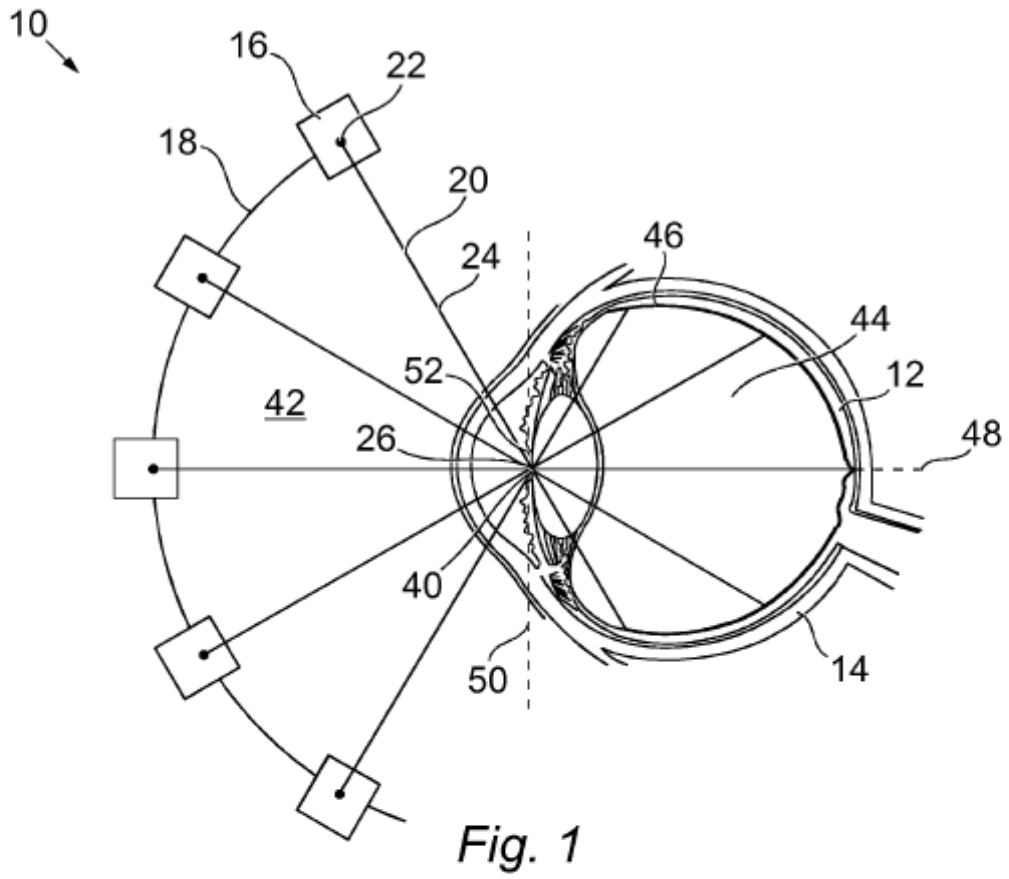
10 Además, aunque el aparato 10, 100 se ha descrito anteriormente como para iluminar y formar imágenes de la retina 12 del ojo 14, se debe apreciar que el aparato 10, 100 también puede usarse para administrar el tratamiento a la retina 12 por iluminando la retina 12 con luz colimada de una longitud de onda y/o potencia adecuadas. El tratamiento de la retina 12 puede incluir las siguientes etapas: (i) identificar una región de la retina para el tratamiento, (ii) especificar el tamaño del área de tratamiento a través de la planificación del tratamiento, vinculada a un sistema de imágenes y (iii) guiar el tratamiento a través del control manual o control automatizado preespecificado para la entrega la iluminación de tratamiento para sitios únicos o múltiples a través de una ruta de entrada común a la(s) fuente(s) de imagen. Esto proporciona una correlación entre la geografía del tratamiento y la planificación del tratamiento derivada del sistema de imágenes. El tratamiento de la retina 12 también puede incluir las etapas opcionales de ver una imagen de la retina 12 durante el tratamiento y/o volver a tomar imágenes de la retina para confirmar que el tratamiento ha sido exitoso.

20 Es decir, las realizaciones de la presente invención también proporcionan un aparato para iluminar la retina con luz colimada para su uso en el tratamiento de la retina.

25 Además, aunque en las realizaciones ilustradas y descritas anteriormente el aparato 10, 100 incluye una pluralidad de fuentes de luz 16, 116, con cada fuente de luz 16, 116 que proporciona la luz colimada desde una fuente puntual 22, 122, debería ser reconocido que el aparato 10, 100 puede incluir solo una única fuente de luz, y que esta única fuente de luz podría proporcionar luz colimada a la pluralidad de fuentes puntuales 22, 122. En esta disposición, la luz colimada de la fuente de luz única podría dividirse en una serie de canales que proporcionan la luz colimada a las fuentes puntuales.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) para obtener imágenes de la retina (12) de un ojo (14) que comprende:
al menos una fuente de luz (16) adaptada para proporcionar luz colimada (20) desde cada una de una pluralidad de fuentes puntuales (22) que se encuentran en un plano (42),
5 en donde la luz colimada de cada fuente puntual se dirige radialmente hacia un punto central (26), las ubicaciones de las fuentes puntuales y el punto central se encuentran en dicho plano, proporcionando así un plano de luz colimada (44); y
una pluralidad de detectores de luz (30) adaptados para detectar luz de las fuentes puntuales (22) que se han reflejado desde la retina (12),
10 en el que el aparato (10) está adaptado de tal manera que dicho punto central (26) puede disponerse sustancialmente coincidente con el punto pupilar (40) del ojo (14) de manera que el plano de luz colimada (44) se transmite desde las fuentes puntuales (22) a través del punto pupilar (40) del ojo para iluminar una línea unidimensional (46) en la retina (12) y reflejar de nuevo a los detectores de luz (22) para producir una imagen de la línea unidimensional (46) en la retina (12), y
15 en el que el aparato (10) está configurado para rotación automática alrededor de un eje (50) que se encuentra sustancialmente en dicho plano (42) y pasa a través de dicho punto central (26), para iluminar e imaginar una pluralidad de líneas unidimensionales (46) en la retina (12) a medida que el aparato gira sobre el eje (50) y combina las líneas unidimensionales para obtener una imagen bidimensional de la retina (12).
2. Un aparato según la reivindicación 1, en el que el aparato (10) comprende una pluralidad de fuentes de luz (16), en el que cada fuente de luz está adaptada para proporcionar la luz colimada (20) desde una respectiva de dichas fuentes puntuales (22).
3. Un aparato (10) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la pluralidad de fuentes puntuales (22) se encuentran en un arco (18), y en el que el radio del arco está entre 3 mm y 500 mm.
4. Un aparato (10) según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que cada fuente de luz (16) incluye una o más
25 fuentes de luz de diferentes longitudes de onda.
5. Un aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que cada fuente de luz (16) está configurada de tal manera que la longitud de onda de la luz proporcionada es variable.
6. Un aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que cada fuente de luz (16) está configurada de tal manera que la potencia de la luz proporcionada es variable.
- 30 7. Un aparato (10) según la reivindicación 2, en el que cada una de la pluralidad de fuentes de luz (16) está colocada adyacente a la respectiva de dichas fuentes puntuales (22).
8. Un aparato (10) según la reivindicación 2 o la reivindicación 7, en el que cada fuente de luz (16) incluye una lente colimadora (36) para proporcionar la luz colimada (20) desde la fuente puntual respectiva (22).
- 35 9. Un aparato (10) según la reivindicación 2, en el que cada fuente de luz (16) se coloca de forma remota desde la fuente puntual respectiva (22) y la luz se transfiere desde cada fuente de luz a la fuente puntual respectiva a través de un dispositivo de transferencia de luz (154).
10. Un aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que cada fuente de luz (16) es operable independientemente.
- 40 11. Un aparato (10) según la reivindicación 2 o la reivindicación 7, en el que cada fuente de luz (16) está provista de uno de dichos detectores de luz (30) para detectar la luz reflejada desde la retina (12) para producir la imagen de la línea unidimensional (46) en la retina (12).



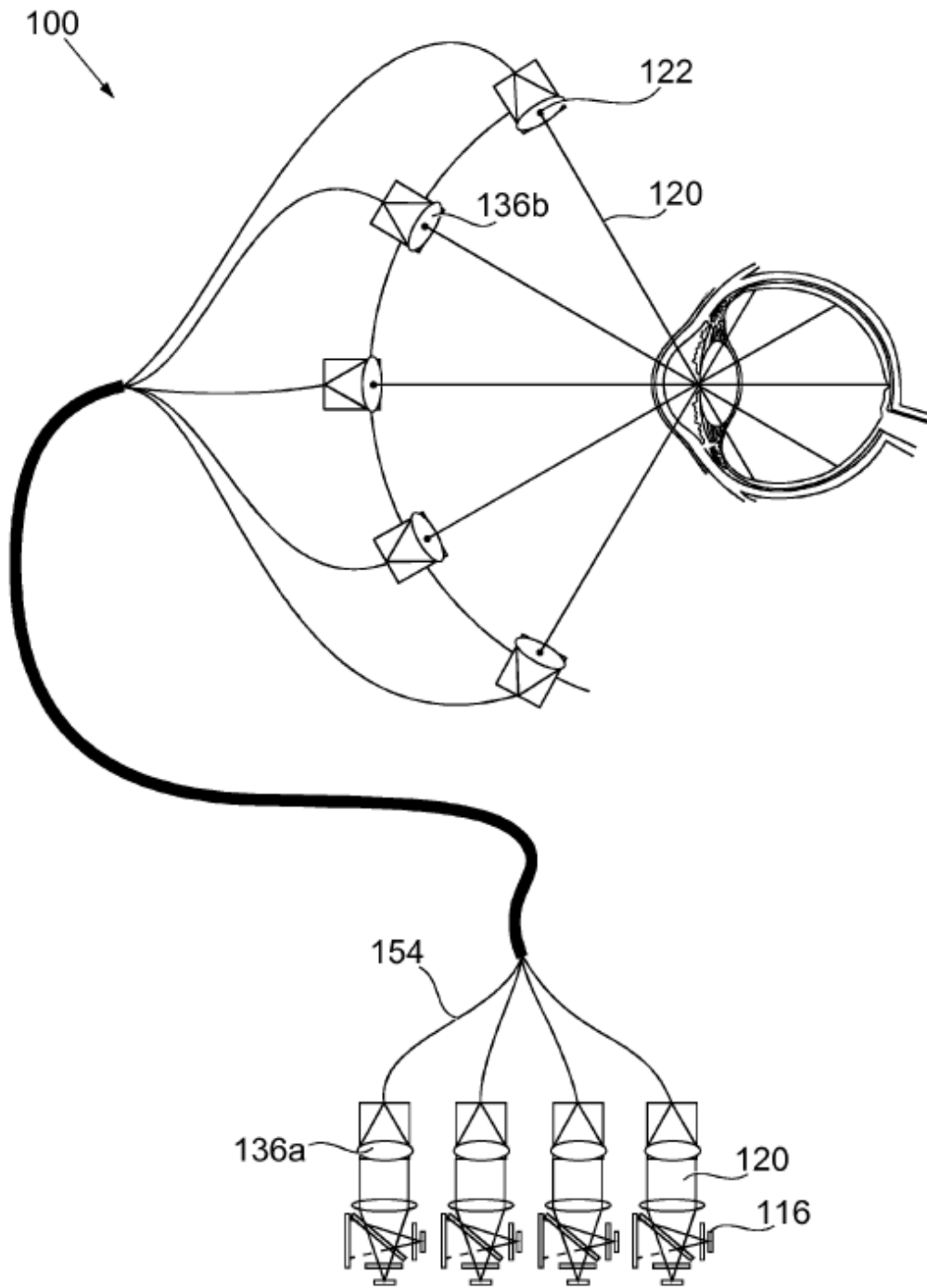


Fig. 3