

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 207**

51 Int. Cl.:

A61B 3/10 (2006.01)

A61B 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2015 PCT/GB2015/052001**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2016 WO16005763**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2015 E 15747512 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3166473**

54 Título: **Oftalmoscopios**

30 Prioridad:

10.07.2014 GB 201412269

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

15.10.2020

73 Titular/es:

**OPTOS PLC (100.0%)
Queensferry House, Carnegie Campus,
Enterprise Way
Dunfermline, Scotland, KY11 8GR, GB**

72 Inventor/es:

**SWAN, DEREK;
MUYO, GONZALO y
GORMAN, ALISTAIR**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 787 207 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

Oftalmoscopios

Campo técnico

La invención se refiere a oftalmoscopios y en particular a mejoras en la operación y el diseño de los oftalmoscopios.

5 **Antecedentes**

Existen numerosos tipos de oftalmoscopios. En algunos de estos, la elección de componentes para lograr ventajas tales como la imagen de campo ultra ancho de un fondo de ojo, introduce problemas como la aberración y la necesidad de sistemas ópticos a gran escala. La aberración puede conducir al deterioro de la función de dispersión de punto tanto de la iluminación de entrada retransmitida al ojo como de la iluminación de retorno desde el ojo. Esto, a su vez, puede conducir a una pérdida de resolución de la imagen y una pérdida de la iluminación de retorno en función del campo de visión. Se requieren sistemas ópticos a gran escala para evitar que las características del paciente choquen con los haces de entrada, etc., lo que aumenta la complejidad de fabricación y, por lo tanto, el costo de los oftalmoscopios.

15 El documento WO 2014/053824 A1 describe un oftalmoscopio láser de barrido (SLO, por sus siglas en inglés) para obtener imágenes de la retina de un ojo que comprende una fuente de luz colimada, un dispositivo de barrido, un dispositivo de transferencia de barrido y un detector. El dispositivo de transferencia de barrido tiene un primer foco en el que se proporciona una fuente puntual aparente y un segundo foco en el que se puede acomodar un ojo. El dispositivo de transferencia de barrido transfiere un barrido de luz colimada bidimensional desde la fuente puntual aparente al ojo. Un sistema de tomografía de coherencia óptica (OCT, por sus siglas en inglés) se combina con el SLO, el sistema de OCT proporciona haces de muestra y de referencia de OCT. El haz de muestra de OCT se propaga a lo largo de la misma trayectoria óptica que la luz colimada de SLO a través del dispositivo de transferencia de barrido. Un compensador de aberración compensa de manera automática las aberraciones sistemáticas y/o los cambios en el frente de onda introducidos por los elementos de barrido y el dispositivo de transferencia de barrido en función del ángulo de barrido.

25 El documento WO 2011/135348 A2 describe un oftalmoscopio de barrido para escanear la retina de un ojo y un procedimiento para escanear la retina de un ojo. El oftalmoscopio comprende una fuente de luz colimada, un primer elemento de barrido, un segundo elemento de barrido y un dispositivo de retransmisión de barrido que tiene dos focos. La fuente de luz colimada, el primer y el segundo elemento de barrido y el dispositivo de retransmisión de barrido se combinan para proporcionar un barrido de luz colimada bidimensional desde la fuente puntual aparente. El oftalmoscopio de barrido además comprende un dispositivo de transferencia de barrido, en el que el dispositivo de transferencia de barrido tiene dos focos y por lo menos un vértice y la fuente puntual aparente se proporciona en un primer foco del dispositivo de transferencia de barrido y un ojo se acomoda en un segundo foco del dispositivo de transferencia, y en el que el dispositivo de transferencia de barrido transfiere el barrido de luz colimada bidimensional desde la fuente puntual aparente al ojo. Los dos focos del dispositivo de retransmisión de barrido y los dos focos del dispositivo de transferencia de barrido definen un primer plano y los dos focos y el por lo menos un vértice del dispositivo de transferencia de barrido definen un segundo plano y en el que el primer y el segundo plano son sustancialmente paralelos.

40 El documento US 5.202.711 describe un aparato para examinar el campo de visión, que tiene un dispositivo de barrido, que está provisto de elementos de desviación del haz y de imágenes del haz, a través de los cuales el haz de luz de iluminación desde una fuente de luz de iluminación es guiado sobre la región del fondo del ojo para ser fotografiado y, si es necesario, la luz reflejada desde el fondo del ojo se dirige a un dispositivo detector, a partir de la señal de salida secuencial en el tiempo de la cual una unidad de evaluación y sincronización genera una imagen de la sección escaneada por puntos, y que tiene una unidad de control, que controla la intensidad del haz de luz de iluminación al escanear el fondo del ojo de manera tal que las marcas, respectivamente patrones, se proyecten sobre una región predeterminada del fondo del ojo con brillo predeterminado, que la persona bajo examen percibe, respectivamente, no percibe en el evento de defectos en el campo de visión. Con el fin de establecer un valor específico de brillo de las marcas, respectivamente de los patrones, la unidad de control intercambia el haz de luz de iluminación dentro del lapso de tiempo, durante el cual el haz de luz de iluminación ilumina un punto de barrido, desde un primer valor de intensidad hasta por lo menos un segundo valor de intensidad para una fracción específica de este lapso de tiempo.

Compendio

La presente invención proporciona un oftalmoscopio de acuerdo con lo establecido en cada una de las reivindicaciones 1 y 2, y un procedimiento para escanear un fondo de ojo de acuerdo con lo establecido en cada una de las reivindicaciones 23 y 24. Las características opcionales se exponen en las reivindicaciones restantes.

55

Descripción de las Figuras

Las formas de realización de la invención, y los ejemplos de antecedentes que son útiles para comprender la invención, se describirán ahora solo a modo de ejemplo, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

5 La Figura 1 es una representación esquemática de un primer ejemplo de antecedentes del oftalmoscopio que es útil para comprender la invención;

La Figura 2 es una representación esquemática de un segundo ejemplo de antecedentes del oftalmoscopio;

La Figura 3 es una representación esquemática de una primera forma de realización del oftalmoscopio;

La Figura 4 es una representación esquemática de una segunda forma de realización del oftalmoscopio; y

La Figura 5 es un diagrama de flujo que representa el procedimiento de barrido de un fondo de ojo.

10 Descripción de las formas de realización

A continuación se describe un oftalmoscopio para escanear un fondo de ojo, que comprende

un sistema de luz que produce luz lineal,

un escáner que recibe por lo menos algo de luz lineal y se puede mover alrededor de un eje de barrido para producir un barrido 1D de por lo menos algo de luz lineal, y

15 un sistema de transferencia de barrido que recibe el barrido 1D del escáner y transfiere el barrido 1D al ojo,

en el que el escáner está posicionado en el oftalmoscopio de manera tal que reciba por lo menos algo de la luz lineal sustancialmente a lo largo del eje de barrido, el sistema de transferencia de barrido está posicionado en el oftalmoscopio de manera tal que se proporcione una pupila del ojo en un punto focal del sistema, y el escáner está posicionado en el oftalmoscopio y el sistema de transferencia de barrido está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner a través del punto focal en la pupila del ojo y sobre el fondo del ojo.

20 El escáner puede estar posicionado en el oftalmoscopio de manera tal que reciba por lo menos algo de la luz lineal con un eje central de la luz sustancialmente coincidente con el eje de barrido.

25 El escáner puede tener una forma de manera tal que la dirección de barrido del barrido 1D de la luz lineal se encuentre en ángulo con el eje de barrido del escáner. La forma del escáner puede ser sustancialmente plana y el ángulo puede ser de aproximadamente 90 grados.

30 El escáner puede comprender un elemento reflectante. El elemento reflectante puede comprender un espejo. El escáner se puede accionar, por ejemplo, por medio de un motor para moverlo alrededor del eje de barrido. El escáner puede tener dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente toda la luz lineal producida por el sistema de luz. El escáner puede tener dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente toda la luz de retorno desde el fondo del ojo.

35 El sistema de transferencia de barrido puede comprender un componente de transferencia de barrido. El sistema de transferencia de barrido puede estar configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner a través del punto focal en la pupila del ojo y sobre el fondo del ojo por medio de la elección de una forma del componente de transferencia de barrido. El componente de transferencia de barrido puede tener una forma esférica. El componente de transferencia de barrido puede tener la forma de una sección de una superficie cónica. La forma de la sección de la superficie cónica puede ser parabólica, elipsoidal, hiperboloide.

40 El componente de transferencia de barrido puede comprender un componente reflexivo. El componente reflexivo puede tener una forma descrita por una o más funciones polinómicas de dos variables, por ejemplo, dos variables que describen ejes sustancialmente ortogonales del componente reflexivo. El componente reflexivo puede comprender un espejo.

El componente de transferencia de barrido puede comprender un componente transmisivo. El componente transmisivo puede comprender una lente.

45 El componente de transferencia de barrido puede tener una forma de manera tal que por lo menos algo de luz lineal del barrido 1D esté colimada en una ubicación adyacente a una superficie exterior de una córnea del ojo. La luz colimada en la córnea del ojo luego es enfocada por la córnea del ojo y la lente para dar luz que tiene una función de dispersión optimizada en sustancialmente cada una de una pluralidad de posiciones de un campo de barrido en el fondo del ojo.

50 El componente de transferencia de barrido puede tener una forma de manera tal que la luz de retorno desde sustancialmente cada una de una pluralidad de posiciones del campo de barrido en el fondo del ojo tenga propiedades focales sustancialmente similares y esté enfocada sustancialmente en un plano. Entonces se puede

usar una apertura confocal estándar para optimizar la señal a ruido de la luz de retorno del fondo de ojo sobre, por ejemplo, la luz de retorno corneal.

5 El componente de transferencia de barrido puede tener dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente todo el barrido 1D desde el escáner. El componente de transferencia de barrido puede tener dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente toda la luz de retorno desde el fondo del ojo. Por lo tanto, el componente de transferencia de barrido es capaz de recoger la luz que sale del ojo en ángulos anchos y ultra anchos, para proporcionar un oftalmoscopio ancho y ultra ancho.

10 El sistema de transferencia de barrido puede comprender una pluralidad de componentes de transferencia de barrido. El sistema de transferencia de barrido puede estar configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner a través del punto focal en la pupila del ojo y sobre el fondo del ojo por medio de la elección de formas de los componentes de transferencia de barrido y las posiciones de los componentes de transferencia de barrido. Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede tener una forma esférica. Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede tener la forma de una sección de una superficie cónica. La forma de la sección de la superficie cónica puede ser parabólica, elipsoidal, hiperboloide, sola o en combinación.

15 Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede comprender un componente reflexivo. Por lo menos algunos de los componentes reflexivos pueden tener una forma descrita por una o más funciones polinómicas de dos variables, por ejemplo, dos variables que describen ejes sustancialmente ortogonales del componente reflexivo. Cada uno de los componentes reflexivos puede comprender un espejo.

20 Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede comprender un componente transmisivo. Cada uno de los componentes transmisivos puede comprender una lente.

25 Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede tener una forma de manera tal que por lo menos algo de luz lineal del barrido 1D esté colimada en una ubicación adyacente a una superficie exterior de una córnea del ojo. La luz colimada en la córnea del ojo luego es enfocada por la córnea del ojo y la lente para dar luz que tiene una función de dispersión optimizada en sustancialmente cada una de una pluralidad de posiciones de un campo de barrido en el fondo del ojo.

30 Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede tener una forma de manera tal que la luz de retorno desde sustancialmente cada una de una pluralidad de posiciones del campo de barrido en el fondo del ojo tenga propiedades focales sustancialmente similares y esté enfocada sustancialmente en un plano. Entonces se puede usar una apertura confocal estándar para optimizar la señal a ruido de la luz de retorno del fondo de ojo sobre, por ejemplo, la luz de retorno corneal.

35 Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede tener dimensiones de manera tal que reciban sustancialmente todo el barrido 1D desde el escáner. Cada uno de los componentes de transferencia de barrido puede tener dimensiones de manera tal que reciban sustancialmente toda la luz de retorno desde el fondo del ojo. Por lo tanto, los componentes de transferencia de barrido son capaces de recoger la luz que sale del ojo en ángulos anchos y ultra anchos, para proporcionar un oftalmoscopio ancho y ultra ancho.

El sistema de luz puede comprender una fuente puntual de luz y un dispositivo de barrido que recibe la luz puntual y es móvil alrededor de un eje de barrido para escanear la luz puntual y producir la luz lineal. La luz lineal puede comprender una pluralidad de rayos de luz que son producidos de manera consecutiva por el dispositivo de barrido al escanear la luz puntual y que caen en una línea en el escáner.

40 El dispositivo de barrido puede estar posicionado en el oftalmoscopio de manera tal que reciba la luz puntual sustancialmente en el eje de barrido. El dispositivo de barrido puede estar posicionado en el oftalmoscopio de manera tal que el eje de barrido se encuentre en un plano conjugado con la pupila del ojo. La luz incidente en el eje de barrido entonces se enfocará y pasará a través de la pupila del ojo.

45 El dispositivo de barrido puede estar posicionado en el oftalmoscopio de manera tal que el eje de barrido del dispositivo de barrido se encuentre en ángulo con el eje de barrido del escáner. El ángulo puede ser de aproximadamente 90 grados. El dispositivo de barrido puede comprender un espejo plano. El dispositivo de barrido puede ser accionado, por ejemplo, por un motor para moverlo alrededor del eje de barrido.

50 En una forma de realización, el sistema de luz comprende una fuente puntual de luz y un generador de línea de luz para producir la luz lineal. La luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz que son producidos de manera simultánea por el generador de línea de luz y que forman una línea de luz en el escáner. El generador de línea de luz puede comprender, por ejemplo, ópticas de conformación de haz tales como lentes cilíndricas en forma de cuña o elementos ópticos difractivos que transforman la luz puntual gaussiana en luz lineal de sombrero de copa.

55 En otra forma de realización, el sistema de luz comprende una matriz lineal de fuentes puntuales de luz para producir la luz lineal. La luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz que son producidos de manera simultánea por las fuentes puntuales de luz y que forman una línea de luz en el escáner.

La o cada fuente puntual de luz puede comprender un láser o un diodo emisor de luz (LED, por sus siglas en inglés).

5 El oftalmoscopio puede comprender un dispositivo de transferencia de barrido. El dispositivo de transferencia de barrido puede estar posicionado en el oftalmoscopio entre el sistema de luz y el escáner para retransmitir por lo menos algo de luz lineal del sistema de luz al escáner. El dispositivo de transferencia de barrido puede comprender un espejo esférico. El dispositivo de transferencia de barrido puede tener una forma de manera tal que disminuya la aberración en el oftalmoscopio. El dispositivo de transferencia de barrido puede estar posicionado en el oftalmoscopio de manera tal que disminuya la aberración en el oftalmoscopio. El dispositivo de transferencia de barrido de este modo extiende los grados de libertad en el diseño del oftalmoscopio al proporcionar un medio adicional para controlar la aberración y los ángulos de barrido sobre el fondo de ojo.

10 El oftalmoscopio puede ser un oftalmoscopio de campo ancho. El oftalmoscopio puede ser un oftalmoscopio de campo ultra ancho. El oftalmoscopio puede funcionar en modo de reflectancia. El oftalmoscopio puede funcionar en modo de fluorescencia. El oftalmoscopio se puede usar para tomografías de coherencia óptica.

Cuando se hace referencia al fondo de ojo, se debe entender que esto incluye, entre otros, la retina, el disco óptico, la mácula, la fóvea, el polo posterior, la membrana de Bruch y la coroides del ojo.

15 El oftalmoscopio de una forma de realización puede proporcionar una serie de ventajas sobre los oftalmoscopios previos. Las ventajas se obtienen por medio de una combinación de la forma elegida y el posicionamiento de los componentes del oftalmoscopio. Por ejemplo, la selección apropiada de la forma particular del componente o los componentes del sistema de transferencia de barrido y el posicionamiento del escáner permite disminuir la aberración en el oftalmoscopio. Esto, a su vez, permite que el oftalmoscopio obtenga un barrido confocal de alta resolución del fondo de ojo. Los oftalmoscopios anteriores han usado un dispositivo de transferencia de barrido elipsoidal y han colocado el escáner en un primer punto focal del dispositivo y el ojo en un segundo punto focal del dispositivo, lo que hace que el escáner tenga que estar alineado con el ojo. Al no usar esta disposición, el oftalmoscopio de la forma de realización puede tener más grados de libertad en la elección de la forma y el posicionamiento de sus componentes. Esto permite que el oftalmoscopio use una disposición óptica más compacta, para lograr una reducción significativa del tamaño total del oftalmoscopio. En particular, dado que el escáner ya no tiene que estar alineado con el ojo, se puede reducir el tamaño y, por lo tanto, el costo del sistema de transferencia de barrido.

En la presente memoria también se describe un procedimiento para escanear un fondo de ojo, que comprende usar un sistema de luz para producir luz lineal,

30 usar un escáner para recibir por lo menos algo de la luz lineal, el escáner está posicionado en el oftalmoscopio para recibir por lo menos algo de la luz lineal sustancialmente a lo largo de un eje de barrido del escáner, mover el escáner alrededor del eje de barrido para producir un barrido 1D de por lo menos algo de la luz lineal, el escáner está posicionado en el oftalmoscopio para transferir el barrido 1D desde el escáner a través de una pupila del ojo y sobre el fondo del ojo, y

35 usar un sistema de transferencia de barrido para recibir el barrido 1D del escáner y transferir el barrido 1D al ojo, el sistema de transferencia de barrido está posicionado en el oftalmoscopio para proporcionar la pupila del ojo en un punto focal del sistema y el sistema de transferencia de barrido está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner a través del punto focal en la pupila del ojo y sobre el fondo del ojo.

40 Con referencia a la Figura 1, se muestra un primer ejemplo de antecedentes de un oftalmoscopio. El oftalmoscopio 1 comprende un sistema de luz 3, un escáner 5 y un sistema de transferencia de barrido 7 y se usa para escanear un ojo 9.

45 El sistema de luz 3 comprende una fuente puntual de luz 11, que comprende un láser, y un dispositivo de barrido 13, que comprende un espejo plano. El dispositivo de barrido 13 recibe una luz puntual desde la fuente 11 y es impulsado por un motor (no se muestra) para mover el dispositivo de barrido 13 alrededor de un eje de barrido, de acuerdo con lo mostrado, para de ese modo escanear la luz puntual para producir luz lineal. La luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz (en la Figura se muestran rayos 15 de ejemplo), que son producidos de manera consecutiva por el dispositivo de barrido 13 al escanear la luz puntual y que caen en una línea en el escáner 5, de acuerdo con lo mostrado.

50 El dispositivo de barrido 13 está posicionado en el oftalmoscopio 1 de manera tal que reciba la luz puntual desde la fuente 11 sustancialmente en su eje de barrido y además está posicionado en el oftalmoscopio 1 de manera tal que su eje de barrido se encuentre en un plano conjugado con una pupila 17 del ojo 9. La luz incidente en el eje de barrido del dispositivo de barrido 13, por lo tanto, se enfocará y pasará a través de la pupila del ojo 17. El dispositivo de barrido 13 además está posicionado en el oftalmoscopio 1 de manera tal que su eje de barrido se encuentre en un ángulo de aproximadamente 90 grados al eje de barrido del escáner 5. Se apreciará que en otros ejemplos, el eje de barrido del dispositivo de barrido 13 podría estar en un ángulo diferente al eje de barrido del escáner 5. En este ejemplo de antecedentes, el eje de barrido del dispositivo de barrido 13 es aproximadamente horizontal y el eje de

barrido del escáner 5 es aproximadamente vertical. Se apreciará que en otros ejemplos de antecedentes, el eje de barrido del dispositivo de barrido 13 podría ser aproximadamente vertical y el eje de barrido del escáner 5 podría ser aproximadamente horizontal o los ejes de barrido del dispositivo de barrido 13 y el escáner 5 podrían tener otras orientaciones.

5 El escáner 5 comprende un espejo plano. El escáner 5 recibe la luz lineal del dispositivo de barrido 13 y es impulsado por un motor (no se muestra) para moverlo alrededor de su eje de barrido 19, de acuerdo con lo mostrado, para producir un barrido 1D de la luz lineal (en la Figura se muestran rayos 21 de ejemplo del barrido 1D). El escáner 5 está posicionado en el oftalmoscopio 1 de manera tal que reciba la luz lineal con un eje central de la luz sustancialmente coincidente con el eje de barrido 19. El escáner 5 tiene dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente toda la luz lineal producida por el sistema de luz 3. El escáner 5 también tiene dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente toda la luz de retorno desde el fondo del ojo. El escáner 5 además está posicionado en el oftalmoscopio 1 de manera tal que el barrido 1D 21 se transfiera desde el escáner 5 a través de un punto focal en la pupila del ojo 17 y sobre un fondo de ojo 23 del ojo 9.

10 El escáner de espejo plano 5 tiene una forma sustancialmente plana de manera tal que, en este ejemplo de antecedentes, una dirección de barrido de del barrido 1D 21 de la luz lineal se encuentra en un ángulo de aproximadamente 90 grados con respecto al eje de barrido 19 del escáner 5. Se debe tener en cuenta que en otros ejemplos de antecedentes, la dirección de barrido del barrido 1D 21 podría estar en un ángulo diferente al eje de barrido 19 del escáner 5. Con estos antecedentes, la dirección de barrido del barrido 1D 21 es aproximadamente horizontal y el eje de barrido 19 del escáner 5 es aproximadamente vertical. Se apreciará que en otros ejemplos de antecedentes, la dirección de barrido del barrido 1D 21 podría ser aproximadamente vertical y el eje de barrido 19 del escáner 5 podría ser aproximadamente horizontal o la dirección de barrido del barrido 1D 21 y el eje de barrido 19 del escáner 5 podrían tener otras orientaciones.

15 El sistema de transferencia de barrido 7 comprende un componente de transferencia de barrido que es un componente reflexivo en forma de espejo. El componente de transferencia de barrido tiene por lo menos un punto focal y el sistema de transferencia de barrido 7 está posicionado en el oftalmoscopio 1 de manera tal que la pupila del ojo 17 se proporcione en el punto focal del componente. El sistema de transferencia de barrido 7 está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner 5 a través del punto focal en la pupila del ojo 17 y sobre el fondo del ojo 23 por medio de la elección de una forma del componente de transferencia de barrido. El componente de transferencia de barrido tiene una forma esférica y, en este ejemplo de antecedentes, de manera específica tiene la forma de una sección de una superficie cónica, como cualquiera de los parabólicos, elipsoidales, hiperboloides. El componente reflexivo puede tener una forma descrita por una o más funciones polinómicas de dos variables, por ejemplo, dos variables que describen ejes sustancialmente ortogonales del componente reflexivo.

20 El componente de transferencia de barrido tiene una forma de manera tal que por lo menos algo de luz lineal del escáner 5 esté colimada en una ubicación adyacente a una superficie exterior de la córnea del ojo 9. La luz colimada en la córnea del ojo luego es enfocada por la córnea del ojo y la lente para dar luz que tiene una función de dispersión optimizada en sustancialmente cada una de una pluralidad de posiciones de un campo de barrido en el fondo del ojo 23. El componente de transferencia de barrido además tiene una forma de manera tal que la luz de retorno desde sustancialmente cada una de la pluralidad de posiciones del campo de barrido en el fondo del ojo 23 tenga propiedades focales sustancialmente similares y esté enfocada sustancialmente en un plano. Entonces se puede usar una apertura confocal estándar para optimizar la señal a ruido de la luz de retorno del fondo de ojo.

25 El componente de transferencia de barrido del sistema de transferencia de barrido 7 tiene dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente todo el barrido ID 21 del escáner 5. El componente de transferencia de barrido también tiene dimensiones de manera tal que reciba sustancialmente toda la luz de retorno desde el fondo del ojo 23. Por lo tanto, los componentes de transferencia de barrido son capaces de recoger la luz que sale del ojo en ángulos anchos y ultra anchos, para proporcionar un oftalmoscopio ancho y ultra ancho.

30 De este modo, la luz de la fuente puntual de luz 11 es transmitida por el dispositivo de barrido 13, el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 del oftalmoscopio 1 sobre el fondo de ojo 23 del ojo 9. El dispositivo de barrido 13, el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 actúan juntos para proporcionar un barrido de luz 2D en el fondo de ojo 23. La luz de retorno del fondo de ojo 23 se transmite de regreso a través del sistema de transferencia de barrido 7, el escáner 5 y el dispositivo de barrido 13 y es captada por un detector (no se muestra). De este modo, el oftalmoscopio 1 crea una imagen del fondo de ojo 23.

35 Los componentes del oftalmoscopio 1 crean efectivamente una fuente puntual de luz aparente en la pupila 17 del ojo 9. En la pupila del ojo 17, la luz se enfoca sobre un área más pequeña que la pupila del ojo para todos los ángulos del barrido del fondo de ojo 23.

40 Con referencia a la Figura 2, se muestra un segundo ejemplo de antecedentes de un oftalmoscopio. El oftalmoscopio de la Figura 2 tiene componentes en común con el oftalmoscopio del primer ejemplo de antecedentes que se muestra en la Figura 1 y los componentes similares se han designado por el uso de los mismos números de referencia.

En la Figura 2, el oftalmoscopio 30 comprende un sistema de luz 3, un escáner 5 y un sistema de transferencia de barrido 7 y se usa para escanear un ojo 9. Además, el oftalmoscopio 30 comprende un dispositivo de transferencia de barrido 32.

5 El dispositivo de transferencia de barrido 32 comprende un espejo esférico y está posicionado en el oftalmoscopio 30 entre el sistema de luz 3 y el escáner 5 para retransmitir la luz lineal desde el sistema de luz 3 al escáner 5. La luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz (en la Figura se muestran rayos 15 de ejemplo) que son producidos de manera consecutiva por el dispositivo de barrido 13 al explorar la luz puntual. La pluralidad de rayos 15 se reflejan de manera consecutiva desde el segundo dispositivo de transferencia de barrido 32 y los rayos reflejados (en la Figura se muestran rayos 34 de ejemplo) caen en una línea en el escáner 5, de acuerdo con lo
10 mostrado. Los rayos reflejados 34 se muestran por medio del mapeo de un barrido divergente de la luz lineal, pero se apreciará que los rayos reflejados podrían mapear un barrido convergente o colimado de la luz lineal.

El dispositivo de transferencia de barrido 32 tiene una forma y está posicionado en el oftalmoscopio 30 de manera tal que disminuya la aberración en el oftalmoscopio 30.

15 Los componentes restantes del oftalmoscopio 30 de la Figura 2 funcionan de la manera descrita con referencia al oftalmoscopio de la Figura 1. La luz de la fuente puntual de luz 11 es transmitida por el dispositivo de barrido 13, el dispositivo de transferencia de barrido 32, el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 del oftalmoscopio 30 sobre el fondo de ojo 23 del ojo 9. El dispositivo de barrido 13, el dispositivo de transferencia de barrido 32, el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 actúan juntos para proporcionar un barrido de luz 2D en el fondo de ojo 23. La luz de retorno del fondo de ojo 23 se transmite de vuelta a través del sistema de transferencia de
20 barrido 7, el escáner 5, el dispositivo de transferencia de barrido 32 y el dispositivo de barrido 13 y es captada por un detector (no se muestra). De este modo, el oftalmoscopio 30 crea una imagen del fondo de ojo 23.

Con referencia a la Figura 3, se muestra una primera forma de realización de un oftalmoscopio de acuerdo con la invención. El oftalmoscopio de la Figura 3 tiene componentes en común con el oftalmoscopio del primer ejemplo de
25 antecedentes que se muestra en la Figura 1 y los componentes similares se han designado por el uso de los mismos números de referencia.

En la Figura 3, el oftalmoscopio 40 comprende un sistema de luz 3, un escáner 5 y un sistema de transferencia de barrido 7 y se usa para escanear un ojo 9.

30 El sistema de luz 3 comprende una fuente puntual de luz 11, que comprende un láser y un generador de línea de luz 42. El generador de línea de luz 42 recibe una luz puntual desde la fuente 11 y produce luz lineal. La luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz que son producidos de manera simultánea por el generador de línea de luz 42 y que forman un abanico de rayos 44. El abanico de rayos 44 incide en el escáner 5 y forman una línea de luz en el escáner 5, de acuerdo con lo mostrado. El generador de línea de luz 42 está posicionado en el oftalmoscopio 40 de manera tal que, en esta forma de realización, produce un abanico de rayos 44 que es aproximadamente paralelo al eje de barrido del escáner 5. Se apreciará que en otras formas de realización, el abanico de rayos 44
35 podría estar en ángulo con el eje de barrido del escáner 5. En esta forma de realización, el abanico de rayos 44 y el eje de barrido del escáner 5 son aproximadamente verticales. Se apreciará que en otras formas de realización, estas podrían ser aproximadamente horizontales o podrían tener otras orientaciones.

40 Los componentes restantes del oftalmoscopio 40 de la Figura 3 funcionan de la manera descrita con referencia al oftalmoscopio de la Figura 1. La luz desde el generador de línea de luz 42 es transmitida por el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 del oftalmoscopio 40 sobre el fondo de ojo 23 del ojo 9. El generador de línea de luz 42, el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 actúan juntos para proporcionar un barrido de luz 2D en el fondo de ojo 23, que comprende un barrido 1D del abanico 1D de rayos 44 por el escáner 5. La luz incidente en el fondo de ojo 23 comprende un abanico 1D de rayos 46 aproximadamente vertical que se escanea en una dirección de barrido aproximadamente horizontal sobre el fondo de ojo 23 para crear el barrido de luz 2D en el
45 fondo de ojo 23. La luz de retorno del fondo de ojo 23 se transmite de regreso a través del sistema de transferencia de barrido 7 y el escáner 5 y es captada por un detector (no se muestra). De este modo, el oftalmoscopio 40 crea una imagen del fondo de ojo 23.

50 Con referencia a la Figura 4, se muestra una segunda forma de realización de un oftalmoscopio de acuerdo con la invención. El oftalmoscopio de la Figura 4 tiene componentes en común con los oftalmoscopios del segundo ejemplo de antecedentes y la primera forma de realización mostrada en las Figuras 2 y 3 y los componentes similares se han designado por el uso de los mismos números de referencia.

55 En la Figura 4, el oftalmoscopio 50 comprende un sistema de luz 3, un escáner 5 y un sistema de transferencia de barrido 7 y se usa para escanear un ojo 9. El sistema de luz 3 comprende una fuente puntual de luz 11, que comprende un láser y un generador de línea de luz 42. Además, el oftalmoscopio 50 comprende un dispositivo de transferencia de barrido 32, de acuerdo con lo descrito con referencia a la Figura 2.

Los componentes restantes del oftalmoscopio 50 de la Figura 4 funcionan de la manera descrita con referencia al oftalmoscopio de la Figura 3. La luz desde el generador de línea de luz 42 es transmitida por el dispositivo de transferencia de barrido 32, el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 del oftalmoscopio 50 sobre el

5 fondo de ojo 23 del ojo 9. El generador de línea de luz 42, el dispositivo de transferencia de barrido 32, el escáner 5 y el sistema de transferencia de barrido 7 actúan juntos para proporcionar un barrido de luz 2D en el fondo de ojo 23, que comprende un barrido 1D del abanico 1D de rayos 44 por el escáner 5. La luz incidente en el fondo de ojo 23 comprende un abanico 1D aproximadamente vertical de rayos 46 que se escanea en una dirección de barrido aproximadamente horizontal sobre el fondo de ojo 23 para crear el barrido de luz 2D en el fondo de ojo 23. La luz de retorno del fondo de ojo 23 se transmite de vuelta a través del sistema de transferencia de barrido 7, el escáner 5 y el dispositivo de transferencia de barrido 32, y es captada por un detector (no se muestra). De este modo, el oftalmoscopio 50 crea una imagen del fondo de ojo 23.

10 Se apreciará que se pueden proporcionar formas de realización adicionales del oftalmoscopio en las que el sistema de transferencia de barrido comprende un componente de transferencia de barrido transmisivo o el sistema de transferencia de barrido comprende una pluralidad de componentes de transferencia de barrido que pueden ser componentes reflexivos o transmisivos.

15 Con referencia a la Figura 5, se muestra un procedimiento para escanear un fondo de ojo. El procedimiento comprende usar un sistema de luz para producir luz lineal 60, usar un escáner para recibir por lo menos algo de la luz lineal 62, el escáner está posicionado en el oftalmoscopio para recibir por lo menos algo de la luz lineal sustancialmente a lo largo de un eje de barrido del escáner, mover el escáner alrededor del eje de barrido para producir un barrido 1D de por lo menos algo de la luz lineal 64, el escáner está posicionado en el oftalmoscopio para transferir el barrido 1D desde el escáner a través de una pupila del ojo y sobre el fondo del ojo, y usar un sistema de transferencia de barrido para recibir el barrido 1D del escáner y transferir el barrido 1D al ojo 66, el sistema de
20 transferencia de barrido está posicionado en el oftalmoscopio para proporcionar la pupila del ojo en un punto focal del sistema y el sistema de transferencia de barrido está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner a través del punto focal en la pupila del ojo y sobre el fondo del ojo.

REIVINDICACIONES

1. Un oftalmoscopio (1) para escanear un fondo de ojo (23) de un ojo (9), que comprende
 - un sistema de luz (3) dispuesto para producir luz lineal, comprendiendo el sistema de luz (3) una fuente puntual de luz (11) y un generador de línea de luz (42) para producir la luz lineal, en el que la luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por el generador de línea de luz (42),
 - un escáner (5) dispuesto para recibir por lo menos algo de la luz lineal y se puede mover alrededor de un eje de barrido (19) para producir un barrido 1D de por lo menos algo de luz lineal, en el que la pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por el generador de línea de luz (42) forman una línea de luz en el escáner (5), y
 - un sistema de transferencia de barrido (7) dispuesto para recibir el barrido 1D del escáner (5) y transfiere el barrido 1D al ojo (9),
 - en el que el escáner (5) no está posicionado en un punto focal del sistema de transferencia de barrido y está posicionado en el oftalmoscopio (1) de manera tal que reciba por lo menos algo de la luz lineal sustancialmente a lo largo del eje de barrido (19), el sistema de transferencia de barrido (7) está posicionado en el oftalmoscopio (1) de manera tal que se proporcione una pupila (17) del ojo (9) en un punto focal del sistema, y el escáner (5) está posicionado en el oftalmoscopio (1) y el sistema de transferencia de barrido (7) está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través del punto focal en la pupila del ojo (17) y sobre el fondo del ojo (23).
2. Un oftalmoscopio (1) para escanear un fondo de ojo (23) de un ojo (9), que comprende
 - un sistema de luz (3) dispuesto para producir luz lineal, comprendiendo el sistema de luz (3) una matriz lineal de fuentes puntuales de luz para producir la luz lineal, en el que la luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por las fuentes puntuales de luz,
 - un escáner (5) dispuesto para recibir por lo menos algo de la luz lineal y se puede mover alrededor de un eje de barrido (19) para producir un barrido 1D de por lo menos algo de luz lineal, en el que la pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por las fuentes puntuales de luz forman una línea de luz en el escáner (5), y
 - un sistema de transferencia de barrido (7) dispuesto para recibir el barrido 1D del escáner (5) y transfiere el barrido 1D al ojo (9),
 - en el que el escáner (5) no está posicionado en un punto focal del sistema de transferencia de barrido y está posicionado en el oftalmoscopio (1) de manera tal que reciba por lo menos algo de la luz lineal sustancialmente a lo largo del eje de barrido (19), el sistema de transferencia de barrido (7) está posicionado en el oftalmoscopio (1) de manera tal que se proporcione una pupila (17) del ojo (9) en un punto focal del sistema, y el escáner (5) está posicionado en el oftalmoscopio (1) y el sistema de transferencia de barrido (7) está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través del punto focal en la pupila del ojo (17) y sobre el fondo del ojo (23).
3. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el escáner (5) está posicionado en el oftalmoscopio (1) de manera tal que reciba por lo menos algo de la luz lineal con un eje central de la luz sustancialmente coincidente con el eje de barrido (19).
4. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el escáner (5) tiene una forma de manera tal que la dirección de barrido del barrido 1D de la luz lineal se encuentre en ángulo con el eje de barrido (19) del escáner (5).
5. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la forma del escáner es sustancialmente plana y el ángulo es de aproximadamente 90 grados.
6. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el escáner (5) comprende un elemento reflectante en forma de espejo.
7. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el escáner (5) tiene dimensiones de manera tal que reciba por lo menos uno de:
 - sustancialmente toda la luz lineal producida por el sistema de luz (3); y
 - sustancialmente toda la luz de retorno desde el fondo del ojo (23).
8. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de transferencia de barrido (7) comprende un componente de transferencia de barrido.

9. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el sistema de transferencia de barrido (7) está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través del punto focal en la pupila del ojo (17) y sobre el fondo del ojo (23) por medio de la elección de una forma del componente de transferencia de barrido.
- 5 10. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el componente de transferencia de barrido tiene forma esférica.
11. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el componente de transferencia de barrido tiene forma de una sección de una superficie cónica.
12. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la forma de la sección de la superficie cónica es cualquiera de parabólica, elipsoidal, hiperboloide.
- 10 13. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el componente de transferencia de barrido comprende un componente reflexivo o un componente transmisivo.
14. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el componente de transferencia de barrido comprende un componente reflexivo, y el componente reflexivo tiene una forma descrita por una o más funciones polinómicas de dos variables, por ejemplo, dos variables que describen ejes sustancialmente ortogonales del
15 componente reflexivo.
15. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en el que el componente de transferencia de barrido comprende un componente reflexivo, comprendiendo el componente reflexivo un espejo.
16. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el componente de transferencia de barrido comprende un componente transmisivo, y el componente transmisivo comprende una lente.
- 20 17. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 16, en el que el componente de transferencia de barrido tiene una forma de manera tal que:
- por lo menos algo de luz lineal del barrido 1D está colimada en una ubicación adyacente a una superficie exterior de una córnea del ojo (9); y/o
- 25 la luz de retorno de sustancialmente cada una de una pluralidad de posiciones del campo de barrido en el fondo del ojo (23) tiene propiedades focales sustancialmente similares y está enfocada sustancialmente en un plano.
18. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 17, en el que el componente de transferencia de barrido tiene dimensiones de manera tal que reciba por lo menos uno de:
- sustancialmente todo el barrido 1D desde el escáner (5); y
- sustancialmente toda la luz de retorno desde el fondo del ojo (23).
- 30 19. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el sistema de transferencia de barrido (7) comprende una pluralidad de componentes de transferencia de barrido, y el sistema de transferencia de barrido (7) está configurado para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través del punto focal en la pupila del ojo (17) y sobre el fondo del ojo (23) por medio de la elección de las formas de los componentes de transferencia de barrido y las posiciones de los componentes de transferencia de barrido.
- 35 20. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un segundo dispositivo de transferencia de barrido (32) posicionado en el oftalmoscopio (1) entre el sistema de luz (3) y el escáner (5) para retransmitir por lo menos algo de luz lineal desde el sistema de luz (3) al escáner (5).
21. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con la reivindicación 20, en el que el segundo dispositivo de transferencia de barrido (32) comprende un espejo esférico.
- 40 22. Un oftalmoscopio (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que es un oftalmoscopio de campo ancho o un oftalmoscopio de campo ultra ancho.
23. Un procedimiento para escanear un fondo de ojo (23) de un ojo (9), que comprende
- usar (60) un sistema de luz (3) para producir luz lineal, comprendiendo el sistema de luz (3) una fuente puntual de luz (11) y un generador de línea de luz (42) para producir la luz lineal, en el que la luz lineal comprende una
45 pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por el generador de línea de luz (42),
- usar (62) un escáner (5) para recibir por lo menos algo de la luz lineal, estando posicionado el escáner (5) en el oftalmoscopio (1) para recibir por lo menos algo de la luz lineal sustancialmente a lo largo de un eje de barrido (19) del escáner (5), en el que la pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por el generador de línea de luz (42) forman una línea de luz en el escáner (5),

mover (64) el escáner (5) alrededor del eje de barrido (19) para producir un barrido 1D de por lo menos algo de la luz lineal, no estando posicionado el escáner (5) en un punto focal del sistema de transferencia de barrido y estando posicionado en el oftalmoscopio (1) para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través de una pupila (17) del ojo (9) y sobre el fondo del ojo (23), y

5 usar (66) un sistema de transferencia de barrido (7) para recibir el barrido 1D del escáner (5) y transferir el barrido 1D al ojo (9), estando posicionado el sistema de transferencia de barrido (7) en el oftalmoscopio (1) para proporcionar la pupila del ojo (17) en un punto focal del sistema y estando configurado el sistema de transferencia de barrido (7) para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través del punto focal en la pupila del ojo (17) y sobre el fondo del ojo (23).

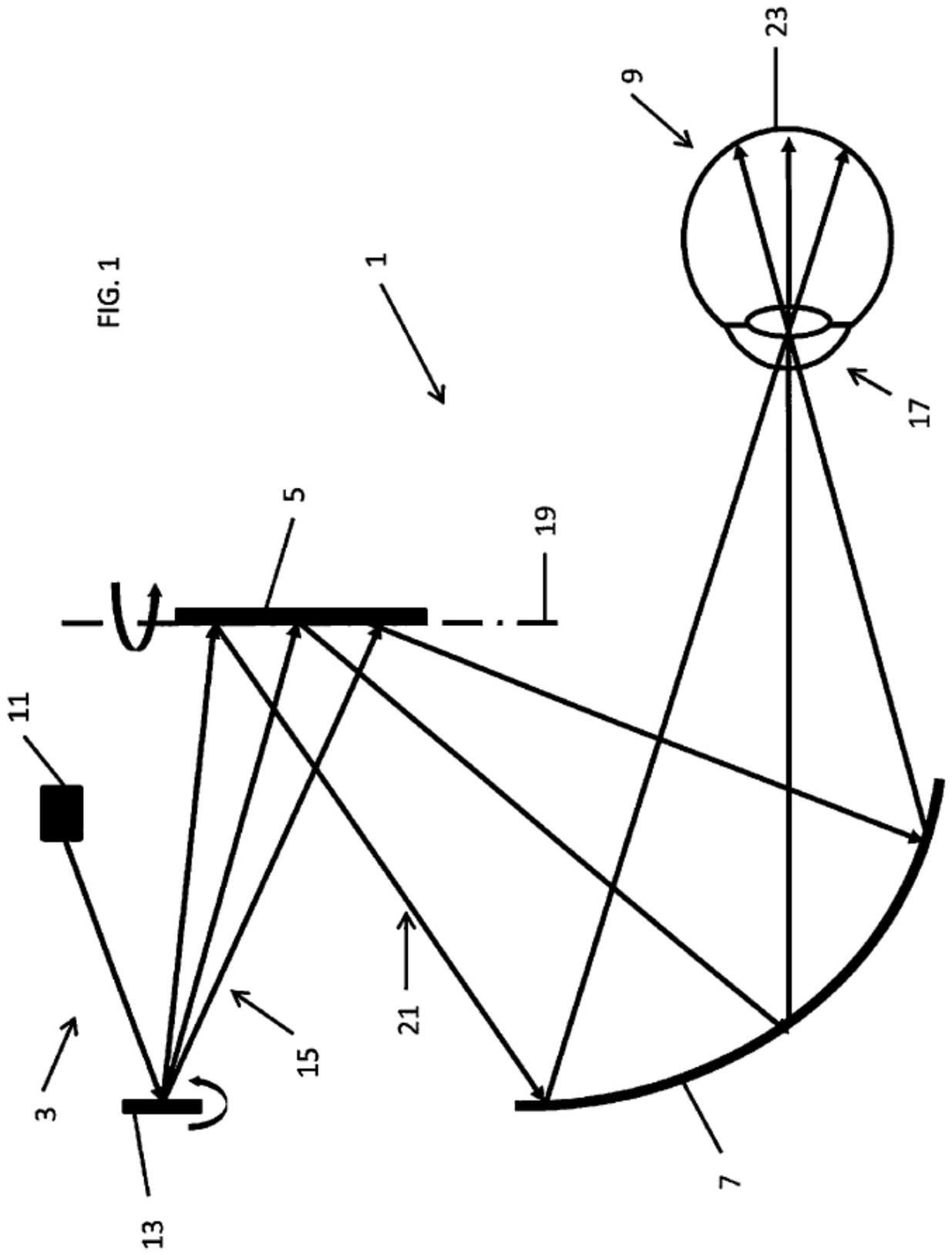
10 24. Un procedimiento para escanear un fondo de ojo (23) de un ojo (9), que comprende

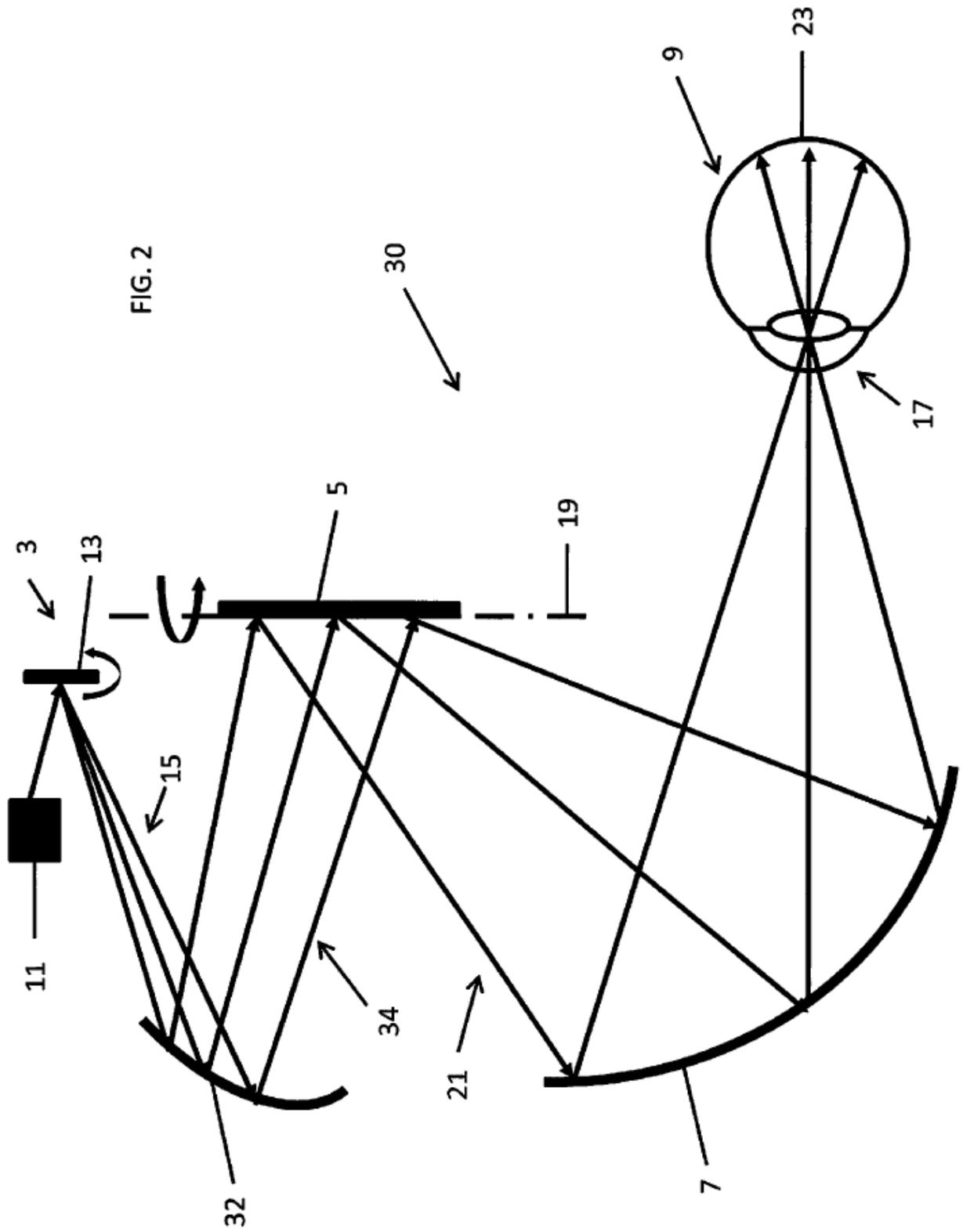
usar (60) un sistema de luz (3) para producir luz lineal, comprendiendo el sistema de luz (3) una matriz lineal de fuentes puntuales de luz para producir la luz lineal, en el que la luz lineal comprende una pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por las fuentes puntuales de luz,

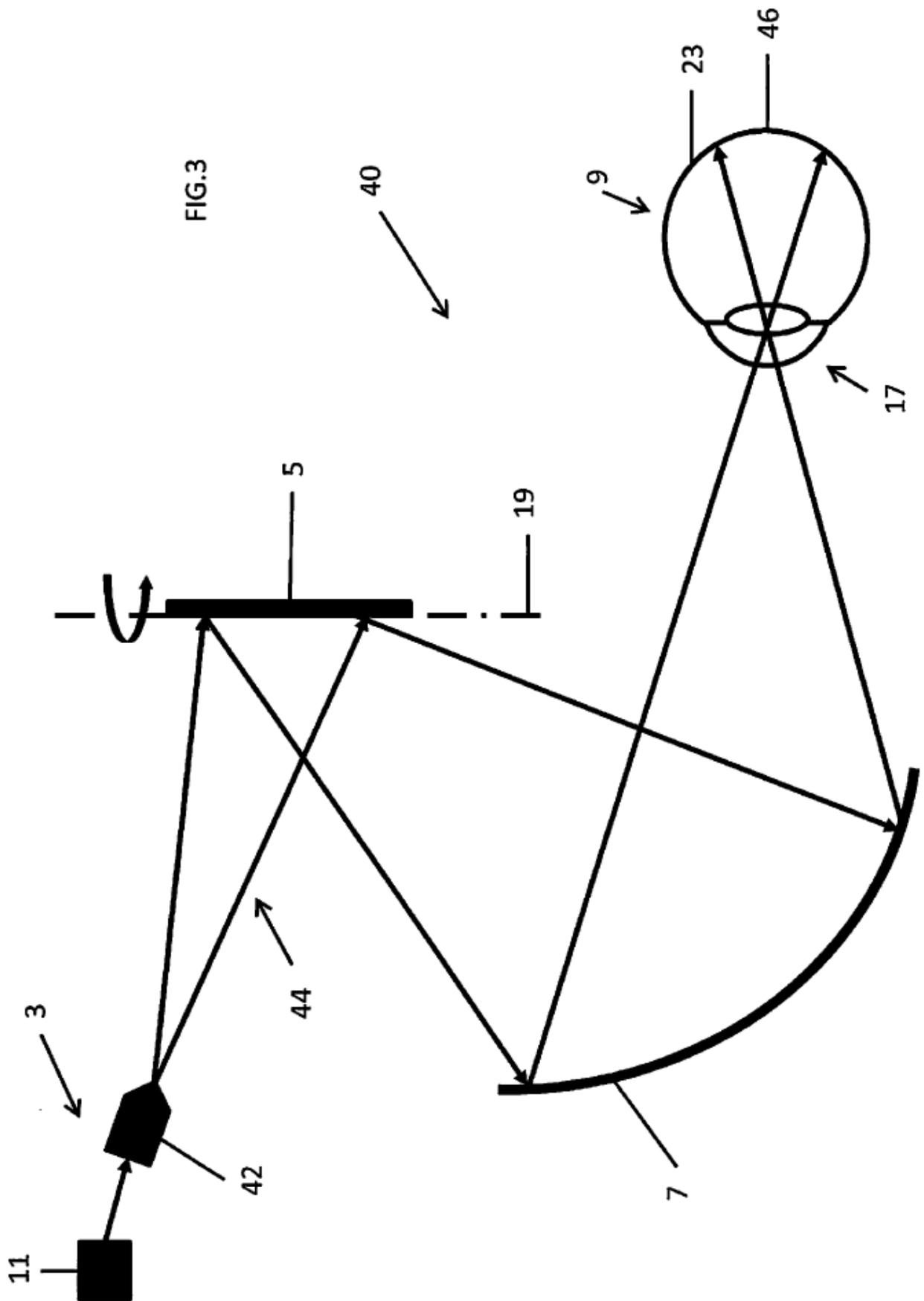
15 usar (62) un escáner (5) para recibir por lo menos algo de la luz lineal, estando posicionado el escáner (5) en el oftalmoscopio (1) para recibir por lo menos algo de la luz lineal sustancialmente a lo largo de un eje de barrido (19) del escáner (5), en el que la pluralidad de rayos de luz (44) que son producidos de manera simultánea por las fuentes puntuales de luz forman una línea de luz en el escáner (5),

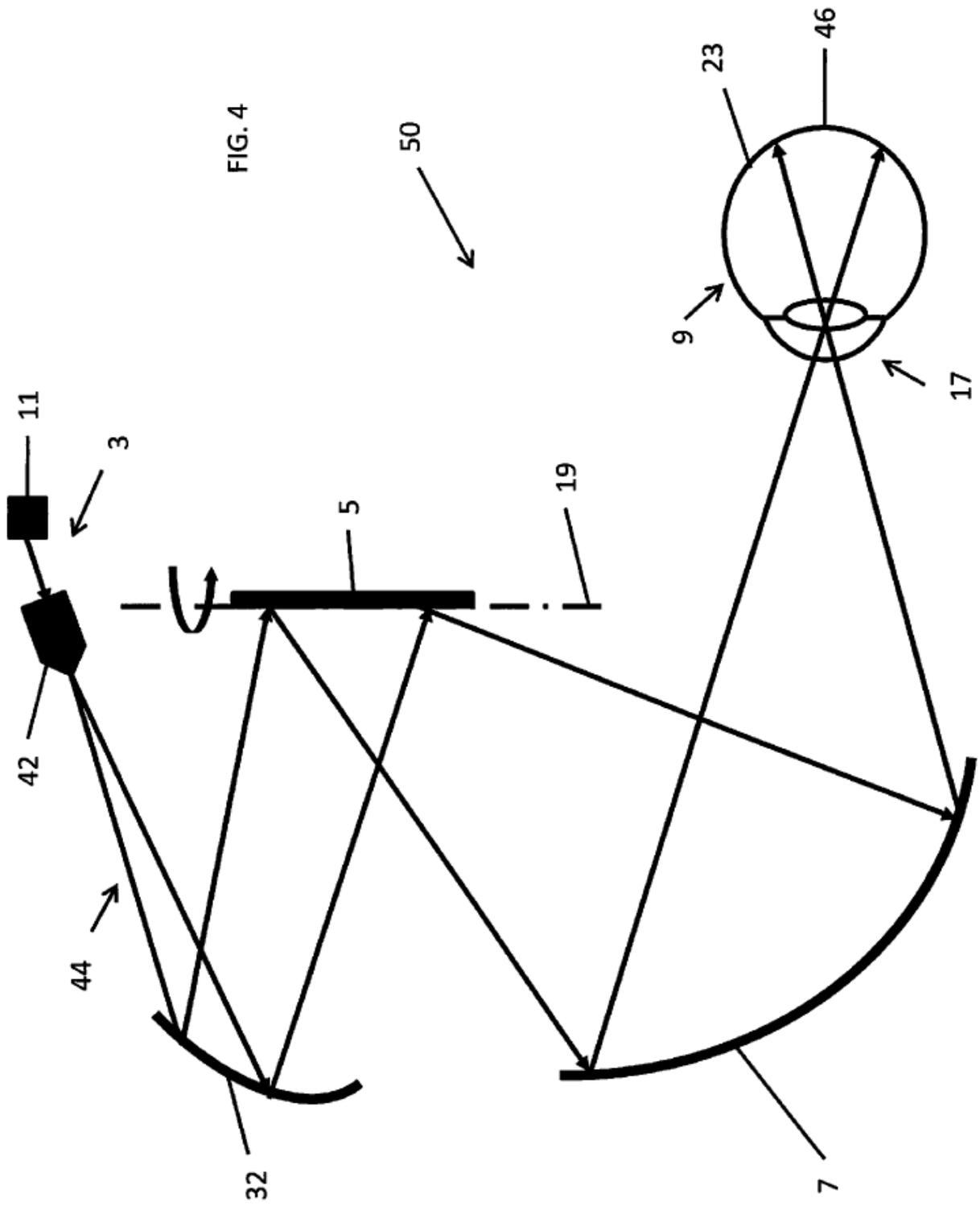
20 mover (64) el escáner (5) alrededor del eje de barrido (19) para producir un barrido 1D de por lo menos algo de la luz lineal, no estando posicionado el escáner (5) en un punto focal del sistema de transferencia de barrido y estando posicionado en el oftalmoscopio (1) para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través de una pupila (17) del ojo (9) y sobre el fondo del ojo (23), y

25 usar (66) un sistema de transferencia de barrido (7) para recibir el barrido 1D del escáner (5) y transferir el barrido 1D al ojo (9), estando posicionado el sistema de transferencia de barrido (7) en el oftalmoscopio (1) para proporcionar la pupila del ojo (17) en un punto focal del sistema y estando configurado el sistema de transferencia de barrido (7) para transferir el barrido 1D desde el escáner (5) a través del punto focal en la pupila del ojo (17) y sobre el fondo del ojo (23).









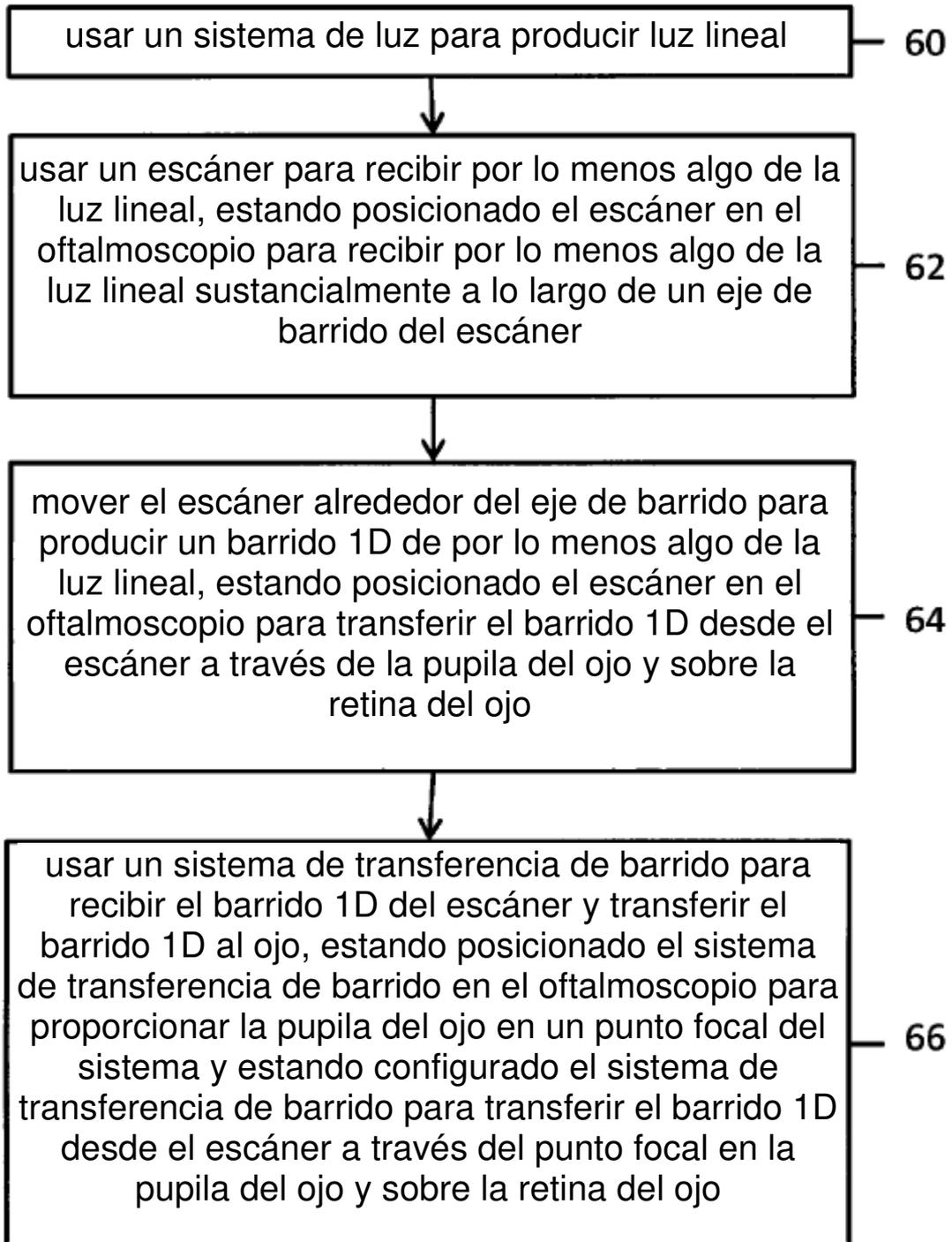


FIG. 5