



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 302 302**

51 Int. Cl.:
A61B 3/103 (2006.01)
A61B 3/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **06251478 .1**
86 Fecha de presentación : **20.03.2006**
87 Número de publicación de la solicitud: **1704813**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **27.09.2006**

54 Título: **Sistema de medición de las características ópticas de los ojos.**

30 Prioridad: **23.03.2005 JP 2005-84269**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2008

73 Titular/es: **Kabushiki Kaisha TOPCON**
75-1, Hasunuma-cho Itabashi-ku
Tokyo-to, JP

72 Inventor/es: **Nishio, Kouji;**
Takeuchi, Gaku;
Shibutani, Masahiro y
Kobayashi, Katsuhiko

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 302 302 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

Sistema de medición de las características ópticas de los ojos.

5 Antecedente de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de medición de las características ópticas de un ojo sometido a test basándose en la distribución de la intensidad óptica de una imagen objetivo proyectada sobre un fondo de un ojo sometido a test.

En el pasado, se conocía un sistema de medición de las características ópticas de un ojo, que comprende un medio para proyectar de objetivos para proyectar una imagen objetivo sobre un fondo de un ojo sometido a test y un medio de fotodetección para guiar la imagen objetivo hacia un detector fotoeléctrico, y se obtienen las características ópticas del ojo del ojo que está siendo sometido a test basándose en la distribución de la intensidad óptica de la imagen objetivo detectada por el detector fotoeléctrico.

Como se ha descrito en el documento JP-A-2003-70741, se propone un sistema de medición de las características ópticas de un ojo, que calcula y muestra una imagen de simulación en un fondo de un ojo, que se forma cuando se proyecta una imagen objetivo sobre el fondo de un ojo sometido a test, a partir de las características ópticas obtenidas del ojo, y es posible mediante este sistema de medida averiguar objetivamente qué clase de imagen se ha formado en el fondo del ojo sometido a test y cómo un sujeto sometido a test percibe visualmente la imagen.

En el sistema de medición de las características ópticas del ojo, se adquieren dos o más imágenes de distribución de la intensidad óptica a ser medida, y se obtienen las características ópticas del ojo a partir de estas imágenes.

En el sistema de medición de las características ópticas del ojo en el documento JP-A-2003-70741, no se tiene en cuenta un diámetro de un flujo luminoso proyectado sobre el ojo sometido a test y a un diámetro de pupila del ojo sometido a test cuando se adquiere la imagen de distribución de la intensidad óptica. Hay una diferencia individual en el diámetro de pupila del ojo sometido a test, y un diámetro de un flujo luminoso del flujo luminoso de la fuente de luz proyectado al ojo sometido a test no es necesariamente convenientemente adecuado para el diámetro de pupila del ojo sometido a test. Por tanto, puede no realizarse la medición en algunos casos usando el flujo luminoso de la fuente de luz convenientemente adecuado para el diámetro de pupila del ojo sometido a test, y puede haber un error en las características ópticas del ojo obtenidas.

El documento JP 5056922 describe un sistema de medición de las características ópticas de un ojo que mide el diámetro de pupila a partir de una imagen anterior del ojo del ojo a ser examinado y selecciona una abertura apropiada en el paso de recepción de luz basándose en el diámetro de pupila medido.

Resumen de la invención

Es un objeto de la presente invención crear un sistema de medición de las características ópticas del ojo, mediante el cual sea posible medir un diámetro de la pupila del ojo sometido a test, proyectar un flujo luminoso de una fuente de luz convenientemente adecuado a un ojo sometido a test basándose en el diámetro de pupila medido y contribuir a la mejora de la precisión y fiabilidad de la medición.

Para lograr el objeto anterior, la presente invención proporciona un sistema de medición de las características ópticas del ojo, que comprende un medio de proyección de objetivos para proyectar una imagen objetivo sobre un fondo de un ojo sometido a test, un medio fotodetector para guiar la imagen objetivo hacia un detector fotoeléctrico, un medio de medición del diámetro de la pupila, un medio de cálculo para calcular las características ópticas de un ojo sometido a test de acuerdo con la distribución de la intensidad óptica obtenida basándose en una imagen adquirida por el detector fotoeléctrico, y un medio de selección de la abertura provisto en cada medio proyector del objetivo y cada medio fotodetector, en el que el medio selector de la abertura es manejado independientemente, y se seleccionan las aberturas para restringir un flujo luminoso proyector y un flujo luminoso fotodetector basándose en un diámetro de pupila del ojo sometido a test mediante el medio de medición del diámetro de pupila. Además, la presente invención proporciona el sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que el medio de medición del diámetro de pupila comprende como mínimo el detector fotoeléctrico y el medio de cálculo, y el diámetro de pupila del ojo sometido a test es calculado por el procesamiento de la imagen basado en una imagen de un segmento ocular anterior del ojo sometido a test tal como se ha adquirido por el detector fotoeléctrico. Además, la presente invención proporciona un sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que se proporciona un sistema de medición del poder de refracción ocular para medir el grado de refracción del ojo sometido a test. Además, la presente invención proporciona el sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que el sistema de medición del poder de refracción ocular comprende un segundo detector fotoeléctrico para adquirir una imagen de un segmento ocular anterior del ojo sometido a test, el medio de medición del diámetro de pupila comprende como mínimo el segundo detector fotoeléctrico y el medio de cálculo, y se calcula el diámetro de pupila del ojo sometido a test por el tratamiento de la imagen basándose en una imagen del segmento ocular anterior del ojo sometido a test adquirida por el segundo detector fotoeléctrico. Además, la presente invención proporciona el sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que un valor de alineamiento permisible adecuado para un eje óptico del ojo sometido a test y un eje

óptico de medición es ajustado basándose en el diámetro de pupila medido del ojo sometido a test, y se seleccionan las aberturas basándose en el diámetro de pupila del ojo sometido a test y en el valor de alineamiento permisible. Además, la presente invención proporciona el sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que la imagen adquirida por el detector fotoeléctrico incluye dos o más imágenes en un punto de enfoque y en unas posiciones delantera y trasera del punto de enfoque para ajustar el grado de refracción del ojo sometido a test que es medido por el sistema de medición del poder de refracción ocular, y se seleccionan una imagen y una posición de enfoque óptimas a partir de dos o más imágenes. Además, la presente invención proporciona el sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que el detector fotoeléctrico comprende un conjunto de píxeles en una superficie de fotodetección, y se puede detectar una posición de cada píxel en una superficie de fotodetección y configuración de la imagen en una superficie de fotodetección basándose en una señal de fotodetección. Además, la presente invención proporciona el sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que el medio de selección de la abertura comprende una abertura de diafragma en la que se han formado dos o más aberturas con diámetros diferentes y un motor para rotar el diafragma de abertura y para seleccionar una de las aberturas. Además, la presente invención proporciona el sistema de medición de las características ópticas del ojo tal como se ha descrito antes, en el que se proporciona además una unidad de visualización o pantalla, se muestra en la pantalla una relación entre un diámetro de un flujo luminoso restringido por las aberturas seleccionadas y el diámetro de pupila del ojo sometido a test, y se puede realizar el alineamiento tomando la relación entre las aberturas y el diámetro de pupila del ojo sometido a test tenido en cuenta.

De acuerdo con la presente invención, un sistema de medición de las características ópticas del ojo comprende un medio de proyección de objetivos para proyectar una imagen objetivo sobre un fondo de un ojo sometido a test, un medio fotodetector para guiar la imagen objetivo hacia un detector fotoeléctrico, un medio para medir el diámetro de pupila, un medio de cálculo para calcular las características ópticas del ojo sometido a test de acuerdo con la distribución de la intensidad óptica obtenida basándose en una imagen obtenida adquirida por el detector fotoeléctrico, y un medio de selección de la abertura provisto en cada uno de los medios de proyección del objetivo y el medio fotodetector, en el que el medio de selección de la abertura es accionado independientemente, y se seleccionan aberturas para restringir un flujo luminoso de proyección y un flujo luminoso fotodetector basándose en un diámetro de pupila del ojo sometido a test medido por el medio de medición del diámetro de la pupila. Por consiguiente, es posible proyectar un flujo luminoso de proyección y un flujo luminoso de fotodetección óptimos para el diámetro de pupila de cada caso concreto de ojo sometido a test. Por consiguiente, las características ópticas adecuadas del ojo pueden ser medidas sin ser influenciadas por la diferencia individual en la pupila del individuo sometido a test.

Además, de acuerdo con la presente invención, se ajusta un valor de alineamiento permisible adecuado para un eje óptico del ojo sometido a test y un eje de medición óptico basándose en el diámetro de pupila medido en el ojo sometido a test, y se seleccionan las aberturas basadas en el diámetro de pupila del ojo sometido a test y en el valor de alineamiento permisible. Como resultado, es posible ajustar un valor de alineamiento permisible adecuado para el diámetro de pupila del ojo sometido a test y para la abertura. Por consiguiente, se puede reducir la carga de trabajo del examinador requerida para el alineamiento, se pueden medir las características ópticas del ojo con gran eficiencia.

Además, de acuerdo con la presente invención, se ha provisto un sistema de medida del poder refractivo ocular para medir el grado de refracción del ojo sometido a test y la imagen adquirida por el detector fotoeléctrico incluye dos o más imágenes en un punto de enfoque y en posiciones adelante y atrás del punto de enfoque para ajustar con el grado de refracción del ojo sometido a test que es medido por el sistema de medición del poder de refracción ocular, y se selecciona una imagen en una posición de enfoque óptimo de entre las dos o más imágenes. Como resultado, el examinador no necesita ajustar un grado de refracción del objetivo, y esto contribuye a la mejora de la eficiencia de trabajo.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema óptico en una realización de la presente invención;

la Fig. 2 es una vista lateral esquemática de un mecanismo de alineamiento usado en la realización de la presente invención;

la Fig. 3 es una vista en planta esquemática del mecanismo de alineamiento usado en la realización de la presente invención;

la Fig. 4 es un dibujo para mostrar un ejemplo de un diafragma de abertura de un sistema de proyección y un sistema de fotodetección usado en la realización de la presente invención;

las Fig. 5 (A), Fig. 5 (B) y Fig. 5 (C) representan cada una de ellas un dibujo para mostrar una condición de alineamiento de diámetro del flujo luminoso y el diámetro de pupila del ojo sometido a test en la realización de la presente invención; y

la Fig. 6 es un diagrama de flujo para explicar la medición de las características ópticas de un ojo.

Descripción detallada de la realización preferente

Se describirá a continuación el mejor modo de la invención para llevar a cabo la invención en referencia a los dibujos.

En primer lugar, en referencia a la Fig. 1, se dará la descripción de un sistema óptico de un sistema de medición de las características ópticas de un ojo en el cual es llevada a cabo la presente invención.

En las figuras, la referencia numérica 1 se refiere a un ojo sometido a test, la referencia numérica 2 se refiere a un sistema óptico de proyección para proyectar una imagen objetivo al ojo sometido a test 1, 3 se refiere a un sistema óptico de fotodetección para guiar la imagen objetivo obtenida por reflexión en un fondo del ojo sometido a test 1 hacia un fotodetector, la referencia numérica 4 se refiere a una unidad de fuente de luz que comprende una fuente de luz 5 y una lente relay, y la referencia numérica 30 se refiere a un sistema para medir el poder refractivo ocular. El sistema 2 óptico de proyección, el sistema 3 óptico de fotodetección, y el sistema 30 de medición del poder refractivo ocular comparten en común una parte de un eje óptico que incluye el ojo sometido a test 1. El sistema 2 óptico de proyección y el sistema 3 óptico de fotodetección están separados del sistema 30 de medición del poder de refracción ocular por un semi-espejo 31. Además, el sistema 2 óptico de proyección y el sistema 3 óptico de fotodetección están separados uno del otro por un divisor 8 del rayo de polarización.

El sistema 2 óptico de proyección comprende la fuente 5 de luz, la lente 6 relay para converger un flujo luminoso proyectado emitido por la fuente 5 de luz, un semi-espejo 7 dispuesto en un eje óptico de la lente 6 relay, el divisor 8 de rayo de polarización para dirigir el flujo luminoso proyectado después de pasar a través del semiespejo 7 hacia el ojo sometido a test 1, y para reflejar y proyectar un componente de luz polarizada linealmente (luz polarizada linealmente-S) con una primera dirección de polarización, una lente 9 relay, una lente 11 objetivo, y una placa 13 de 1/4 de onda que están dispuestas en un eje óptico de proyección del divisor 8 de haz de polarización desde el lado del divisor 8 de rayo de polarización. Un diafragma 14 de abertura del sistema de proyección 14 está dispuesto en una cierta posición requerida en el sistema 2 óptico de proyección, por ejemplo, entre el semi-espejo 7 y el divisor 8 de rayo de polarización. Además, hay dispuesto un sistema 17 objetivo de fijación que comprende un objetivo 15 de fijación y una lente 16 relay en una posición opuesta al semi-espejo 7.

La fuente de luz 5 y el objetivo 15 de fijación están en posiciones conjugadas respecto a un fondo del ojo sometido a test 1. Como se describirá más adelante, se forman imágenes de la fuente 5 de luz y del objetivo de fijación 15 en el fondo del ojo sometido a test 1 a través de una pupila 18. La pupila 18 está en una posición conjugada o casi conjugada al diafragma 14 de abertura del sistema de proyección. En el objetivo 15 de fijación, se marca un objetivo para optometría, por ejemplo un anillo Landolt. En la unidad 4 de fuente de luz, la fuente 5 de luz y la lente relay 6 están dispuestas íntegramente, la fuente 5 de luz y la lente relay 6 están dispuestas íntegramente, y la unidad 4 de fuente de luz está entrelazada con una lente 19 de enfoque tal como se describe más adelante antes se puede mover en la dirección del eje óptico.

El sistema 3 óptico de fotodetección y el sistema 2 óptico de proyección comparten de forma común el divisor 8 de rayo de polarización y la lente 9 relay, la lente 11 objetivo y la placa 13 de 1/4 de onda que están dispuestas en el eje óptico de proyección del divisor 8 de rayo de polarización.

En un eje óptico de reflexión que pasa a través del divisor 8 de rayo de polarización, hay dispuesto un diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección, una lente 19 de enfoque móvil, y una lente 20 formadora de imagen a lo largo del eje óptico de reflexión. La lente 20 formadora de imagen forma una imagen de un flujo luminoso reflejado en un detector 21 fotoeléctrico. El detector 21 fotoeléctrico está en una posición conjugada o casi conjugada al fondo del ojo sometido a test 1.

La Fig. 4 muestra el diafragma de abertura del sistema de proyección 14 y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección. En la presente realización, se usa el mismo componente 14 como diafragma de abertura de proyección y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección. Se dará una descripción más adelante del diafragma 14 de abertura del sistema de proyección.

El diafragma 14 de abertura de proyección tiene seis aberturas 23a, 23b, 23c, 23d, 23e y 23f formadas en un disco. Las aberturas 23a, 23b, 23c, 23d, 23e y 23f están situadas en posiciones dividiendo la misma circunferencia en seis partes iguales. El diámetro de cada orificio es ajustado hasta aproximadamente de Φ 1 mm a Φ 8 mm teniendo en cuenta el tamaño de la pupila. Por ejemplo, se selecciona un diámetro de Φ 1 mm, Φ 2 mm, Φ 3 mm, Φ 4 mm, Φ 5 mm ó Φ 6 mm.

El diafragma 14 de abertura del sistema de proyección y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección están diseñados como rotativos para que el centro de cada una de las aberturas 23a, 23b, 23c, 23d, 23e y 23f está alineado con un eje óptico del sistema 2 óptico de proyección y un eje óptico del sistema 3 óptico de fotodetección. El diafragma 14 de abertura del sistema de proyección y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección son rotados intermitentemente con un ángulo de cada 60° por motores paso a paso (no mostrados) para que se seleccione una abertura requerida de entre 23a, 23b, 23c, 23d, 23e y 23f. Específicamente, un conjunto del diafragma 14 de abertura del sistema y el motor paso a paso y un conjunto de un diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección y el motor paso a paso crean medios de selección de las aberturas. Cada uno de los motores paso a paso es controlado

ES 2 302 302 T3

independientemente por una unidad de control 28 tal como se describe más adelante. Puede ser diseñado de tal manera que el diafragma de abertura 14 del sistema de proyección y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección son rotados por un servomotor o el diafragma 14 de abertura del sistema de proyección y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección pueden ser diseñados deslizantes para que el diafragma 14 de abertura del sistema de proyección y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección puedan ser movidos intermitentemente y linealmente por un motor lineal o por un cilindro paso a paso.

Las aberturas 23a, 23b, 23c, 23d, 23e y 23f son seleccionadas para que ajusten con un diámetro de una pupila de un ojo de un sujeto sometido a test. Cambiando el diámetro de la abertura 23 seleccionada en el diafragma 14 de abertura del sistema de proyección y el diámetro de la abertura 23 seleccionada en el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección, por ejemplo, ajustando el diámetro de la abertura 23 seleccionada en el diafragma 22 de abertura de fotodetección menor que el diámetro de la abertura 23 seleccionada en el diafragma 14 de abertura de proyección, es posible calcular la PTF (Función de Transferencia de Fase) de una imagen obtenida en el detector 21 fotoeléctrico.

El detector fotoeléctrico 21 comprende un conjunto de píxeles en una superficie de fotodetección tal como un sensor de fotodetección CCD. De acuerdo con una señal de fotodetección, se puede detectar una posición de cada píxel en la superficie de fotodetección y la configuración y otros factores de una imagen en la superficie de fotodetección. La posición de cada píxel y la configuración pueden ser determinadas ajustando las coordenadas en el superficie de fotodetección y calculando el valor de coordenadas de cada píxel.

La señal de fotodetección del detector 21 fotoeléctrico es almacenada en una unidad 27 de almacenamiento por medio de una unidad 26 de tratamiento de la señal. La escritura de datos de la unidad 26 de tratamiento de la señal a la unidad 27 de almacenamiento es controlada por la unidad 28 de control. Tal como se describe antes, la unidad de control 28 controla el mecanismo de accionamiento y también sirve como medio de cálculo de las características ópticas del ojo. La unidad de control 28 comprende una unidad de cálculo de la imagen de simulación y una unidad de cálculo de la agudeza visual y realiza el cálculo como es necesario basado en los datos almacenados en la unidad 27 de almacenamiento, y los resultados del cálculo son mostrados en una pantalla 29. En la unidad de almacenamiento 27 son almacenados varios tipos de programas, y estos programas incluyen: una secuencia de programa para llevar a cabo la medición, un programa de tratamiento de la imagen para tratar señales de imágenes del detector fotoeléctrico 21 y un detector fotoeléctrico 37, un programa para juzgar las imágenes de fotodetección para juzgar las condiciones de una imagen de fotodetección basándose en la señal de un detector 21 fotoeléctrico, un programa de cálculo para calcular las características ópticas del ojo basándose en la señal de fotodetección del detector fotoeléctrico 21, etc.

Ahora, se dará una descripción de un sistema 30 de medición del poder de refracción ocular.

El sistema 30 de medida del poder de refracción ocular mide el poder de refracción ocular del ojo sometido a test 1 y mide el diámetro de la pupila del ojo sometido a test 1 basándose en la observación de un segmento ocular anterior, y el sistema 30 de medida del poder de refracción ocular tiene una disposición equivalente a una disposición de un sistema de medida del poder de refracción ocular de un tipo convencional objetivo.

En el sistema 30 de medida del poder refractivo ocular, la referencia numérica 40 se refiere a un sistema óptico de proyección de un objetivo para medir el grado de refracción proyectando una imagen objetivo al fondo del ojo sometido a test 1 para determinar el grado de refracción. El sistema óptico de proyección del objetivo para medir el grado 40 de refracción comprende una fuente 32 de luz objetivo y una lente relay 33. Un flujo luminoso de la imagen objetivo es proyectado al fondo del ojo sometido a test 1 a por medio de un semi-espejo 34 y del semi-espejo 31.

La referencia numérica 41 se refiere a un sistema óptico de fotodetección para medir el grado de refracción. Un flujo luminoso, que ha sido reflejado por el fondo del ojo sometido a test 1 y ha pasado a través del semi-espejo 31 y del semi-espejo 34, es guiado hacia el detector fotoeléctrico 37 vía una lente 35 relay y una lente 36 formadora de imágenes. El detector fotoeléctrico 37 puede también tomar una imagen del segmento ocular anterior del ojo sometido a test 1 para que una imagen del segmento ocular anterior pueda ser obtenida durante la medición del poder refractivo ocular o cuando se han medido las características ópticas del ojo.

Una señal de fotodetección de una imagen obtenida en el detector 37 fotoeléctrico es sacada a la unidad de control 28, y el diámetro de la pupila del ojo sometido a test es calculado por los medios necesarios tales como un tratamiento de la imagen. La intensidad de fotodetección es diferente entre un flujo luminoso fotodetector de una parte de la pupila y un flujo luminoso de una porción de un iris en la región que la rodea. En el tratamiento de la imagen para calcular el diámetro de la pupila, por ejemplo, una posición de un límite entre la pupila y el iris es determinada a partir de la distribución de la intensidad óptica en una línea para atravesar la pupila, y el diámetro de la pupila es calculado desde la posición del límite así determinado.

Basándose en el diámetro de la pupila del ojo sometido a test así calculado, se seleccionan las aberturas óptimas de entre las aberturas 23a, 23b, 23c 23d, 23e y 23f. Como se muestra en la Fig. 2 y la Fig. 3, el sistema de medición de las características ópticas del ojo comprende un mecanismo de alineación, que alinea un eje óptico del sistema de medición de las características ópticas del ojo con un eje óptico del ojo sometido a test.

En la Fig. 2 y la Fig. 3, la referencia numérica 42 representa una unidad de medida en la que se acomoda el sistema óptico tal como se ha descrito. La unidad de medida 42 es soportada por un mecanismo de alineamiento 43 de tal

ES 2 302 302 T3

manera que la unidad de medida 42 puede ser movida hacia arriba, hacia delante, hacia atrás, hacia la izquierda o hacia la derecha.

Hay una mesa deslizante 45 instalada en una base 44 para que la mesa deslizante 45 pueda ser movida hacia delante, hacia atrás, hacia la izquierda o hacia la derecha. La mesa deslizante 45 puede ser movida hacia delante, hacia atrás, hacia la izquierda, o hacia la derecha operando una palanca 50 de control. Un examinador puede realizar un ajuste basto para la alineación operando la palanca 50 de control.

En la mesa deslizante 45, hay una mesa de levantamiento 47 instalada por medio de una unidad 46 de accionamiento del levantamiento para que la mesa de levantamiento 47 pueda ser movida hacia arriba o hacia abajo. En la mesa 47 de levantamiento, hay una mesa 48 deslizante a izquierda-derecha para que la mesa 48 deslizante a izquierda-derecha pueda ser movida hacia la izquierda o hacia la derecha. La mesa deslizante 48 a izquierda-derecha es accionada por un motor 49 de ajuste izquierda-derecha 49 montado sobre la mesa 47 de levantamiento por medio de un mecanismo 51 de piñón cremallera. En la mesa deslizante 48 a izquierda-derecha la unidad de medida 42 está montada para que la unidad de medida 42 pueda ser movida hacia delante o hacia atrás. La unidad de medida 42 es accionada por un motor 52 de ajuste adelante-atrás instalado en la mesa 48 deslizante a izquierda-derecha 48 por medio de un mecanismo 53 de piñón-cremallera.

En el proceso de alineamiento, se toma una imagen del segmento ocular anterior. Basándose en la imagen del segmento ocular anterior así tomada, la unidad 28 de control calcula una diferencia entre un eje óptico del ojo sometido a test y un eje óptico de medición del sistema de medición de las características ópticas del ojo. Basándose en los resultados de cálculo, se controlan la unidad 46 de accionamiento del levantamiento, el motor 49 de ajuste a izquierda-derecha, y el motor 52 de ajuste adelante-atrás, y se puede realizar automáticamente el alineamiento.

A continuación, se dará una descripción de la operación del sistema óptico anterior.

Con el ojo sometido a test 1 mirando fijamente al objetivo de fijación 15, un flujo luminoso de proyección es proyectado por el sistema 2 óptico de proyección. Una luz visible es usada para el objetivo 15 de fijación, y se usa una luz infrarroja para el flujo luminoso de proyección.

Entonces, el grado de refracción del ojo sometido a test 1 es medido por el sistema 30 de medida del poder de refracción ocular y se mide un diámetro de la pupila del ojo sometido a test. Basándose en el resultado de la medición, la unidad 28 de control controla los motores paso a paso (no mostrados) y rota el diafragma 14 de abertura del sistema de fotodetección y se seleccionan el diafragma 22 de abertura de fotodetección, y las aberturas óptimas de entre las aberturas 23a, 23b, 23c, 23d, 23e y 23f.

Cuando se seleccionan las aberturas 23, se ajusta un valor de alineamiento permisible basándose en la relación entre el diámetro de pupila del ojo sometido a test y la abertura 23 seleccionada. Las Fig. 5 (A) hasta la Fig. 5 (C) representan cada una de ellas la relación entre un diámetro 55 de flujo luminoso restringido por la abertura 23 seleccionada y un diámetro 56 de pupila del ojo sometido a test. Por ejemplo, se supone que el diámetro de pupila es de Φ 4,5 mm y que el diámetro de flujo luminoso restringido es de Φ 5 mm. Porque el diámetro 56 de pupila del ojo sometido a test debería no ser mayor que el diámetro 55 del flujo luminoso, el valor de alineamiento permisible es $\pm 0,25$ mm en dos direcciones que se cruzan perpendicularmente una con otra. Como el valor de alineamiento permisible, se ajusta un valor que corresponda con el diámetro de pupila 56 del ojo sometido a test, y se selecciona la abertura de acuerdo con el diámetro de pupila 56 del ojo sometido a test y con el valor de alineamiento permisible así ajustado.

La relación entre el diámetro 55 de flujo luminoso y el diámetro de pupila 56 del ojo sometido a test tal como se muestra en las Figs. 5 (A) a Fig. 5 (C) es mostrado en la unidad de pantalla 29. Considerando la relación entre el diámetro 55 de flujo luminoso y el diámetro 56 de pupila del ojo sometido a test tal como se muestra en la unidad de pantalla 29, un examinador alinea el eje óptico del ojo sometido a test con el eje óptico del sistema de medida de las características ópticas del ojo, y la medición comienza cuando el diámetro 56 de pupila del ojo sometido a test cae dentro de un diámetro 55 de flujo luminoso.

Un flujo luminoso proyectado (luz infrarroja) emitido desde la fuente de luz 5 pasa a través de la lente relay 6 y del semi-espejo 7. El flujo luminoso proyectado transmitido tiene su diámetro 55 de flujo luminoso restringido por la abertura del diafragma 14, y el flujo luminoso proyectado alcanza el divisor 8 de haz de polarización. Un componente de luz polarizada linealmente-S es reflejado por el divisor 8 de haz de polarización, y el componente de luz polarizada linealmente-S pasa a través de la lente relay 9. Entonces, el componente de luz polarizada linealmente-S es proyectado al fondo del ojo sometido a test 1 por la lente 11 objetivo a través de la placa 13 de 1/4 de onda, y se forma una imagen objetivo primario como imagen puntual.

Después de pasar a través de la placa 13 de 1/4 de onda, la luz polarizada linealmente-S es pasada a luz polarizada circularmente a derechas (circularmente a derechas). El flujo luminoso proyectado es reflejado por el fondo del ojo sometido a test 1. Cuando es reflejado por el fondo, el flujo luminoso reflejado es pasado a luz polarizada circularmente a izquierdas. Además, cuando el flujo luminoso reflejado pasa a través de la placa 13 de 1/4 de onda, el flujo luminoso reflejado es pasado a luz polarizada linealmente-P, que tiene una dirección de polarización de 90° diferente de una dirección de polarización de la luz polarizada linealmente-S.

ES 2 302 302 T3

La luz polarizada linealmente-P es guiada hacia el divisor 8 de haz de polarización mediante la lente 11 objetivo y la lente 9 relay. El divisor 8 de rayo de polarización refleja la luz polarizada linealmente-S y permite que la luz polarizada linealmente-P pase. De este modo, el flujo luminoso reflejado pasa a través del divisor 8 de haz de polarización, y el diámetro del flujo luminoso receptor es determinado por el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección. Después de pasar a través del diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección, el flujo luminoso reflejado es formado como una imagen objetivo secundaria en el detector 21 fotoeléctrico por la lente 19 de enfoque y la lente 20 de formación de la imagen.

La distribución de la intensidad óptica de la imagen objetivo secundaria recibida por el detector 21 fotoeléctrico refleja las características ópticas del ojo sometido a test 1. Reflejando la condición de fotodetección del detector 21 fotoeléctrico, se pueden medir las características ópticas del ojo.

En referencia a la Fig. 6, se puede dar una descripción ahora sobre el flujo de la medición de las características ópticas del ojo.

Paso 01

El grado de refracción del ojo sometido a test 1 del sujeto bajo test es medido por el sistema 30 de medida del poder de refracción ocular. El grado de refracción así medido es introducido en la unidad 28 de control, y se ajusta una posición de medición objetivo (posición en una dirección hacia la profundidad del enfoque a ser tomado). La posición de medida objetivo puede ser ajustada manualmente basándose en el resultado de medición del sistema 30 de medición del poder de refracción ocular.

Paso 02

Se adquiere una imagen del segmento ocular anterior del sujeto bajo test en una posición de medición objetivo por el sistema 30 de medición del poder refractivo ocular.

Paso 03

Desde la imagen del segmento ocular anterior, el diámetro de pupila del ojo sometido a test 1 es calculado por el tratamiento de imagen.

Paso 04

Se calcula el valor de alineamiento permisible a partir del diámetro de la pupila del ojo sometido a test así calculado. A partir del diámetro de pupila del ojo sometido a test y del valor de alineamiento permisible, se determinan la abertura 23 en el diafragma 14 de abertura del sistema de proyección y la abertura 23 en el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección. Controlando los motores paso a paso (no mostrados), se rotan el diafragma 14 de abertura del sistema de proyección y el diafragma 22 de abertura del sistema de fotodetección, y se seleccionan las aberturas 23 tal como se requiere.

Paso 05

Un flujo luminoso de medición es proyectado al ojo sometido a test 1 por medio del sistema 2 óptico de proyección desde la fuente 5 de luz. La unidad 4 de fuente de luz y la lente 19 de enfoque se mueven juntas mediante interbloqueo. La unidad 4 de fuente de luz y la lente 19 de enfoque son movidas a dos o más posiciones hacia delante y hacia atrás incluyendo la posición de medida objetivo, por ejemplo con un paso de 0,03 D. Para la imagen objetivo en cada paso, se adquieren dos o más imágenes de acuerdo con la señal de fotodetección del detector 21 fotoeléctrico.

Paso 06

A partir de la pluralidad de imágenes así adquiridas, la condición del punto de enfoque es determinada de acuerdo con la configuración de la imagen, y se obtiene la mejor posición de enfoque de la imagen objetivo recibida. Entre las imágenes 21 del detector fotoeléctrico, se seleccionan imágenes que tienen un brillo predeterminado o mayor. Además, para las configuraciones de las imágenes que exceden un valor de rodaja predeterminado, se calcula la dimensión en las dos direcciones que se cortan perpendicularmente. La imagen, que tiene aproximadamente el mismo tamaño en las dos direcciones que se cortan perpendicularmente, es juzgada como una imagen en la mejor posición de enfoque.

Paso 07

La imagen en la mejor posición de enfoque es seleccionada como una imagen para calcular las características ópticas del ojo.

Paso 08 y Paso 9

En la imagen seleccionada, se calculan las características del ojo tales como el PSF.

ES 2 302 302 T3

Paso 10

Se calcula un perfil en una dirección del hueco objetivo.

5 Paso 11

Además, se calculan un valor de depresión y un valor de contraste. El valor de depresión y el valor de contraste así calculados son mostrados en la unidad de pantalla 29.

10 En el cálculo de las características ópticas del ojo tales como el PSF, el perfil en la dirección del hueco objetivo, y el valor de depresión y el valor de contraste tal como se describen en los Pasos 08 al Paso 11, se da la descripción en la Solicitud de Patente Japonesa 2000-364834 (documento JP-A-2002-209852).

15 En la realización anterior, se toma la imagen del segmento ocular anterior para medir el diámetro de pupila del ojo sometido a test por parte del sistema 30 de medida del poder refractivo ocular, mientras que la imagen suele ser tomada por el sistema 2 óptico de fotodetección y el sistema 3 óptico de fotodetección. La unidad 4 de fuente de luz y la lente 19 de enfoque se considera que están en las posiciones del grado de refracción preajustado. Con esa condición, la fuente de luz 5 es pasada hacia delante para iluminar el segmento ocular anterior. Se adquiere una imagen del segmento ocular anterior por el detector 21 fotoeléctrico. La imagen adquirida es procesada por el procesador de
20 imagen, y se calcula el diámetro de pupila del ojo sometido a test 1.

De acuerdo con la presente invención, se mide el diámetro de pupila del ojo sometido a test, y se ajusta un flujo luminoso de proyección adecuado. Además, se ajusta el valor de alineamiento permisible óptimo. La imagen para calcular las características ópticas del ojo es adquirida bajo la condición óptima. Por tanto, las características ópticas
25 del ojo pueden ser medidas sin afectar a la precisión de medida cuando se hace la medición en el ojo sometido a test con cualquier diámetro de pupila. Además, la operabilidad del alineamiento no es afectada, y esto contribuye a la ejecución de la operación de medida con gran eficiencia.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo, comprendiendo un medio de proyección del
 5 objetivo para proyectar una imagen objetivo sobre un fondo de un ojo sometido a test, un medio de guiado para
 guiar una imagen objetivo reflejada hacia un detector fotoeléctrico, en el que la imagen objetivo reflejada es obtenida
 de la reflexión en el fondo de un ojo sometido a test, un medio de medición del diámetro de pupila, un medio de
 cálculo para calcular las características ópticas del ojo sometido a test de acuerdo con la distribución de la intensidad
 óptica obtenida basándose en una imagen adquirida por el detector fotoeléctrico, **caracterizado** porque el sistema
 10 de medición de las características ópticas del ojo comprende además medios respectivos de selección de la abertura
 provistos en cada uno de los medios de proyección del objetivo, en el que dicho medio de selección de la abertura
 son accionados independientemente uno de otro, y dichos medios de selección de dicha abertura seleccionan aberturas
 para restringir un flujo luminoso de proyección y un flujo luminoso de fotodetección basándose en un diámetro de
 pupila del ojo sometido a test medido por dicho medio de medición del diámetro de pupila.

15 2. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho
 medio de medición del diámetro de pupila comprende como mínimo dicho detector fotoeléctrico y dichos medios de
 cálculo, y dicho medio de medición del diámetro de pupila calcula el diámetro de pupila del ojo sometido a test por
 tratamiento de la imagen basado en una imagen de un segmento ocular anterior del ojo sometido a test que es adquirida
 20 por dicho detector fotoeléctrico.

3. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se
 crea un sistema de medición del poder de refracción ocular para medir el grado de refracción del ojo sometido a test.

25 4. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que
 dicho sistema de medición del poder de refracción ocular comprende un segundo detector fotoeléctrico para adquirir
 una imagen de un segmento ocular anterior del ojo sometido a test, dicho medio de medición del diámetro de pupila
 comprende como mínimo dicho segundo detector fotoeléctrico y dicho medio de cálculo, y el diámetro de pupila del
 ojo sometido a test es calculado por tratamiento de imagen basado en una imagen del segmento ocular anterior del ojo
 30 sometido a test adquirida por dicho segundo detector fotoeléctrico.

5. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo de acuerdo con las reivindicaciones 2 ó 4, en el que
 el valor de alineamiento permisible adecuado para un eje óptico del ojo sometido a test y el eje óptico de medición es
 ajustado basándose en el diámetro de pupila medida del ojo sometido a test, y se seleccionan las aberturas basándose
 35 en el diámetro de pupila del ojo sometido a test y en un valor de alineamiento permisible.

6. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la
 imagen adquirida por dicho detector fotoeléctrico incluye dos o más imágenes en un punto de enfoque y en posiciones
 hacia delante y hacia atrás en el punto de enfoque para lograr el grado de refracción del ojo sometido a test que es
 40 medido por dicho sistema de medición del poder de refracción ocular, y se selecciona una imagen en una posición de
 enfoque óptima de dichas dos o más imágenes.

7. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho
 detector fotoeléctrico comprende un conjunto de píxeles en una superficie de fotodetección, y se puede detectar una
 45 posición de cada píxel en una superficie de fotodetección basándose en una señal de fotodetección.

8. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo, en el que dicho medio de selección de la abertura
 comprende un diafragma de abertura en el que se han formado dos o más aberturas con diferentes diámetros y un
 motor para rotar dicho diafragma de abertura y para seleccionar una de dichas aberturas.

50 9. Un sistema de medición de las características ópticas del ojo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que se
 proporciona además una unidad de pantalla, una relación entre un diámetro de un flujo luminoso restringido por dicha
 abertura seleccionada y se muestra en dicha unidad de pantalla el diámetro de pupila del ojo sometido a test, y se
 puede realizar un alineamiento teniendo en cuenta dicha relación entre dichas aberturas y el diámetro de pupila del ojo
 55 sometido a test.

१७६

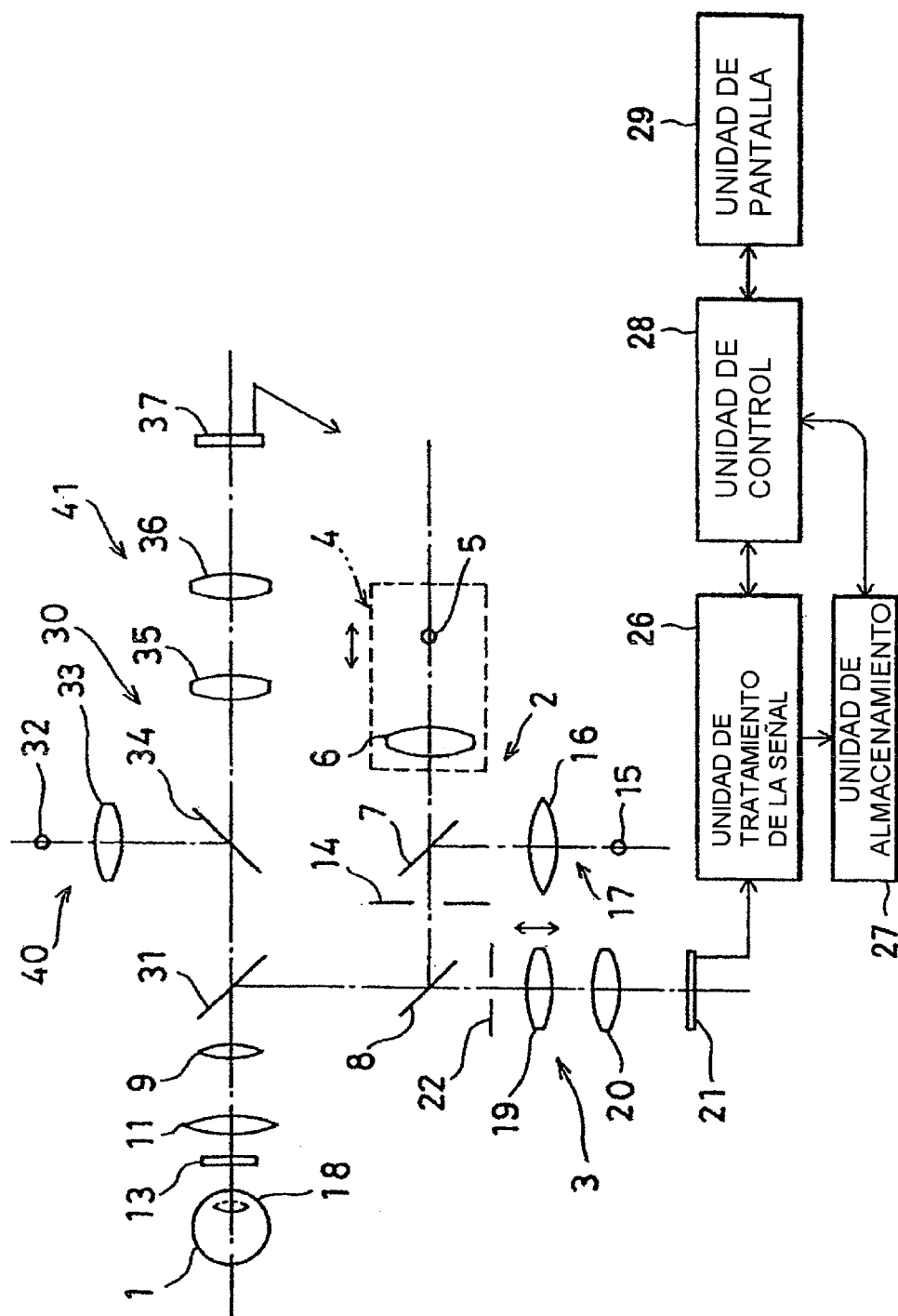


FIG. 2

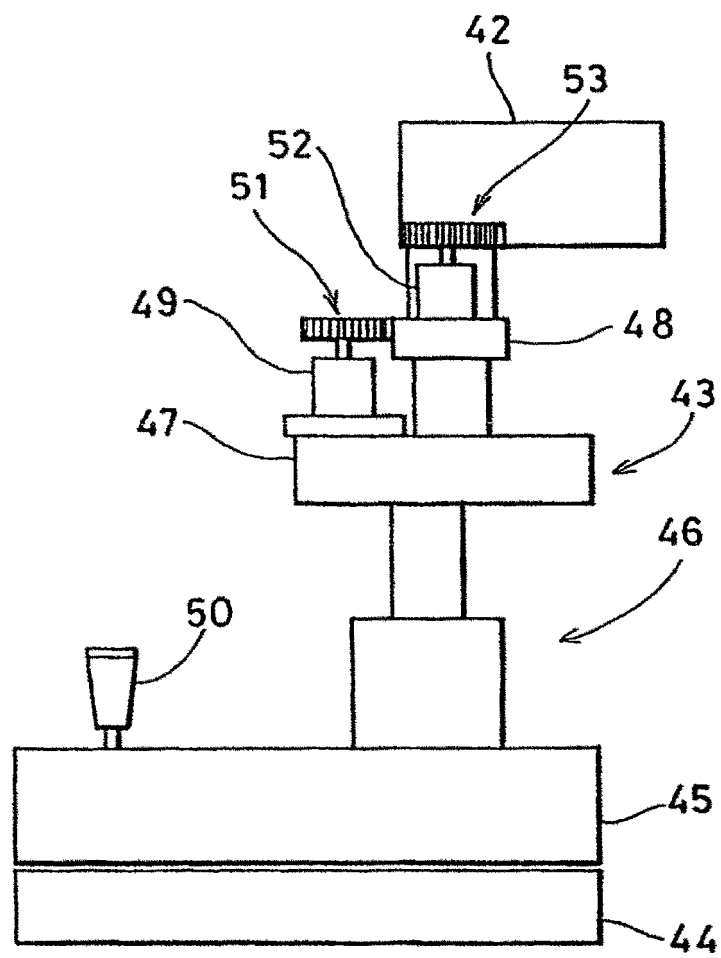


FIG. 3

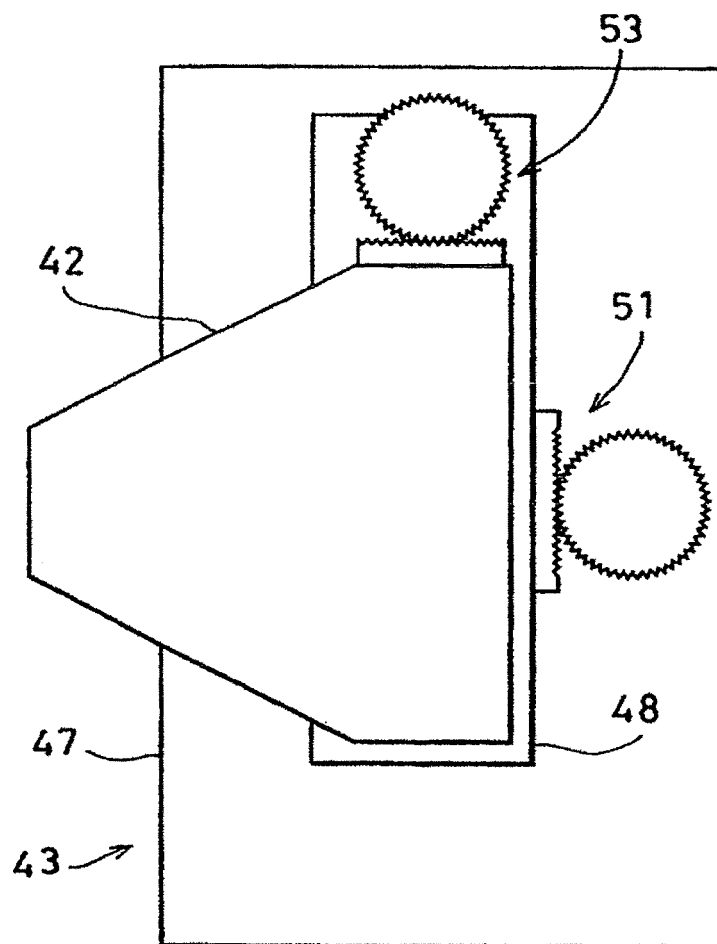


FIG. 4

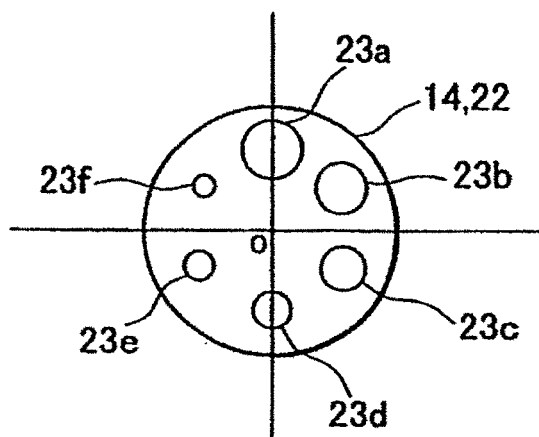


FIG. 5A

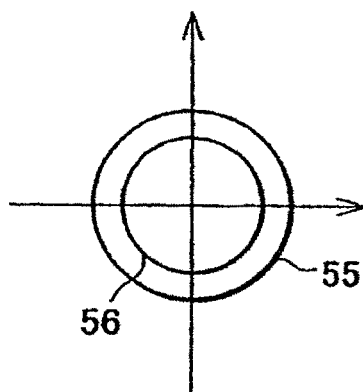


FIG. 5B

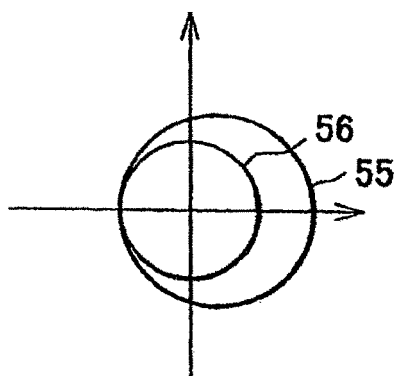


FIG. 5C

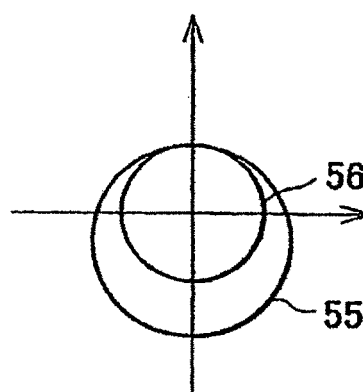


FIG. 6

