

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 764**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/00** (2006.01)

**A61B 3/02** (2006.01)

**A61B 3/036** (2006.01)

**A61F 9/00** (2006.01)

**G02C 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2014 E 21169939 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2023 EP 3918974**

54 Título: **Determinación de refracción y de astigmatismo computarizada**

30 Prioridad:

**12.03.2013 US 201361777481 P**

**09.08.2013 US 201361864328 P**

**24.09.2013 US 201361881803 P**

**09.12.2013 US 201361913774 P**

**06.01.2014 US 201461923894 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.07.2024**

73 Titular/es:

**VISIBLY, INC. (100.0%)**  
**207 East Ohio Street, No. 233**  
**Chicago, IL 60611, US**

72 Inventor/es:

**LEE, STEPHEN P. y**  
**DALLEK, AARON**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 974 764 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

### Determinación de refracción y de astigmatismo computarizada

#### Antecedentes

La presente divulgación se refiere, en general, a la determinación de una prescripción de gafas y/o de lentes de contacto para un paciente con un error de refracción que necesita corrección. Muchas personas tienen errores de refracción del ojo que causan que sean miopes (lo que se conoce comúnmente como miopía) o hipermétropes (lo que se conoce comúnmente como hipermetropía). Una persona experta en la técnica entenderá que miopía se refiere a un defecto de refracción de las propiedades ópticas de un ojo que causa que las imágenes se enfoquen delante de la retina (es decir, un error de refracción). Esos defectos ópticos son causados generalmente, entre otras cosas, por defectos de la córnea, alargamiento de la estructura del ojo, otras afecciones o una combinación de esas afecciones. Por otro lado, hipermetropía se refiere a un error de refracción de las propiedades ópticas de un ojo que causa que las imágenes se enfoquen detrás de la retina. Esos defectos ópticos son el resultado de que los elementos ópticos del ojo no son lo suficientemente fuertes a lo largo de toda la longitud, de adelante hacia atrás, del ojo. La miopía y la hipermetropía tienen una componente, una medición de esfera, que indica la fuerza o potencia necesaria para corregir los defectos ópticos.

El astigmatismo se refiere a un error de refracción que causa que la luz que entra al ojo se enfoque en dos puntos en lugar de en uno. Es causada por una potencia irregular de la córnea. Un astigmatismo tiene dos componentes, una medición de eje, que indica el ángulo a lo largo del cual se distorsiona cualquier imagen observada por el paciente, y una medición de cilindro, que indica la fuerza o potencia de la distorsión. La miopía, la hipermetropía y el astigmatismo son los principales errores de refracción que causan la búsqueda por parte de los pacientes de un tratamiento para corregir sus problemas de visión.

Un análisis de refracción manifiesta es una herramienta de diagnóstico usada por oftalmólogos y optometristas mediante la cual se comprueba el error de refracción de un paciente para indicar si el paciente se beneficiaría o no de una corrección con gafas o lentes de contacto. Como parte de esa técnica, un paciente mira a través de un foróptero mientras el oftalmólogo u optometrista evalúa cada uno de los ojos del paciente. Frecuentemente se usa una técnica de diagnóstico de reflejo retiniano para evaluar la magnitud del error de refracción presente en los ojos del paciente. La retroalimentación subjetiva desde el paciente se usa para refinar la refracción manifiesta, lo que implica que el paciente elija entre la calidad de imagen a medida que diferentes lentes con diferentes potencias se deslizan a su sitio en el foróptero. Estos errores de refracción pueden corregirse con lentes, típicamente lentes para gafas, conocidas como gafas, o lentes de contacto, que se aplican directamente al ojo. Pueden corregirse también con diversos tipos de cirugía. Al final del análisis de refracción manifiesta, el oftalmólogo u optometrista puede producir una prescripción para gafas, lentes de contacto y/o cirugía refractiva.

Otros métodos para determinar el error de refracción de un paciente incluyen dispositivos de diagnóstico conocidos, tales como sensores de frente de onda, refractómetros y otros que son bien conocidos en la técnica. Algunos de estos dispositivos de diagnóstico usan ordenadores para ayudar a determinar el error de refracción del paciente. Por ejemplo, una implementación de un refractor de tipo frente de onda que es bien conocida en la técnica usa un sensor "Hartmann-Shack" para medir el frente de onda de un haz de luz generado a partir de un punto de iluminación proyectado sobre la retina y que pasa a través de los elementos ópticos del ojo. En dicho refractor de tipo frente de onda, un haz de sondeo desde un láser o un diodo superluminiscente se proyecta sobre la retina a través de los elementos ópticos del ojo. La luz dispersada por la retina pasa a través de los elementos ópticos del ojo y emerge a través de la pupila del ojo. El frente de onda del haz emergente contiene información refractiva relacionada con los elementos ópticos del ojo. Por ejemplo, si el ojo es emétrope (es decir, los elementos ópticos del ojo no tienen errores de refracción), el frente de onda del haz emergente debería ser plano. Los elementos ópticos de transmisión transmiten el frente de onda que emerge desde la pupila del ojo al sensor Hartmann-Shack. El sensor Hartmann-Shack mide la distorsión del frente de onda y proporciona esa información a un ordenador para calcular los errores de refracción del ojo debidos a aberraciones de los elementos ópticos del ojo.

Cada una de las técnicas descritas anteriormente para determinar el error de refracción de un paciente requiere que el paciente se desplace a un sitio donde dichas máquinas o médicos estén presentes y disponibles para realizar la determinación. Y, después de haberse desplazado al consultorio de un médico, entonces un paciente debe pagar por el tiempo y los servicios del médico, que puede estar cubierto o no por su seguro médico. Esto puede ser caro e inconveniente para un paciente.

Para un paciente que desea lentes de contacto, generalmente se aplica un segundo cobro para un "ajuste". Frecuentemente, este cobro es innecesario, ya que la mayoría de los fabricantes de lentes de contacto solo ofrecen una o unas pocas combinaciones de curva base y diámetro, lo que significa que solo hay uno o unos pocos "ajustes" posibles para esa lente de contacto. Cuando un paciente ha usado lentes de contacto anteriormente y se siente

cómodo con su marca anterior, no es necesario realizar un "ajuste". A pesar de esto, los consultorios médicos suelen exigir que se realice un "ajuste" y que se cobre la tarifa correspondiente. El seguro médico rara vez cubre esta tarifa. En algunos casos, el médico puede exigir que el paciente realice otra visita adicional al consultorio para que se realice el "ajuste". Por lo tanto, la determinación de una prescripción de lentes de contacto puede ser todavía más costosa e inconveniente para un paciente.

Además, el coste de la maquinaria descrita anteriormente (foróptero, refractor de frente de onda, etc.) hace que sea prohibitivo que sea propiedad de un individuo no relacionado con la práctica médica, por lo que los pacientes no tienen la opción de determinar su propia prescripción de gafas o lentes de contacto fuera de un entorno de práctica médica.

Además, las pruebas subjetivas de astigmatismo en el consultorio generalmente solo determinan la prescripción de eje de un paciente con una precisión de 10°.

El documento US 2012/212706 1 divulga un método y un sistema para auto-realizarse un examen visual usando un dispositivo informático móvil. El documento JP 2013-0053853 A divulga un método para realizar un examen de la agudeza visual en el hogar. El método se realiza usando dos dispositivos telefónicos, uno de los cuales se denomina unidad maestra y el otro se denomina unidad esclava. Los dos dispositivos están conectados permanentemente.

De esta manera, existe la necesidad de una manera más conveniente, menos costosa y más precisa para que los pacientes determinen y reciban prescripciones de gafas y lentes de contacto.

#### Sumario

El problema subyacente a la presente invención se resuelve mediante un método y un dispositivo según las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas del método y del sistema son la materia objeto de las reivindicaciones dependientes. La presente divulgación se refiere, en general, a un sistema y a un método para determinar el error de refracción de un paciente, más particularmente para determinar el error de refracción del paciente mediante el uso de una pantalla computarizada, y proporcionar al paciente una prescripción de lentes correctoras para el tipo preferido de lentes correctoras del paciente. El sistema y el método no requieren el desplazamiento ni el gasto de una visita al médico, y están optimizados para una mayor comodidad y rentabilidad.

En una realización general, la presente divulgación proporciona un método para determinar una prescripción de lentes correctoras de un paciente. El método incluye preferiblemente, por separado, para cada ojo del paciente, determinar la prescripción de astigmatismo del paciente mediante una pantalla computarizada.

En una realización preferida, la determinación de la prescripción de astigmatismo del paciente mediante la pantalla computarizada incluye presentar un primer diagrama al paciente mediante la pantalla computarizada y permitir que el paciente seleccione al menos una entrada. La entrada corresponde a una medición de eje. El método incluye además preferiblemente presentar un segundo diagrama a un paciente mediante la pantalla computarizada y permitir que el paciente seleccione al menos una entrada. La entrada corresponde a una medición de cilindro.

En una realización ejemplar adicional, el primer diagrama y el segundo diagrama son un mismo diagrama. En una realización adicional alternativa, el primer diagrama y el segundo diagrama son diagramas diferentes.

En otra realización ejemplar, el primer diagrama es una línea giratoria. En una realización adicional, la línea giratoria está compuesta por al menos dos colores alternos. En todavía una realización adicional, los al menos dos colores alternos se seleccionan de entre el grupo que consiste en la familia de colores rojos y la familia de colores verdes, respectivamente.

En una realización preferida, el método se proporciona a través de Internet.

En una realización ejemplar, el método incluye enviar la prescripción de astigmatismo determinada a al menos un médico para su revisión y aprobación.

En una realización ejemplar, la presente divulgación proporciona un método para determinar una prescripción de lentes correctoras de un paciente. El método puede incluir, por ejemplo, por separado, para cada ojo del paciente, determinar la prescripción de astigmatismo del paciente mediante una pantalla computarizada y determinar la potencia de la prescripción de lentes correctoras del paciente mediante la pantalla computarizada.

En una realización ejemplar adicional, el método incluye también, por separado, para cada ojo del paciente, permitir que el paciente introduzca al menos un dato seleccionado de entre el grupo que consiste en una curva base de una prescripción de lentes de contacto anterior, un diámetro de una prescripción de lentes de contacto anterior, un nombre de marca de lentes de contacto anterior y un fabricante de lentes de contacto anterior. A partir de los al menos un dato se determinan una curva base y un diámetro.

En una realización preferida, el método incluye también, por separado, para cada ojo no corregido del paciente, determinar si el paciente es miope o hipermetrope presentando un diagrama de bloques de colores al paciente mediante la pantalla computarizada y permitiendo que el paciente seleccione una entrada correspondiente a parte del diagrama de bloques de colores.

- 5 En otra realización ejemplar, el método incluye también, por separado para cada ojo corregido del paciente, determinar si el paciente está sobre-corregido o sub-corregido presentando un diagrama de bloques de colores al paciente mediante la pantalla computarizada y permitiendo al paciente seleccionar una entrada correspondiente a parte del diagrama de bloques de colores.

- 10 En una realización ejemplar, la determinación de la potencia de la prescripción de lentes correctoras del paciente mediante la pantalla computarizada incluye presentar una primera figura a un paciente mediante la pantalla computarizada. La primera figura es demasiado pequeña para ser vista claramente por el paciente. El método incluye además permitir que el paciente aporte al menos una entrada para aumentar el tamaño de la primera figura hasta que el paciente apenas pueda distinguirla. La al menos una entrada corresponde a una primera medición de esfera. En una realización ejemplar adicional, el método incluye presentar una segunda figura a un paciente mediante la pantalla computarizada. La segunda figura es lo suficientemente grande como para ser vista claramente por el paciente. El método permite que el paciente aporte al menos una entrada para disminuir el tamaño de la segunda figura solo hasta que el paciente ya no pueda distinguirla. La al menos una entrada corresponde a una segunda medición de esfera. En otra realización ilustrativa, el método incluye determinar una medición de esfera final en base, al menos en parte, a la primera medición de esfera y la segunda medición de esfera.

- 20 En una realización ejemplar adicional, la primera figura y la segunda figura son figuras diferentes. En una realización alternativa adicional, la primera figura y la segunda figura son una misma figura.

En otra realización ejemplar, la primera figura y la segunda figura comprenden al menos un símbolo seleccionado de entre el grupo que consiste en letras y números.

- 25 En todavía otra realización ejemplar, al menos un conjunto de la presentación de las figuras primera y segunda, que permite que el paciente aporte entradas y que se reciban entradas desde el paciente se repite al menos una vez.

En una realización ejemplar adicional, el método incluye enviar las prescripciones de astigmatismo y potencia determinadas a al menos un médico para su revisión y aprobación.

Una ventaja de la presente divulgación es proporcionar a un paciente más comodidad para determinar y recibir una prescripción de gafas y/o lentes de contacto.

- 30 Una ventaja de la presente divulgación es la reducir el coste y el gasto de determinar y recibir una prescripción de gafas y/o lentes de contacto para el paciente.

Otra ventaja de la presente divulgación es determinar una prescripción de gafas y/o lentes de contacto sin la necesidad de un equipo costoso, solo factible para su uso en un consultorio médico.

- 35 Otra ventaja de la presente divulgación es determinar una prescripción de gafas y/o lentes de contacto sin colocar lentes delante de los ojos del paciente.

Todavía otra ventaja de la presente divulgación es determinar más rápidamente una prescripción de gafas y/o lentes de contacto.

Una ventaja adicional de la presente divulgación es determinar con mayor precisión las prescripciones de astigmatismo de eje y cilindro de un paciente.

- 40 En el presente documento se describen características y ventajas adicionales, y serán evidentes a partir de la siguiente Descripción Detallada y las figuras.

Breve descripción de las figuras

Las Figs. 1A y 1B son un diagrama de flujo que ilustra un método de funcionamiento ejemplar de una realización del sistema de la presente divulgación.

- 45 La Fig. 2A ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra solicitudes de información relacionada con una prescripción anterior del paciente, un formulario rellenable para que el paciente introduzca datos relacionados con su prescripción anterior y solicitudes de información relacionada con los errores de refracción que pueda tener el paciente.

La Fig. 2B ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra una solicitud de información relacionada con una prescripción anterior del paciente y una solicitud de información relacionada con los errores de refracción que pueda tener el paciente.

5 La Fig. 3 ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama y permite que un paciente aporte una entrada, en la que la entrada corresponde a una medición de eje del paciente.

La Fig. 4A ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que se muestra un diagrama tal como lo vería un ojo corregido con astigmatismo, o un ojo sin astigmatismo.

10 Las Figs. 4B, 4C, 4D y 4E ilustran capturas de pantalla de ejemplos de realizaciones del sistema de la presente divulgación, en las que cada diagrama se muestra tal como lo vería un ojo no corregido con astigmatismo a lo largo de un eje determinado.

La Fig. 5 ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el diagrama se muestra tal como lo vería un ojo corregido con astigmatismo después de que el paciente haya aportado al menos una entrada, en la que la entrada corresponde a una medición de cilindro del paciente.

15 La Fig. 6 ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema calibra la cantidad de distancia entre una cámara montada en la pantalla computarizada y el paciente.

Las Figs. 7A y 7B ilustran capturas de pantalla de ejemplos de una realización del sistema de la presente divulgación, en las que el sistema muestra una figura y permite que un paciente aporte al menos una entrada para cambiar el tamaño de la figura, en las que la al menos una entrada corresponde a una medición de esfera del paciente.

20 Las Figs. 8A, 8B, 8C y 8D ilustran capturas de pantalla de ejemplos de una realización del sistema de la presente divulgación, en las que el sistema muestra un diagrama de bloques de colores y permite que un paciente aporte al menos una entrada para seleccionar una parte de apariencia más definida del diagrama, en las que la entrada corresponde a una determinación de que el paciente es miope o hipermetrope (si no usa lentes correctoras), está sobre- o sub-corregido (si usa lentes correctoras), etc.

25 La Fig. 9A ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra una figura y permite que un paciente aporte al menos una entrada para afectar a la rotación de la figura, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje.

30 La Fig. 9B ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra una figura y permite que un paciente aporte al menos una entrada para afectar a la separación o al tamaño de diversas partes de la figura, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro.

La Fig. 10A ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama de líneas y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro.

35 La Fig. 10B ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que la Fig. 10A es giratoria para alinearse con el eje determinado del astigmatismo de un paciente.

La Fig. 11A ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama de radios finos, que es una parte angular más pequeña del diagrama de radios de la Fig. 12B, y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje fina.

40 La Fig. 11B ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 1105 de semicírculos concéntricos y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje y/o cilindro.

45 La Fig. 12A ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama de líneas y permite que un paciente aporte al menos dos entradas, en las que las al menos dos entradas corresponden a una medición de cilindro.

La Fig. 12B ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 1205 de radios y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje aproximada.

La Fig. 13 ilustra una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la

que el sistema muestra un diagrama 1304 de líneas, y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro.

Las Figs. 14A-D son capturas de pantalla de realizaciones ejemplares del sistema de la presente divulgación que demuestran que las partes alternas pueden tener tamaños o separaciones diferentes, pero aun así realizan pruebas para la misma determinación en la determinación de la gravedad del astigmatismo.

La Fig. 15 es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, que demuestra que las partes alternas pueden tener tamaños o separaciones diferentes, pero aun así realizan pruebas para la misma determinación del eje de astigmatismo.

La Fig. 16 es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, que demuestra que una figura de determinación aproximada del eje de astigmatismo puede modificarse en tamaño y forma, y estirarse ligeramente, y todavía puede ser usada por el sistema para determinar un eje de astigmatismo para un paciente.

La Fig. 17 es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, que demuestra una posible configuración para una prueba de degeneración macular.

#### Descripción detallada

Las Figs. 1A y 1B ilustran un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso o método 100 según una realización del sistema de la presente divulgación. En diversas realizaciones, uno o más procesadores ejecutan un conjunto de instrucciones para implementar el proceso 100. Aunque el proceso 100 se describe con referencia al diagrama de flujo mostrado en las Figs. 1A y 1B, el sistema puede emplear muchos otros procesos para realizar las acciones asociadas con este proceso ilustrado. Por ejemplo, el sistema puede cambiar el orden de algunos de los bloques ilustrados. El sistema puede hacer también que algunos de los bloques ilustrados sean opcionales, el sistema puede repetir algunos de los bloques ilustrados y/o el sistema puede no emplear algunos de los bloques ilustrados.

Tal como se indica en el bloque 102, el sistema muestra en una pantalla computarizada un formulario rellenable para que un paciente aporte al menos una entrada de una prescripción de gafas o lentes de contacto anterior, un nombre de marca de lentes de contacto y/o un fabricante de lentes de contacto.

Según una realización de la presente divulgación, una pantalla computarizada incluye, sin limitación: un monitor, una pantalla de televisión, una pantalla de plasma, una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla basada en diodos emisores de luz (LEDs), una pantalla basada en múltiples diodos emisores de luz orgánicos (OLEDs), una pantalla basada en diodos emisores de luz basados en polímeros (PLEDs), una pantalla basada en múltiples emisores de electrones de conducción superficial (SEDs) o cualquier otro dispositivo electrónico o mecanismo de visualización adecuado. En determinadas realizaciones, tal como se ha descrito anteriormente, la pantalla computarizada incluye una pantalla táctil. Debería apreciarse que la pantalla computarizada puede tener cualquier tamaño, forma y configuración adecuados.

La pantalla computarizada muestra un formulario rellenable, campos rellenables u otro vehículo para que el paciente introduzca datos, si el paciente tiene dichos datos, incluyendo una prescripción de gafas anterior, una prescripción de lentes de contacto anterior, un nombre de marca de lentes de contacto anterior y/o un fabricante de lentes de contacto anterior. Los datos relacionados con la prescripción de lentes de contacto anterior pueden ser información obtenida a partir de una caja de lentes de contacto del paciente, que todavía pueda tener en su poder. En una realización, la pantalla computarizada es parte de un terminal de paciente, que el paciente puede usar para acceder al sistema y al proceso.

En otra realización ejemplar, el formulario rellenable puede realizar una consulta al paciente con respecto a su satisfacción con sus gafas o lentes de contacto actuales, así como la frecuencia con la que usa las gafas o lentes de contacto.

Tal como se indica en el bloque 104, el sistema recibe al menos una entrada de una prescripción de gafas anterior, una prescripción de lentes de contacto anterior, un nombre de marca de lentes de contacto anterior y/o un fabricante de lentes de contacto anterior. Debería apreciarse que el sistema puede completar o rellenar automáticamente el formulario, los campos u otro vehículo en base a otros datos introducidos por el paciente. Como un ejemplo no limitativo, el paciente puede introducir un nombre de marca de lentes de contacto anterior. A continuación, el sistema puede usar una tabla de consulta u otro método para recuperar desde la memoria los aspectos correspondientes de la curva base y/o el diámetro de la prescripción anterior. Esto es especialmente posible con respecto a los nombres de marca o los fabricantes de lentes de contacto que proporcionan solo uno o unos pocos tamaños posibles de curva base y/o diámetro.

En una posible alternativa al bloque 104, el sistema puede recibir una entrada que indica o bien que el paciente no tiene la información de prescripción anterior solicitada o bien que el paciente no desea introducir la misma, tal como se indica en el bloque 106. En una posible realización, el bloque 106 no es parte del proceso 100, y el paciente debe introducir la información de la prescripción anterior antes de continuar con el siguiente bloque. En otra posible

5 realización, el bloque 106 es parte del proceso 100 y no se requiere que el paciente introduzca ninguna información de la prescripción anterior antes de continuar con el siguiente bloque.

El sistema muestra en la pantalla computarizada una consulta al paciente con respecto a si es miope o hipermetrope, tal como se indica en el bloque 108, y recibe al menos una entrada desde el paciente en respuesta a la consulta con respecto a si es miope o hipermetrope, tal como se indica en el bloque 110.

10 En el bloque 112, el sistema muestra un primer diagrama al paciente en la pantalla computarizada destinado a un primer ojo (derecho o izquierdo) del paciente. Debería apreciarse que el paciente debería ver el primer diagrama con su primer ojo no corregido, es decir, si el paciente usa gafas o lentes de contacto, debe quitárselos y ver el diagrama sin la corrección de sus gafas o lentes de contacto.

El sistema recibe una entrada desde el paciente con respecto a cómo ve el primer diagrama con su primer ojo, en el que la entrada desde el paciente corresponde a una medición de eje para un astigmatismo, tal como se indica en el bloque 114. Debería apreciarse que la medición de eje puede usarse como al menos una parte de una función de sesgo que el sistema puede aplicar a otros diagramas y figuras mostrados para el primer ojo. En una realización, el sistema recibe una entrada desde un paciente, en la que la entrada indica que no tiene un astigmatismo en el ojo que se está examinando, tal como se indica en el bloque 120. En esta realización, el paciente puede pasar a los bloques

20 122 a 130 con su primer ojo, o puede repetir el bloque 112 con su segundo ojo.

Si el paciente aporta una entrada que indica una medición de eje según el bloque 114, el sistema muestra un segundo diagrama en la pantalla computarizada, tal como se indica en el bloque 116. En una realización, el primer diagrama y el segundo diagrama son el mismo diagrama. En otra realización, el primer diagrama y el segundo diagrama son diagramas diferentes. En una realización, el segundo diagrama se distorsiona en base al sesgo parcial de la medición de eje determinada a partir de la entrada del paciente en el bloque 114. Por ejemplo, el segundo diagrama puede ser estirado o alargado en una determinada unidad a lo largo del eje identificado por el paciente. En otra realización, el segundo diagrama no está distorsionado inicialmente.

25 Si el paciente aporta una entrada que indica una medición de eje según el bloque 114, el sistema muestra un segundo diagrama en la pantalla computarizada, tal como se indica en el bloque 116. En una realización, el primer diagrama y el segundo diagrama son el mismo diagrama. En otra realización, el primer diagrama y el segundo diagrama son diagramas diferentes. En una realización, el segundo diagrama se distorsiona en base al sesgo parcial de la medición de eje determinada a partir de la entrada del paciente en el bloque 114. Por ejemplo, el segundo diagrama puede ser estirado o alargado en una determinada unidad a lo largo del eje identificado por el paciente. En otra realización, el segundo diagrama no está distorsionado inicialmente.

El sistema recibe al menos una entrada desde el paciente, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro del primer ojo, tal como se indica en el bloque 118. Debería apreciarse que la medición de cilindro puede usarse como al menos una parte de una función de sesgo que el sistema puede aplicar a otros diagramas y figuras mostrados para el primer ojo. La función de sesgo está destinada a corregir cualquier astigmatismo que el paciente pueda tener en el ojo que se está examinando. De esta manera, la función de sesgo hará que cualquier diagrama o figura al que se aplique parezca distorsionado para un ojo corregido, mientras que parece claro para un ojo corregido.

30 El sistema recibe al menos una entrada desde el paciente, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro del primer ojo, tal como se indica en el bloque 118. Debería apreciarse que la medición de cilindro puede usarse como al menos una parte de una función de sesgo que el sistema puede aplicar a otros diagramas y figuras mostrados para el primer ojo. La función de sesgo está destinada a corregir cualquier astigmatismo que el paciente pueda tener en el ojo que se está examinando. De esta manera, la función de sesgo hará que cualquier diagrama o figura al que se aplique parezca distorsionado para un ojo corregido, mientras que parece claro para un ojo corregido.

Debería apreciarse que los bloques 112 a 120 deberían repetirse, por separado, para el segundo ojo del paciente. Después de repetir los bloques 112 a 120 para el segundo ojo, debería apreciarse además que la medición de eje y la medición de cilindro para el segundo ojo pueden usarse como partes de una función de sesgo que el sistema puede aplicar a otros diagramas y figuras mostrados para el segundo ojo de la misma manera que se ha descrito el uso de esas mediciones para el primer ojo. Además, debería apreciarse que, en una realización, inmediatamente después de completar los bloques 112 a 120 para un primer ojo, el paciente puede cambiar a su segundo ojo y puede volver a realizar los bloques 112 a 120. En una realización alternativa, el paciente puede pasar a otros bloques, por ejemplo, los bloques 122 a 130, con su primer ojo, antes de volver a los bloques 112 a 120 para su segundo ojo.

35 Debería apreciarse que los bloques 112 a 120 deberían repetirse, por separado, para el segundo ojo del paciente. Después de repetir los bloques 112 a 120 para el segundo ojo, debería apreciarse además que la medición de eje y la medición de cilindro para el segundo ojo pueden usarse como partes de una función de sesgo que el sistema puede aplicar a otros diagramas y figuras mostrados para el segundo ojo de la misma manera que se ha descrito el uso de esas mediciones para el primer ojo. Además, debería apreciarse que, en una realización, inmediatamente después de completar los bloques 112 a 120 para un primer ojo, el paciente puede cambiar a su segundo ojo y puede volver a realizar los bloques 112 a 120. En una realización alternativa, el paciente puede pasar a otros bloques, por ejemplo, los bloques 122 a 130, con su primer ojo, antes de volver a los bloques 112 a 120 para su segundo ojo.

En el bloque 122, el sistema muestra una primera figura al paciente en la pantalla computarizada destinada a un primer ojo (derecho o izquierdo) del paciente. La primera figura se muestra de manera que sea demasiado pequeña para ser vista claramente por el paciente. Debería apreciarse que el paciente debería ver la primera figura con su primer ojo no corregido, es decir, si el paciente usa gafas o lentes de contacto, debe quitárselas y ver la figura sin la corrección de sus gafas o lentes de contacto. En una realización ejemplar, la primera figura es distorsionada por la función de sesgo determinada con las entradas del paciente de los bloques 114 y 118 para el primer ojo del paciente. En otra realización ejemplar, la primera figura no es distorsionada por la función de sesgo.

45 En el bloque 122, el sistema muestra una primera figura al paciente en la pantalla computarizada destinada a un primer ojo (derecho o izquierdo) del paciente. La primera figura se muestra de manera que sea demasiado pequeña para ser vista claramente por el paciente. Debería apreciarse que el paciente debería ver la primera figura con su primer ojo no corregido, es decir, si el paciente usa gafas o lentes de contacto, debe quitárselas y ver la figura sin la corrección de sus gafas o lentes de contacto. En una realización ejemplar, la primera figura es distorsionada por la función de sesgo determinada con las entradas del paciente de los bloques 114 y 118 para el primer ojo del paciente. En otra realización ejemplar, la primera figura no es distorsionada por la función de sesgo.

El sistema recibe una entrada desde el paciente con respecto a cómo ve la primera figura con su primer ojo, en la que la entrada desde el paciente corresponde a una primera medición de esfera, tal como se indica en el bloque 124.

50 El sistema recibe una entrada desde el paciente con respecto a cómo ve la primera figura con su primer ojo, en la que la entrada desde el paciente corresponde a una primera medición de esfera, tal como se indica en el bloque 124.

Tal como se indica en el bloque 126, el sistema muestra una segunda figura en la pantalla computarizada, en la que la segunda figura se muestra de manera que sea lo suficientemente grande como para ser vista claramente por el paciente. En una realización, la primera figura y la segunda figura son la misma figura. En otra realización, la primera figura y la segunda figura son figuras diferentes. En una realización, la segunda figura está distorsionada. Debería

55 Tal como se indica en el bloque 126, el sistema muestra una segunda figura en la pantalla computarizada, en la que la segunda figura se muestra de manera que sea lo suficientemente grande como para ser vista claramente por el paciente. En una realización, la primera figura y la segunda figura son la misma figura. En otra realización, la primera figura y la segunda figura son figuras diferentes. En una realización, la segunda figura está distorsionada. Debería

apreciarse que el paciente debería ver la segunda figura con su primer ojo no corregido, es decir, si usa gafas o lentes de contacto, debe quitárselas y ver la figura sin la corrección de sus gafas o lentes de contacto. En una realización ejemplar, la segunda figura es distorsionada por la función de sesgo determinada con las entradas del paciente de los bloques 114 y 118 para el primer ojo del paciente. En otra realización ejemplar, la segunda figura no es distorsionada por la función de sesgo.

El sistema recibe una entrada desde el paciente con respecto a cómo ve la segunda figura con su primer ojo, en la que la entrada desde el paciente corresponde a una segunda medición de esfera, tal como se indica en el bloque 126. El sistema promedia las mediciones de esfera primera y segunda para determinar una medición de esfera final, tal como se indica en el bloque 130. Una persona experta en la técnica debería apreciar que el sistema puede determinar una medición final de cualquier manera adecuada, y no es necesario que su medición final sea el producto de un promedio directo. Por ejemplo, el sistema puede usar solo el resultado de la última entrada, solo el resultado de la primera entrada, algún promedio ponderado basado en la varianza estadística desde otras entradas, o el sistema puede ignorar completamente las entradas que considera que tienen una varianza estadística tan grande con respecto a otras entradas que es probable que sean erróneas.

Debería apreciarse que los bloques 122 a 130 deberían repetirse, por separado, para el segundo ojo del paciente. Debería apreciarse además que, en una realización, inmediatamente después de completar los bloques 122 a 130 para su primer ojo, el paciente puede pasar a su segundo ojo y, una vez más, pasar por los bloques 112 a 130 para su segundo ojo. En una realización alternativa, el paciente puede haber completado ya los bloques 112 a 120 con su segundo ojo.

Debería apreciarse además que el sistema puede repetir los conjuntos de bloques 122 y 124 cualquier número de veces, en cualquier orden, y puede alternar los conjuntos de bloques 122 y 124 con los conjuntos de bloques 126 y 128 cualquier número de veces. En una realización ejemplar, el sistema pasa por los bloques 122 a 128 para un ojo del paciente, a continuación, repite los bloques 122 y 124 una vez más para el mismo ojo antes de pasar al bloque 130. En esta realización ejemplar, las tres mediciones de esfera resultantes se promedian para determinar la medición de esfera final en el bloque 130. En otra realización ejemplar, el sistema pasa por los bloques 122 y 124, a continuación, repite los bloques 122 y 124, a continuación, pasa también por los bloques 126 y 128 dos veces. En esta realización ejemplar, las cuatro mediciones de esfera resultantes se promedian para determinar la medición de esfera final en el bloque 130.

Tal como se indica en el bloque 132, el sistema muestra en la pantalla computarizada una consulta al paciente con respecto a si desea una prescripción de gafas, una prescripción de lentes de contacto o ambas. En el bloque 134, el sistema recibe una entrada desde el paciente con respecto a su prescripción o prescripciones deseadas.

El sistema muestra información de precios al paciente, y convencionalmente permite al paciente seleccionar un método de pago y proporcionar información de pago, tal como se indica en el bloque 136. Puede permitirse que el paciente seleccione su método de pago y proporcione información de pago mediante un formulario rellenable, campos rellenables o de alguna otra manera, tal como es bien conocido en la técnica. El sistema recibe al menos una entrada desde el paciente con respecto a su método de pago deseado y su información de pago, tal como se indica en el bloque 138, y proporciona al paciente su prescripción o prescripciones solicitadas y pagadas, tal como se indica en el bloque 140.

En una realización, antes de que el paciente reciba su prescripción, esta se envía a uno o más médicos para que aprueben las diversas mediciones de error de refracción determinadas. Por ejemplo, el sistema puede enviar la medición de eje para que sea aprobada por un médico, la medición de cilindro para que sea aprobada por otro médico y la medición de esfera para que sea aprobada por un tercer médico. En un ejemplo alternativo, el sistema puede enviar las tres mediciones al mismo médico para su aprobación. Debería apreciarse que puede emplearse cualquier combinación de médicos que aprueben cualquier parte de la prescripción para cualquier combinación de consideraciones de efectividad de coste y tiempo.

Debería apreciarse que el sistema puede permitir que el paciente aporte una entrada con respecto a cómo o dónde enviar su prescripción seleccionada después de haberla recibido. En una realización, el sistema puede enviar los datos de prescripción a los consultorios de un optometrista u oftalmólogo, una empresa central de distribución de gafas y/o lentes de contacto, un punto de venta de gafas y/o lentes de contacto (físico o virtual), o similares. En una realización adicional, el paciente puede seleccionar a dónde enviar la prescripción eligiendo a partir de una lista, un mapa, introduciendo un nombre o algún otro método.

En otra realización, el sistema puede permitir que un paciente ojee monturas de gafas. En dicha realización, el sistema puede mostrar una imagen del paciente con monturas de gafas simuladas mostradas sobre la parte superior de la cara del paciente, y puede permitir que el paciente modifique la apariencia de las monturas, por ejemplo, cambiando el tamaño, la forma, el color, el material, la textura, etc. de las monturas simuladas. En otra realización adicional, el



sistema puede determinar una ubicación para las lentes simuladas en la cara del paciente de cualquier manera adecuada, tal como mediante sistemas de reconocimiento facial o de pupila conocidos, o mediante una montura física reconocible por el sistema proporcionada y usada por un usuario. En otra realización adicional, el sistema puede mostrar instrucciones para que un paciente compre sus monturas deseadas en línea, en una ubicación física de una tienda, o para que le sean enviadas a una ubicación deseada.

Una persona experta en la técnica debería apreciar que el presente solicitante ha descubierto sorprendentemente, y ha divulgado en el presente documento, una novedosa inversión del método convencional para determinar el error de refracción para un paciente. En la técnica convencional, el paciente se sitúa lejos de una figura o un diagrama, y se colocan delante de los ojos del paciente lentes de diversas potencias y configuraciones. El paciente proporciona una retroalimentación subjetiva acerca de cuál de las lentes proporciona una mejor calidad de visión. El médico o técnico refina la prescripción cambiando las lentes colocadas delante de los ojos del paciente, hasta que la retroalimentación subjetiva desde el paciente indique que una de las lentes proporcionadas ha conseguido la mejor calidad de visión. Por el contrario, las realizaciones de la presente divulgación no requieren ninguna lente. Debería apreciarse que los propios diagramas y figuras son ajustados por las entradas del paciente y, de esta manera, la prescripción necesaria puede determinarse, en su totalidad o en parte, a partir de factores tales como: la distancia entre el paciente y la pantalla computarizada, el tamaño original del diagrama o de la figura en la pantalla computarizada, el tamaño ajustado por el paciente del diagrama o de la figura en la pantalla computarizada, el número de entradas recibidas desde el paciente, la cantidad de efecto incremental de cada entrada y otros factores relevantes.

En otra realización, el sistema puede permitir que un paciente empiece el proceso y el método en una ubicación, tal como una ubicación física, y continúe o complete el proceso y el método en al menos otra ubicación, tal como en su hogar. Debería apreciarse que en dicha realización se usaría algún tipo de identificación exclusiva del paciente para autenticar que el mismo paciente está interactuando con el sistema en la primera ubicación y la ubicación o ubicaciones adicionales. Dichos sistemas de autenticación son conocidos en la técnica y se describen a continuación.

Según la presente invención, el paciente usa una pantalla computarizada para controlar otra pantalla computarizada. Por ejemplo, el sistema puede permitir que un paciente con un teléfono inteligente use el teléfono inteligente como un control remoto para controlar otro terminal de paciente con una pantalla computarizada, tal como un quiosco, un ordenador personal o un ordenador de tipo tableta para interactuar con el sistema. El sistema envía a un paciente un enlace a su dispositivo remoto, tal como por correo electrónico o mensaje de texto SMS. Se habilita al paciente para acceder al enlace para iniciar una interfaz, tal como a través de un navegador, que, a continuación, puede usarse para interactuar con el sistema de una manera manual exclusiva. En otra realización que no forma parte de la invención, el dispositivo remoto interactúa con el sistema a través de una aplicación almacenada en el dispositivo remoto, conocida comúnmente como "aplicación". El dispositivo remoto puede ser cualquier dispositivo adecuado, tal como un teléfono celular, un teléfono inteligente, un ordenador de tipo tableta, un ordenador portátil u otro dispositivo remoto, que sea capaz de interactuar casi instantáneamente con el sistema para recibir instrucciones y permitir que el paciente aporte al menos una entrada al sistema a través de al menos una interfaz de comunicación, tal como Internet, mensajería de texto, correo electrónico, voz o datos, para controlar la pantalla computarizada desde una distancia. Una persona experta en la técnica debería apreciar que dicho sistema es único ya que permite que un paciente realice un examen médico con su propio teléfono inteligente u otro dispositivo remoto, y pueda controlar completamente el examen.

En otra realización, el sistema usa un sistema de reconocimiento de voz para permitir que un paciente aporte al menos una entrada. En una realización adicional, el sistema incluye un sistema de reconocimiento de voz para realizar un examen ocular o un sub-examen de un examen ocular. En dicha realización, el sistema permitiría a un usuario aportar una entrada hablando al sistema, equipado con un micrófono y un software de reconocimiento de voz convencional. Tal como se conoce en la técnica, los micrófonos y el software de reconocimiento de voz están fácilmente disponibles en el mercado y usan fórmulas de reconocimiento de voz estándar que incorporan un sistema de aprendizaje automático convencional, de manera que el sistema sería capaz de adaptarse a idiomas más difíciles con el tiempo. El sistema recibiría entradas de voz desde el paciente para grabar y analizar las mismas usando el software de reconocimiento de voz convencional. Una persona experta en la técnica debería apreciar que el permitir que un paciente proporcione entradas a través de su voz proporcionaría diversos beneficios. En primer lugar, el paciente que está realizando pruebas constitutivas de un examen, tal como un examen ocular, no necesitaría ver los detalles de la pantalla de manera perfectamente clara, y podría utilizar su audición (comunicada a través de instrucciones habladas) y su habla (para proporcionar entradas de vuelta al sistema), lo cual es más amigable para el usuario ya que es más fácil de usar y proporciona opciones adicionales para introducir respuestas. Esto es especialmente relevante para las partes del sistema en las que el paciente está usando un ojo no corregido, está algo alejado de la pantalla computarizada, o ambos. Otro beneficio de dicho sistema es que permite que el paciente use sus manos para otros propósitos que no sean proporcionar entradas al sistema. Por ejemplo, el paciente puede tener libertad para sostener el objeto de prueba o para cubrir sus ojos. Además, el uso de un sistema que habla al paciente y que permite que el paciente responda mediante el habla simula un examen ocular subjetivo más típico basado en el consultorio del médico, y puede ayudar a que el paciente asimile el sistema de la presente divulgación.

Con referencia ahora a las Figs. 2A y 2B, en las mismas se ilustra una realización de la presente divulgación. El sistema ejemplar de la Fig. 2A incluye una pantalla 200 que el sistema muestra en la pantalla computarizada descrita anteriormente. La pantalla 200 incluye la barra 202, 204, 206 y 208 de progreso. Debería apreciarse que la barra de progreso puede ser cualquier medidor de progreso adecuado. En la realización de la Fig. 2A, la barra 202, 204, 206 y 208 de progreso es una barra de progreso seccionada en la que se indica que la sección que se está realizando actualmente es la 202 al ser esta de un color más oscuro que las otras secciones. Debería apreciarse que, para una barra de progreso de tipo seccionado, u otros tipos de medidores de progreso, la indicación de la sección que se está realizando puede ser cualquier variación en el color, el tamaño, la fuente, el texto, etc. En otra realización, las secciones de la barra de progreso son seleccionables por el paciente, de manera que el paciente puede moverse a través del proceso 100 seleccionando la sección del proceso a la que desea ir. En una realización diferente, las secciones no son seleccionables por el paciente para mover al paciente a través de las diversas secciones.

En la realización ilustrada por las Figs. 2A y 2B, el sistema proporciona instrucciones para el paciente con respecto a cómo trabajar en la sección 202, y proporciona además instrucciones verbales que el paciente puede controlar, apagar, encender y/o ajustar articulando los elementos 210 de control de instrucción verbal.

Tal como se ilustra mediante la realización mostrada en las Figs. 2A y 2B, el sistema consulta al paciente con respecto a si tiene su prescripción 212 de gafas o lentes de contacto anterior. El paciente está habilitado para responder a la consulta seleccionando uno de los botones 214 o 216 de selección. Debería apreciarse que el sistema puede emplear cualquier otro método para aceptar una respuesta a una consulta desde el paciente, tal como una lista desplegable, un campo rellenable y/o una casilla de verificación.

En la realización de la Fig. 2A, cuando el paciente selecciona el botón 214 de selección correspondiente a "Sí", el sistema proporciona el formulario 218 a 264 rellenable. El sistema permite al paciente cargar una imagen de una prescripción 218 de gafas anterior y/o una prescripción 236 de lentes de contacto anterior. El sistema permite también al paciente introducir sus datos de prescripción anteriores en los campos 220 a 234 y 238 a 264 rellenables convencionales. Específicamente, el formulario rellenable tiene campos para la prescripción de gafas del ojo derecho del paciente, u "OD" 220, 222, 224 y 226. "OD" es el acrónimo común del latín "oculus dexter", que significa "ojo derecho". El formulario rellenable tiene también campos para la prescripción de gafas del ojo izquierdo del paciente, u "OS" 228, 230, 232 y 234. "OS" es el acrónimo común del latín "oculus sinister", que significa "ojo izquierdo". Más específicamente, los campos 220 y 228 rellenables son para la esfera, o "ESF", o medición de potencia de los ojos derecho e izquierdo del paciente, respectivamente. La medición de la esfera representa el grado de miopía o hipermetropía del paciente. La unidad de medida de la esfera es la dioptría. Un signo más "+" delante de la medición de la esfera indica la cantidad de hipermetropía del paciente, mientras que un signo negativo "-" delante de la medición de la esfera indica la cantidad de miopía del paciente. Cuanto más positiva (para personas con hipermetropía) o negativa (para personas con miopía) sea la medición de la esfera, más grave será el error de refracción y, de esta manera, más potentes deben ser las lentes correctoras para corregir el error.

Los campos 222 y 230 cilindro, o "CIL" para el ojo derecho e izquierdo, respectivamente, y los campos 224 y 232 de eje, para su ojo derecho e izquierdo, respectivamente, indican que el paciente tiene un astigmatismo en el ojo correspondiente. Si no hay astigmatismo, los campos cilindro y eje se dejan convencionalmente en blanco. La medición de cilindro indica la gravedad, en dioptrías, del astigmatismo en el ojo del paciente. Cuanto mayor sea la medición de cilindro, más grave será el astigmatismo del paciente. La medición de eje es un número entre 0° y 180°. La unidad de medida del eje son los grados. La medición de eje indica el eje a lo largo del cual se distorsiona la visión del paciente debido a las imperfecciones en la curvatura de la córnea.

La combinación de mediciones de esfera, cilindro y eje constituyen la parte de visión de lejos de la prescripción de gafas o de lentes de contacto convencional. El resto de la prescripción de gafas se refiere a la parte de visión cercana de la prescripción, y generalmente es para gafas de lectura o la parte de lectura de las lentes correctoras bifocales. Los campos 226 y 234 ADI, respectivamente para los ojos derecho e izquierdo del paciente, representan la potencia refractiva adicional, en dioptrías, a añadir a la potencia esférica para permitir que el paciente lea de cerca si tiene presbicia. Si el paciente no necesita corrección para la visión de lejos, la potencia ADI solo sería la prescripción del paciente para gafas de lectura convencionales, disponibles en la mayoría de las farmacias y/o tiendas multiservicio.

En una realización ejemplar, el sistema permite a un paciente determinar la potencia ADI para aquellos pacientes que lo requieran. Se hace referencia a esos pacientes como emétopes (aquellos que no requieren corrección con gafas para la distancia) con presbicia, y su presbicia es generalmente el resultado del envejecimiento, que generalmente ocurre alrededor de los 40 años. Este es el período de edad en el que un paciente generalmente empieza a necesitar gafas de lectura. Sin embargo, en el pasado, con el fin de determinar un número ADI para gafas de lectura correcto o para crear una gafa o lente de contacto bifocal progresiva sin revestimiento adecuado, los pacientes debían ir al consultorio de un oftalmólogo para obtener la medición apropiada. Sin embargo, los presentes solicitantes han encontrado sorprendentemente un sistema para determinar la potencia de las partes superior e inferior de las lentes bifocales que evita la necesidad de visitar el consultorio de un médico o soportar un examen completo y prolongado en

el consultorio. El sistema consulta al paciente con respecto a su edad, el tamaño de las figuras que puede ver con sus ojos no corregidos (mediante cualquiera de los métodos o procesos divulgados en el presente documento) y la distancia para la que se desea la corrección (es decir, un paciente puede desear un solo par de gafas tanto para leer libros a 40,64 cm (16 pulgadas) como para ver otros objetos a 53,34 cm (21 pulgadas) (o cualquier otra combinación de segmento superior y segmento inferior)). Debería apreciarse que las distancias deseadas pueden determinarse mediante cualquier método adecuado, tal como mediante una pantalla computarizada tal como se divulga en el presente documento (tal como un teléfono inteligente), un simple asistente de medición en papel imprimible, mediante una estimación con una longitud de papel. El sistema puede permitir también a un paciente estimar el intervalo de distancia que más desea corregir, tal como el intervalo de distancia que usa más frecuentemente, en términos fácilmente estimables, tal como la longitud de los brazos, más allá de la longitud de los brazos o más cerca de la longitud de los brazos. El sistema utiliza dichas entradas desde el paciente para determinar una prescripción personalizada para lentes bifocales sin línea o gafas de lectura individuales sin especulaciones ni desplazamientos al consultorio de un médico y sus gastos asociados.

Tal como se muestra en la Fig. 2A, la prescripción de lentes de contacto incluye muchos de los mismos campos de medición que la prescripción de gafas. Específicamente, los campos 238 y 252 de medición de esfera; los campos 240 y 254 de medición de cilindro; los campos 242 y 256 de medición de eje; y los campos 244 y 258 de medición de ADI, para los ojos derecho e izquierdo, respectivamente, están también presentes en la prescripción de lentes de contacto. Aunque los campos tienen los mismos nombres y abreviaturas, las prescripciones de lentes de contacto y las prescripciones de gafas pueden ser diferentes, en parte porque las lentes de las gafas están más alejadas de la superficie del ojo que las lentes de contacto.

Además, el sistema proporciona los campos de medición adicionales para la curva base, o "CB", 246 y 260, el diámetro, o "DIAM", 248 y 262, y el nombre de la marca y/o el fabricante de las lentes de contacto, 250 y 264. Cuando solo se disponía de lentes de contacto duros y permeables a los gases, las mediciones de la curva base y del diámetro eran necesarias para garantizar la comodidad de las lentes rígidas. Con el auge de las lentes de contacto blandas y flexibles, muchos fabricantes de lentes de contacto solo ofrecen una, dos o unas pocas opciones diferentes de curva base o diámetro para sus lentes. Si las mediciones de la curva base y del diámetro se conocen a partir de una prescripción anterior, y el paciente se sentía cómodo con esas lentes, entonces es muy probable que otras lentes con esas mismas medidas sean también cómodas para el paciente, incluso si el fabricante es diferente. Si el fabricante es el mismo, es todavía más probable que el paciente se sienta cómodo con lentes con la misma medida. De esta manera, debería apreciarse que un "ajuste" de lentes de contacto generalmente es innecesario para aquellos que han usado lentes de contacto previamente, siempre y cuando el paciente se sienta cómodo con sus lentes anteriores. En una realización, para los fabricantes o nombres comerciales de las lentes de contacto anteriores identificados por el paciente, el sistema puede consultar las mediciones de la curva base y del diámetro en una tabla de consulta u otra base de datos de memoria. En otra realización, el sistema puede rellenar o completar automáticamente cualquier campo 246, 248, 260 y/o 262 posible con las mediciones de la curva base y del diámetro consultadas.

En una realización, el sistema puede usar la información de prescripción anterior como una verificación de la prescripción actual determinada. En una realización adicional, el sistema puede requerir más pruebas por parte de un paciente para confirmar la prescripción actual si existe una diferencia estadísticamente significativa entre un valor de la prescripción anterior y el valor correspondiente de la prescripción determinada.

En una realización, el sistema es capaz de leer la imagen o una versión escaneada cargada de la prescripción 218 de gafas anterior y/o la prescripción 236 de lentes de contacto anterior. En una realización adicional, el sistema puede rellenar o completar automáticamente cualquier posible campo rellenable con información leída de la prescripción 218 de gafas anterior y/o la prescripción 236 de lentes de contacto anterior cargada. En otra realización, el paciente puede cargar una fotografía o una versión escaneada de una caja o recipiente de lentes de contacto anterior y el sistema puede completar o rellenar automáticamente cualquier posible campo rellenable con información leída desde la fotografía la exploración cargada de la caja o recipiente de lentes de contacto anterior. En otra realización, el sistema es capaz de reconocer información codificada convencionalmente, tal como información de un código de barras, código QR, código de matriz, código Aztec u otros tipos conocidos de información codificada. En una realización adicional, el sistema es capaz de escanear la información codificada a partir de una prescripción de gafas o lentes de contacto anterior, y/o una caja o recipiente de gafas o lentes de contacto anterior. En otra realización adicional, el sistema puede rellenar o completar automáticamente cualquier posible campo rellenable con información leída de la prescripción de gafas o lentes de contacto anterior escaneada, y/o de una caja o recipiente de gafas o lentes de contacto anterior.

Después de que el paciente completa cualquier dato que el paciente tenga disponible de las prescripciones anteriores, el sistema consulta al paciente con respecto a lo que el considera más borroso o desenfocado cuando no está usando lentes 268 correctivas. Una vez más, en la realización ejemplar de la Fig. 2A, el sistema proporciona botones 270, 272 y 274 de selección para que el paciente seleccione una respuesta, pero sería aceptable cualquier método adecuado para habilitar una entrada correspondiente a la consulta. Si el paciente selecciona lejos 270 como más borrosa, esto puede sugerir que es miope y que puede tener algo de astigmatismo. Si el paciente selecciona cerca 272 como más

borroso, esto puede sugerir que es hipermetrope y que puede tener algo de astigmatismo. Si el paciente selecciona ambos como igualmente borrosos 274, puede ser miope o hipermetrope, y es probable que tenga astigmatismo.

Tal como se ilustra en la realización de la Fig. 2B, cuando el paciente responde a la consulta acerca de si tiene o no una prescripción anterior con "NO", el sistema no muestra el formulario rellenable ni los campos 218 a 264, tal como en la Fig. 2A. En cambio, en la realización de la Fig. 2B, el sistema pasa directamente a una presentación de la consulta 268 y permite que el paciente responda a través de los botones 270, 272 y 274 de selección, tal como en la Fig. 2A.

Con referencia ahora a la Fig. 3, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. En esta etapa del proceso, el sistema presenta la pantalla 200 y la barra de progreso indica que el paciente está actualmente en la sección 204 de ángulo de astigmatismo. El rastreador 302, 304 ocular indica qué ojo está siendo examinado. Debería apreciarse que el rastreador ocular puede ser cualquier medidor de progreso adecuado. En la realización de la Fig. 3, el rastreador 302, 304 ocular es un rastreador ocular seccionado en el que la sección correspondiente al ojo que está siendo examinado 302 se indica con un color más oscuro que la otra sección correspondiente al otro ojo. Debería apreciarse que, para un rastreador ocular de tipo seccionado, u otros tipos de medidores de progreso, la indicación del ojo que está siendo examinado puede ser cualquier variación en el color, el tamaño, la fuente, el texto, etc. En otra realización ejemplar, las secciones del rastreador 302, 304 ocular son seleccionables por el paciente, de manera que el paciente puede cambiar el ojo que está siendo examinado seleccionando la sección correspondiente al otro ojo. En una realización diferente, las secciones no pueden ser seleccionadas por el paciente para cambiar el ojo que está siendo examinado.

Tal como puede verse con referencia a la Fig. 3, el rastreador 302, 304 ocular indica que el ojo que se está examinando es el ojo izquierdo, indicado mediante el sombreado más oscuro de la sección 302 de ojo izquierdo. Se proporcionan instrucciones 306 escritas al paciente, junto con instrucciones verbales, que el paciente puede controlar con elementos 210 de control de instrucción verbal. En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 3, las instrucciones escritas indican "Cubra su ojo derecho. Seleccione la línea que sea más oscura, más gruesa o más prominente. Si las tres líneas son más oscuras, más gruesas o más prominentes, entonces seleccione la línea intermedia. Si dos líneas son más oscuras, más gruesas o más prominentes, seleccione el botón central entre esas líneas". Las instrucciones 306 remiten al paciente al diagrama 310. El diagrama 310 es un diagrama conocido para diagnosticar el eje de un astigmatismo. Los pacientes con astigmatismo verán las líneas alrededor del eje de su astigmatismo como más gruesas, o mejor enfocadas, que las otras líneas del diagrama. Las líneas corresponden a mediciones de ángulo. En esta realización ejemplar, las líneas están separadas uniformemente a intervalos de 15°. Debería apreciarse que el diagrama 310 puede emplear cualquier intervalo angular adecuado. El sistema permite al paciente aportar una entrada de una línea, o la parte más central de un grupo de líneas, que son más prominentes cuando el paciente observa el diagrama. Debería apreciarse que el paciente está observando el diagrama con su ojo no corregido.

En la realización mostrada en la Fig. 3, las letras 308 A a S, así como los botones 310 de combinación de letras más pequeñas pueden seleccionarse para indicar el ángulo del eje del paciente. Debería apreciarse que no es necesario que los iconos 308, 310 seleccionables de línea de eje sean letras, sino que podrían ser números, la medición de ángulo, imágenes, símbolos o cualquier otro icono adecuado. Tal como se muestra en la Fig. 3, la letra "A" 308a corresponde a un eje de 0°, la letra "G" 308b corresponde a un eje de 75°, la letra "J" 308c corresponde a un eje de 90°, la letra "O" 308d corresponde a un eje de 165°, y la letra S 308e corresponde a un eje de 180°. En otra realización ejemplar, el sistema proporciona un botón para que el paciente indique que ninguna de las líneas en el diagrama aparece como más oscura, más gruesa o más prominente, lo que indica que el paciente no tiene astigmatismo en ese ojo. En una realización ejemplar adicional, cuando el paciente aporta al menos una entrada que indica que no tiene astigmatismo en el ojo que se está examinando, el sistema pasa a examinar el otro ojo para detectar un astigmatismo. En otra realización, cuando el paciente aporta al menos una entrada que indica que no tiene astigmatismo en el ojo que se está examinando, el sistema pasa a la prueba ocular para ese mismo ojo, omitiendo la sección para comprobar la gravedad del astigmatismo para ese ojo. En una realización alternativa, cuando el paciente aporta al menos una entrada que indica que no tiene astigmatismo en el ojo que se está examinando, el sistema todavía comprueba la gravedad de cualquier astigmatismo en ese ojo como una doble verificación de que el paciente no tiene astigmatismo en ese ojo.

Debería apreciarse que, después de seleccionar la línea o las líneas de medición de eje del paciente para el ojo izquierdo del paciente, tal como se muestra en la Fig. 3, el sistema puede repetir la misma prueba con el diagrama 310 para el ojo derecho moviendo el rastreador 302, 304 ocular para indicar que se está examinando el ojo 304 derecho, y ajustando las instrucciones 306 escritas para reflejar que ahora se está comprobando el ojo derecho. En otra realización, el paciente continúa realizando las secciones de la barra de progreso con el ojo izquierdo y, después de completar la prueba 206 de gravedad del astigmatismo para el ojo izquierdo, repetirá las dos secciones 204 y 206 de astigmatismo para el ojo derecho antes de pasar a la prueba 208 ocular para cualquiera de los ojos. En otra realización, el paciente realiza todas las secciones 204, 206 y 208 con un ojo, el ojo izquierdo, por ejemplo, antes de volver a realizar cada sección 204, 206 y 208 con el otro ojo, en este ejemplo, el ojo derecho. Además, debería apreciarse que cualquier orden de pruebas, con cualquier orden de ojos sometidos a prueba es adecuado. Además,

debería apreciarse que, al proporcionar secciones 204, 206 y 208 de barra de progreso seleccionables por el paciente, y secciones 302 y 304 de rastreo ocular, el paciente puede seleccionar el orden que prefiera.

Con referencia ahora a la realización ilustrada en la Fig. 4A, en la misma se ilustra otra realización ejemplar de la presente divulgación. En esta etapa del proceso, el sistema presenta la pantalla 200 y la barra de progreso indica que el paciente se encuentra actualmente en la sección Gravedad del Astigmatismo 206. El rastreador 302, 304 ocular indica que se está examinando el ojo 302 izquierdo. Las instrucciones 406 escritas indican: "Cubra su ojo derecho. 1. Mantenga el ojo derecho cubierto. 2. Haga clic en (+) hasta que la cuadrícula esté compuesta por recuadros perfectos". Las instrucciones escritas se refieren al diagrama 408a, que muestra un cuadrado grande dividido en varios recuadros más pequeños. El sistema proporciona iconos 410 y 412 seleccionables por el paciente para ajustar el diagrama hasta que el paciente vea toda la cuadrícula del diagrama 408a como perfectamente cuadrada. Cuando el paciente ve toda la cuadrícula del diagrama 408A como perfectamente cuadrada, el paciente selecciona el icono 414 seleccionable por el paciente. Si el sistema funciona mal de alguna manera, el sistema proporciona un botón 418 para solicitar asistencia con el mal funcionamiento. Debería apreciarse que el botón 418 es opcional, pero útil en el caso el que la animación del cambio de diagrama no sea visible para el paciente. Debería apreciarse además que el diagrama 408A en la Fig. 4A se ilustra tal como parecería a un paciente sin astigmatismo, o a un paciente con astigmatismo que está usando su lente correctiva en el ojo que se está examinando. En otras palabras, los recuadros del diagrama 408A son cuadrados en la Fig. 4A, pero parecerían distorsionados para un ojo no corregido con astigmatismo.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que el uso de la cuadrícula mostrada como el diagrama 408A puede usarse para determinar la prescripción de cilindro de un paciente midiendo la cantidad de distorsión que es necesaria, a lo largo del eje de astigmatismo del paciente, para que el paciente vea la figura como cuadrada para su ojo no corregido.

Con referencia ahora a las realizaciones ilustradas en las Figs. 4B, 4C, 4D y 4E, en las mismas se ilustran otras realizaciones de la presente divulgación. En las realizaciones de estas figuras, el paciente ha seleccionado los iconos 308a, 308b, 308c, 308d y 308e de la Fig. 3, respectivamente. De esta manera, los diagramas correspondientes de esas Figs. 408b, 408c, 408d y 408e, respectivamente, se ilustran como estirados a lo largo del eje seleccionado por el paciente para esa figura. Específicamente, la Fig. 4B muestra el diagrama 408b distorsionado a lo largo del eje de 75°, la Fig. 4C muestra el diagrama 408c distorsionado a lo largo del eje de 90°, la Fig. 4D muestra el diagrama 408d distorsionado a lo largo del eje de 165° y la Fig. 4E muestra el diagrama 408e distorsionado a lo largo del eje de 180°. Si el paciente selecciona "+" 412, el diagrama se alarga a lo largo del eje. Si el paciente selecciona "-" 410, el diagrama se contrae a lo largo del eje. De esta manera, el paciente puede manipular el diagrama hasta que los recuadros parezcan cuadrados a su ojo no corregido. A medida que el paciente manipula el diagrama, la escala 416 proporciona una representación visual al paciente de cuánto ha cambiado el diagrama 408b, 408c, 408d o 408e.

Debería apreciarse que el sistema puede distorsionar el diagrama de cualquier manera adecuada, a cualquier velocidad adecuada y a cualquier incremento adecuado. En una realización, el sistema distorsiona automáticamente el diagrama antes de permitir que el paciente aporte una entrada. En otra realización, el sistema empieza automáticamente a distorsionar el diagrama y continúa distorsionando el diagrama hasta que el paciente aporta una entrada para detener la distorsión. En una realización adicional, el paciente puede ajustar adicionalmente la distorsión del diagrama aportando al menos una entrada. En otra realización adicional, el paciente no puede ajustar adicionalmente la distorsión del diagrama realizando ninguna entrada. En otra realización, el sistema no distorsiona el diagrama antes de recibir al menos una entrada desde el paciente.

Con referencia ahora a la realización ilustrada en la Fig. 5, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. Tal como se muestra en la Fig. 5, el paciente ha manipulado el diagrama 408f de manera que, para el ojo no corregido del paciente, los recuadros parezcan cuadrados. La escala 416 demuestra que el diagrama 408f ha sido manipulado. En este punto, el paciente puede pulsar el icono 414 indicando que ve los recuadros del diagrama 408f como cuadrados. A partir de la cantidad de manipulación del diagrama 408f, el sistema determina una medición de cilindro para ese ojo del paciente.

Debería apreciarse que la combinación de la medición de eje y la medición de cilindro para un ojo determinado del paciente puede ser usada por el sistema para determinar una función de sesgo a ser aplicada a diagramas y figuras adicionales destinados al ojo determinado. De esta manera, el astigmatismo no afectará los resultados de la prueba ocular, por ejemplo, ya que las figuras usadas en la prueba ocular habrán sido modificadas para contrarrestar el efecto del astigmatismo.

Con referencia ahora a la realización ilustrada en la Fig. 6, en la misma se ilustra otra realización ejemplar de la presente divulgación. En esta etapa del proceso, el sistema presenta la pantalla 200 y la barra de progreso indica que el paciente se encuentra actualmente en la sección Prueba Ocular 206. Específicamente, el objetivo de la pantalla 200 en la Fig. 6 es calibrar una cámara que puede estar conectada a la pantalla computarizada para determinar la distancia del paciente desde la pantalla computarizada. El sistema debe conocer la distancia del paciente para calcular con

precisión las mediciones de esfera a partir de los exámenes oculares. Si la pantalla computarizada del paciente no tiene cámara, el sistema le proporcionará al paciente una distancia especificada a la que deberá mantenerse alejado de la pantalla. Esta distancia puede ser la misma o diferente para cada instancia de la prueba ocular de "pequeño a grande" (descrita en los bloques 122 y 124 de la Fig. 1A) y/o cada instancia de la prueba ocular de "grande a pequeño" (descrita en los bloques 126 y 128 de la Fig. 1A).

Las instrucciones 606 escritas de la realización ejemplar ilustrada en la Fig. 6 indican: "1. Sostenga una tarjeta de crédito con la banda magnética orientada hacia la cámara. 2. Coloque la tarjeta a 28 cm (11") desde la cámara. 3. Use un pedazo de papel para medir 28 cm (11"). Enrolle el papel a lo largo. Coloque un extremo tocando la pantalla cerca de la cámara y el otro tocando la tarjeta de crédito. Retire el papel y mantenga la tarjeta en su sitio. Haga clic en el botón Calibrar. 4. Haga clic en la banda magnética de la imagen. 5. Cuando la banda magnética esté resaltada, haga clic en el botón Listo." El visor 610 de la cámara muestra al paciente lo que la cámara está viendo. El paciente puede seguir las instrucciones para hacer clic en el botón 612 Calibrar y el botón 614 Listo según las instrucciones escritas. Debería apreciarse que puede emplear cualquier otro método adecuado o convencional para calibrar la distancia entre el paciente y la pantalla computarizada.

Debería apreciarse que puede usarse cualquier distancia adecuada entre el paciente y la pantalla. En una realización, la distancia entre el paciente y la pantalla se determina en base a si el paciente es miope o hipermetrope. En una realización adicional, el sistema determina que la distancia entre el paciente y la pantalla es la misma para un paciente con miopía y un paciente con hipermetropía. En otra realización, el sistema determina que las distancias entre el paciente y la pantalla son diferentes para un paciente con miopía y un paciente con hipermetropía. En una realización, el sistema puede determinar la distancia entre el paciente y la pantalla dependiendo de la clase, el tipo, las dimensiones u otras características de la pantalla. En otra realización, el paciente puede estar habilitado para aportar una entrada con respecto a si la entrada determinada es difícil de usar para el paciente. En una realización adicional, el sistema puede determinar una nueva distancia entre el paciente y la pantalla después de que el paciente aporte una entrada con respecto a si la entrada determinada es difícil de usar para el paciente.

En otra realización ejemplar, el sistema o el terminal de paciente pueden utilizar espejos para simular una distancia mayor o menor entre el paciente y la pantalla computarizada, tal como es convencional en la tecnología de proyección, o, por ejemplo, en el consultorio de un optometrista. En una realización ejemplar adicional, los espejos son ajustables en base a la ubicación del paciente, de manera que el paciente pueda moverse y los espejos puedan ajustarse para tener en cuenta el movimiento para mantener la misma distancia simulada.

En una realización ejemplar adicional, el sistema puede consultar al paciente por el tamaño y el género de su zapato y, usando esa información, puede hacer que el paciente estime su distancia desde la pantalla computarizada a través de la medición de talón a punta e introduzca esa distancia en el sistema. En una realización ejemplar alternativa, el sistema puede indicarle al paciente que se aleje una cantidad determinada de distancias de talón a punta desde la pantalla computarizada, colocando al paciente a una distancia bastante precisa desde la pantalla computarizada.

Con referencia ahora a la realización ilustrada en la Fig. 7A, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. En esta etapa del proceso, el sistema presenta la pantalla 200 y la barra de progreso indica que el paciente se encuentra actualmente en la sección 206 Prueba Ocular. El rastreador 302, 304 ocular indica que se está examinando el ojo 302 izquierdo. Para los sistemas con cámaras, el sistema proporciona un cuadro 708 de calibración con una estimación de la distancia del paciente desde la cámara/pantalla computarizada. En una realización, el sistema usa la distancia medida por la cámara del paciente desde la pantalla para determinar un tamaño de fuente o un tamaño de icono a mostrar al paciente como parte de la figura 710.

Las instrucciones 706 escritas indican: "Cubra su ojo derecho. Mueva su cara a 71,12 cm (28 pulgadas) desde la pantalla. Haga clic en "Puedo ver" cuando apenas puedas reconocer las letras desde esa distancia. ¡NO ESPERE HASTA QUE LAS VEA CLARAS! Use + y - para asegurar que las letras sean apenas reconocibles". Las instrucciones escritas se refieren a la figura 710, que en esta realización es una serie de letras. Debería apreciarse que cualquier clase o número adecuado de señales visuales, símbolos, formas o iconos puede componer la figura 710, tal como letras, números, imágenes o similares. Tal como se muestra en la Fig. 7A, el sistema proporciona iconos 712 y 716 seleccionables por el paciente para ajustar la figura hasta que el paciente vea la figura como apenas capaz de distinguir las letras de la figura. Cuando el paciente ve la figura y apenas puede distinguir las letras, el paciente selecciona el icono 414 seleccionable por el paciente. En una realización, la figura 710 empieza lo suficientemente pequeña como para que el paciente no pueda ver claramente las figuras, y el paciente debe aportar al menos una entrada para aumentar el tamaño de la figura hasta que apenas pueda distinguirla. En otra realización, mostrada en la Fig. 7B, la figura empieza lo suficientemente grande como para que el paciente la vea claramente, y el paciente debe aportar al menos una entrada para disminuir el tamaño de la figura solo hasta que la figura ya no pueda distinguirse.

El sistema determina una medición de esfera a partir de al menos una entrada desde una prueba ocular de "pequeño a grande". El sistema determina otra medición de esfera a partir de al menos una entrada de una prueba ocular de

"grande a pequeño". Tal como se ha descrito anteriormente, la prueba ocular de "pequeño a grande" y la prueba ocular de "grande a pequeño" pueden realizarse cualquier número de veces, en cualquier orden, para cada ojo, resultando cada prueba ocular en una medición de esfera determinada a partir de la al menos una entrada del paciente. En una realización, el sistema puede realizar solo la prueba ocular de "pequeño a grande", y no la prueba ocular de "grande a pequeño". En otra realización, el sistema puede realizar solo la prueba ocular "grande a pequeño", y no la prueba ocular de "pequeño a grande". Una o ambas pruebas oculares pueden realizarse una o más veces por cada ojo del paciente. Cuando el sistema ha proporcionado todas las instancias de la prueba ocular a ambos ojos, el sistema promedia las mediciones de la esfera a partir de las instancias de la prueba ocular para determinar una medición de esfera final. Debería apreciarse que el sistema puede determinar no usar una medición de esfera determinada en la medición de esfera final si es una unidad de medición alejada de manera estadísticamente significativa del promedio de las mediciones de esfera resultantes restantes. En una realización, el sistema toma la media de las mediciones de esfera resultantes como la medición de esfera final.

Debería apreciarse que el sistema puede ajustar el tamaño de la figura de cualquier manera adecuada, a cualquier velocidad adecuada y a cualquier incremento adecuado. En una realización, el sistema aumenta automáticamente (para la prueba de "pequeño a grande") o disminuye (para la prueba de "grande a pequeño") la figura antes de permitir que el paciente aporte una entrada. En otra realización, el sistema empieza automáticamente a aumentar o disminuir la figura, y continúa aumentando o disminuyendo la figura hasta que el paciente aporta una entrada para detener el aumento o la disminución. En una realización adicional, el paciente puede ajustar adicionalmente el tamaño de la figura aportando al menos una entrada. En otra realización adicional, el paciente puede no ajustar adicionalmente el tamaño de la figura no aportando ninguna entrada. En otra realización, el sistema no aumenta ni disminuye la figura antes de recibir al menos una entrada desde el paciente.

Debería apreciarse que las realizaciones descritas anteriormente de la presente divulgación pueden implementarse según o junto con uno o más de entre una diversidad de diferentes tipos de sistemas, tales como, pero sin limitarse a, los descritos a continuación.

Con referencia ahora a las Figs. 8A, 8B, 8C y 8D, en las mismas se ilustra otra realización de la presente divulgación, en la que el sistema muestra al menos un diagrama 800 de bloques de colores y permite que un paciente aporte al menos una entrada para seleccionar una parte de apariencia más definida del diagrama, en la que la entrada corresponde a una determinación de que el paciente es miope o hipermetrope (si no usa lentes correctoras), está sobre- o sub-corregido (si usa lentes correctoras), etc. El diagrama 800 de bloques de colores puede presentarse una, dos o más veces en una serie, para cada ojo. El diagrama 800 de bloques de colores puede ser el mismo o ligeramente diferente para cada presentación al paciente. En los ejemplos mostrados en las Figs. 8A, 8B, 8C y 8D, los diagramas 800 de bloques de colores son ligeramente diferentes.

El diagrama 800 de bloques de colores tiene al menos dos partes, mostradas como la parte 802 y la parte 804. En la realización mostrada en las Figs. 8A-D, las partes 802 y 804 son semicírculos que tienen un color de fondo. En los ejemplos mostrados en las Figs. 8A-D, la parte 802 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 804 tiene un color de fondo más apagado. Una persona experta en la técnica debería apreciar que puede usarse cualquier color más brillante y más apagado adecuado como color de fondo de las partes 802 y 804, respectivamente. En una realización, la parte 802 tiene un fondo perteneciente a la familia de colores verdosos (que incluye los diversos colores verde, desde oscuro a claro, brillante a oscuro y mezclado con otros colores, es decir, amarillo-verde o azul-verde), mientras que la parte 804 tiene un fondo perteneciente a la familia de colores rojizos (que incluye los diversos colores rojo, desde oscuro a claro, brillante a oscuro y mezclado con otros colores, es decir, púrpura-rojo o rojo-naranja). En otra realización, la parte 802 tiene un fondo perteneciente a la familia de colores amarillentos, mientras que la parte 804 tiene un fondo perteneciente a la familia de colores púrpura.

Las partes 802 y 804 incluyen además múltiples líneas de diversas longitudes 806 que, cuando se colocan cerca unas de otras y se ven desde una distancia corta, parecen como una forma de punta de flecha. En cada una de las Figs. 8A-D, las direcciones de las flechas están orientadas en direcciones opuestas entre sí y están compuestas por líneas 806 horizontales o verticales. Una persona experta en la técnica debería apreciar que puede usarse cualquier número adecuado de líneas (rectas o curvas, en cualquier densidad adecuada), dispuestas en cualquier dirección adecuada, que conformen cualquier forma agregada adecuada. En otra realización adicional, las longitudes 806 pueden reemplazarse por formas sólidas o semisólidas, tales como círculos, cuadrados, triángulos, letras, números, etc. Debería apreciarse además que las partes 802 y 804 pueden ser formas distintas de semicírculos, tales como semicuadrados, semitriángulos, etc.

Tal como se ha descrito anteriormente, el diagrama 800 de bloques de colores, en una o más de sus configuraciones, puede usarse para determinar si un paciente es miope o hipermetrope si no usa lentes correctoras. El sistema puede indicar al paciente que se quite las lentes correctoras, tales como gafas o lentes de contacto, antes de usar el sistema. El sistema presenta un diagrama de bloques de colores a un ojo del paciente y permite que el paciente aporte una entrada con respecto a cuál de las partes de la flecha parece más distinta a su ojo no corregido. En una realización, el



paciente puede seleccionar que la parte 802 con el fondo más brillante se ve más distinta (es decir, más nítida o más definida), que la parte 804 con el fondo más opaco se ve más distinta o que las flechas en las partes 802 y 804 sean casi igualmente distintas. En general, una selección que indica que la parte 802 con el fondo más brillante es más distinta que la parte 804 con el fondo más apagado sugiere que el paciente es hipermetrope. En general, una selección que indica que la parte 804 con el fondo más apagado es más clara que la parte 802 con el fondo más brillante sugiere que el paciente es miope. Una persona experta en la técnica debería apreciar que la realización de dos o más exámenes por cada ojo con diagramas de bloques de colores que tienen flechas que apuntan en diferentes direcciones ayudará a mitigar cualquier error subjetivo del paciente. En una realización, al paciente se le presentan las Figs. 8A a 8D en cualquier orden, para su primer ojo, a continuación, las Figs. 8A a 8D, en cualquier orden, para su segundo ojo. El sistema usa los resultados de uno, dos, tres, cuatro o más exámenes de diagrama de bloques de colores para determinar la miopía o hipermetropía del paciente.

Debería apreciarse que las pruebas mostradas a modo de ejemplo en las Figs. 8A a 8D pueden usarse también para determinar si un paciente está sobre-correcto o sub-correcto si se realizan mientras el paciente usa lentes correctoras. En una realización ejemplar, el paciente realiza las mismas etapas descritas anteriormente, individualmente para cada ojo, mientras usa sus lentes correctoras. En esta realización ejemplar, una selección que indica que la parte 802 con el fondo más brillante es más distinta que la parte 804 con el fondo más opaco sugiere que el paciente está sobre-correcto con sus lentes correctoras actuales, mientras que una selección que indica que la parte 804 con el fondo más opaco es más distinta que la parte 802 con el fondo más brillante sugiere que el paciente está sub-correcto por sus lentes correctoras actuales.

Con referencia ahora a la Fig. 9A, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 9A es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 900 de líneas y permite que un paciente aporte al menos una entrada para afectar la rotación del diagrama de líneas, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje. En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 9A, el diagrama 900 de líneas es una línea o un rectángulo largo y delgado sobre un fondo sólido. El rectángulo/línea está compuesto por partes 902 y 904 alternas. Las partes 902 y 904 alternas son de diferentes colores. En la realización de la Fig. 9A, la parte 902 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 904 tiene un color de fondo más apagado. Una persona experta en la técnica debería apreciar que puede usarse cualquier color más brillante y más apagado adecuado como el color de fondo de las partes 902 y 904, respectivamente. En una realización, la parte 902 tiene un fondo perteneciente a la familia de colores verdosos (que incluye los diversos colores verde, desde oscuro a claro, brillante a oscuro y mezclado con otros colores, es decir, amarillo-verde o azul-verde), mientras que la parte 904 tiene un fondo perteneciente a la familia de colores rojizos (que incluye los diversos colores rojo, desde oscuro a claro, brillante a oscuro y mezclado con otros colores, es decir, púrpura-rojo o rojo-naranja). En otra realización, la parte 902 tiene un fondo perteneciente a la familia de colores amarillentos, mientras que la parte 904 tiene un fondo perteneciente a la familia púrpura.

Las partes 902 y 904 alternas pueden tener cualquier forma o tamaño adecuado. Por ejemplo, en la Fig. 9A, las partes 902 y 904 alternas son cuadrados que forman el rectángulo/línea del diagrama 900 de líneas, sin ningún espacio entre las partes. Una persona experta en la técnica debería apreciar que pueden usarse dos o más partes alternas.

El sistema presenta el diagrama 900 de líneas al paciente. En una realización, el sistema empieza a girar el diagrama 900 alrededor de su centro. En otra realización, el paciente aporta una entrada para empezar la rotación del diagrama 900 alrededor de su centro. La rotación es lo suficientemente lenta como para que el paciente pueda identificar los cambios. En una realización, el paciente puede aportar una entrada para acelerar o ralentizar la rotación del diagrama 900. En otra realización, el diagrama 900 no gira automáticamente, y el paciente debe aportar una entrada correspondiente a cada rotación del diagrama 900.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que el uso de un diagrama de líneas, tal como el diagrama 900 de líneas, puede usarse para determinar la prescripción de eje de un paciente con una precisión de 1°. Debido a que el efecto de un astigmatismo es el de distorsionar o estirar la visión de un paciente a lo largo de un eje, cuando el diagrama 900 de líneas está cerca o en el eje de astigmatismo del paciente, las partes 902 y 904 alternas se difuminarán entre sí y aparecerán como un color diferente de cualquiera de las partes individualmente. En una realización ejemplar en la que la parte 902 es verde y la parte 904 es roja, la línea aparece amarilla en o cerca del eje del astigmatismo del paciente. Una persona experta en la técnica debería apreciar que, si el paciente no tiene astigmatismo, la línea no parecerá cambiar de color.

El eje de rotación del diagrama 900 de líneas está compuesto por ángulos que varían de 0 grados a 360 grados. Sin embargo, en una prescripción óptica, los ángulos se escriben con valores comprendidos entre 0 grados y 180 grados. De esta manera, una persona experta en la técnica apreciará que los ángulos 0° y 180° son iguales, 170° y 350° son iguales, 100° y 280° son iguales y así sucesivamente. La línea del eje se extiende por debajo del punto de 180°, y es por eso que los ángulos por encima de 180° tienen también una equivalencia correspondiente por debajo de 180°.



En una realización del sistema de la presente divulgación, el sistema presenta al paciente el diagrama 900 de líneas, que puede girar por orden del sistema o del paciente, tal como se ha descrito anteriormente. El paciente que ve el diagrama con un ojo corregido cada vez, está habilitado para aportar una entrada correspondiente a cuando ve que la línea parece cambiar de color. En una realización, se avisa al paciente de que no aporte una entrada que indique que la línea no ha cambiado de color hasta que se hayan completado al menos una o más rotaciones completas de la línea. En otra realización, una vez que un paciente aporta una entrada que indica que la línea ha parecido cambiar de color, el paciente puede aportar entradas de ajuste fino adicionales que causan pequeñas rotaciones en la línea hasta que el paciente aporte otra entrada correspondiente al ángulo en el que el color cambiado aparece más claramente (es decir, más fuerte, más oscuro o más claro). En una realización, las entradas de ajuste fino causan una rotación de 1°. Una persona experta en la técnica debería apreciar que pueden usarse otros incrementos de ajuste fino, tales como 2°, 5° o 10°. Debido a que las técnicas convencionales de determinación subjetiva del eje usan incrementos de 10°, y debido a que un astigmatismo puede estar a lo largo de cualquier eje (en cualquier grado), cualquier incremento inferior a 10° debería producir una determinación más precisa que el sistema de foróptero usado por los profesionales del cuidado de la vista en un consultorio. El ángulo seleccionado por la entrada correspondiente al ángulo en el que el color cambiado aparece más claramente es la prescripción de eje del paciente. A continuación, el sistema repite el proceso para el otro ojo no corregido del paciente.

En una realización, el sistema permite al paciente aportar una entrada que refleja que la línea no pareció cambiar de color. Una persona experta en la técnica debería apreciar que dicha entrada sugeriría que el paciente no tiene astigmatismo en ese ojo. En una realización adicional, el sistema le proporciona al paciente una prueba de eje adicional para ese ojo, tal como la descrita en la Fig. 3. En una realización adicional diferente, el sistema permite al paciente omitir la prueba de cilindro e ir directamente a una prueba de eje para el otro ojo, u otro tipo de prueba, tal como la prueba de potencia.

Con referencia ahora a la Fig. 9B, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 9B es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 906 de líneas y permite a un paciente aportar al menos una entrada para afectar a la separación o al tamaño de diversas partes del diagrama 906 de líneas, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que el uso de un diagrama de líneas, tal como el diagrama 906 de líneas, puede usarse para determinar con precisión la prescripción de cilindro de un paciente. Debido a que el efecto de un astigmatismo es distorsionar o estirar la visión de un paciente a lo largo de un eje, cuando las partes alternas se estiran para corresponder a la gravedad del astigmatismo del paciente, el ojo del paciente será capaz una vez más de resolver las partes alternas en sus colores reales. Una persona experta en la técnica debería apreciar que, si el paciente no tiene astigmatismo, la línea solo aparecerá con las partes alternas en sus colores reales.

El diagrama 906 de líneas mostrado en la realización ejemplar de la Fig. 9B es diferente de la Fig. 9A en el sentido de que se usa para determinar la gravedad del astigmatismo para un paciente. Si se ha determinado previamente que el paciente tiene un eje de astigmatismo, esta es la siguiente prueba para determinar cuánto astigmatismo tiene ese individuo. El diagrama 906 de líneas se muestra primero en el ángulo de astigmatismo que se determinó en la prueba de determinación de eje descrita con referencia a la Fig. 9A, y tiene partes 902 y 904 alternas, similares a las descritas anteriormente con referencia a la Fig. 9A. Tal como se confirmó anteriormente durante la prueba descrita con referencia a la Fig. 9A, el diagrama 906 de líneas debería aparecer como un color diferente al de las partes 902 y 904 alternas. En el ejemplo en el que las partes 902 y 904 alternas son verdes y rojas, respectivamente, el diagrama 906 de líneas en el eje de astigmatismo para el paciente que está siendo sometido a la prueba debería aparecer amarillo para el paciente.

El sistema presenta el diagrama 906 de líneas a un ojo no corregido de un paciente cada vez. En una realización, el sistema aumenta automáticamente el tamaño (es decir, la longitud y/o la anchura) de las partes 902 y 904 alternas hasta que el paciente aporte una entrada que indica que puede ver de nuevo los colores de las partes alternas. El paciente está habilitado para aportar entradas de ajuste fino para cambiar el tamaño de las partes alternas hasta el tamaño en el que puede ver por primera vez los colores alternos. En una realización en la que el diagrama 906 de líneas aparece por primera vez en amarillo para un paciente a pesar de que las partes 902 y 904 son verdes y rojas, respectivamente, el paciente aportaría una entrada cuando empiece a ver de nuevo las partes 902 y 904 verde y roja. En otra realización, el sistema no cambia automáticamente el tamaño de las partes alternas y permite que el paciente aporte entradas correspondientes a todos los cambios de tamaño.

En otra realización, el sistema empieza aumentado el espacio entre las partes 902 y 904 alternas hasta que el paciente aporte una entrada que indica que puede ver de nuevo los colores de las partes alternas. El paciente está habilitado para aportar entradas de ajuste fino para cambiar la separación de las partes alternas hasta el tamaño en el que puede ver por primera vez los colores alternos. En otra realización, el sistema no cambia automáticamente la separación de las partes alternas y permite que el paciente aporte entradas correspondientes a todos los cambios de separación.

Una persona experta en la técnica debería apreciar que los cambios de tamaño y de separación pueden realizarse en la misma prueba, al mismo tiempo o secuencialmente en cualquier orden. En una realización ejemplar, el tamaño de las partes 902 y 904 alternas cambia hasta que el paciente aporta una entrada, momento en el cual el sistema permite que el paciente aporte entradas de ajuste fino que afectan al tamaño, la separación o ambos, de las partes alternas. En otra realización ejemplar, la separación de las partes 902 y 904 alternas cambia hasta que el paciente aporta una entrada, momento en el cual el sistema permite que el paciente aporte entradas de ajuste fino que afectan a la separación, al tamaño o ambos, de las partes alternas. El sistema determina la gravedad del astigmatismo o la prescripción de cilindro del paciente a partir del tamaño y/o de la separación final de las partes alternas. A continuación, el sistema repite el proceso para el otro ojo no corregido del paciente.

Con referencia ahora a las Figs. 10A y 10B, en las mismas se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 10A es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 1101 de líneas y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro. La Fig. 10B es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación en la que la figura de 10A es giratoria para alinearse con el eje determinado del astigmatismo de un paciente.

En la realización ejemplar mostrada en las Figs. 10A y 10B, el diagrama 1001/1004 de líneas es una serie de líneas o rectángulos delgados y largos sobre un fondo sólido. La serie de líneas incluye líneas de diferentes tamaños. En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 10A, las líneas aumentan de tamaño cuando se observan desde la parte superior del diagrama 1001 a la parte inferior del diagrama 1001. Los rectángulos/líneas están formados por partes 1002 y 1003 alternas. Las partes 1002 y 1003 alternas son de diferentes colores, una más brillante y la otra más opaca, similares a las partes 902 y 904 alternas descritas anteriormente. En la realización de la Fig. 10A, la parte 1003 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 1002 tiene un color de fondo más opaco.

Una persona experta en la técnica debería apreciar que el tamaño de las líneas o las partes alternas, y la separación entre las líneas o las partes alternas puede ser cualquier cantidad adecuada. Por ejemplo, las Figs. 10A y 10B muestran las líneas separadas por un espacio, pero las partes alternas de cada línea son inmediatamente adyacentes. En otra realización ejemplar, las partes alternas pueden tener espacio entre las mismas y las líneas pueden ser inmediatamente adyacentes.

El sistema presenta el diagrama 1001 o 1104 de líneas a un ojo no corregido de un paciente cada vez. El paciente está habilitado para aportar al menos una entrada para seleccionar una o más líneas que parecen diferentes en color con relación a las líneas restantes. En una realización ejemplar en la que la parte 1003 es verde y la parte 1002 es roja, una línea de partes alternas parece amarilla bajo el cilindro, o la gravedad de astigmatismo del astigmatismo del paciente. La selección puede conseguirse de cualquier manera adecuada, tal como seleccionando y haciendo clic en una línea, o en un botón que representa una línea, tal como los botones 1000.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que el uso de un diagrama de líneas, tal como los diagramas 1001 y 1004 de líneas, puede usarse para determinar con precisión la prescripción de cilindro de un paciente. Debido a que el efecto de un astigmatismo es distorsionar o estirar la visión de un paciente a lo largo de un eje, cuando las partes alternas se estiran para corresponder a la gravedad del astigmatismo del paciente, el ojo del paciente podrá una vez más resolver las partes alternas en sus colores reales. Una persona experta en la técnica debería apreciar que, si el paciente no tiene astigmatismo, las líneas solo aparecerán con las partes alternas en sus colores reales.

Con referencia ahora a la Fig. 11B, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 11B es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 1105 de semicírculos concéntricos y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje y/o cilindro.

En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 11B, el diagrama 1105 de semicírculos es un semicírculo sobre un fondo sólido. El semicírculo está compuesto por partes 1107 y 1108 alternas, dispuestas en semicírculos concéntricos. Las partes 1107 y 1108 alternas son de diferentes colores, una más brillante y la otra más opaca, similares a las partes 902 y 904 alternas descritas anteriormente. En la realización de la Fig. 11B, la parte 1108 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 1107 tiene un color de fondo más apagado.

Las partes 1107 y 1108 alternas pueden tener cualquier forma o tamaño adecuado, con cualquier separación adecuada entre las mismas. Por ejemplo, en la Fig. 11B, las partes 1107 y 1108 alternas son partes rectangulares curvas concéntricas que forman el semicírculo del diagrama 1105, sin ningún espacio entre las partes. Una persona experta en la técnica debería apreciar que pueden usarse dos o más partes alternas. En la realización ejemplar de la Fig. 11B, el diagrama 1105 semicircular está dividido en cuñas por las líneas 1009 de radio. Debería apreciarse que las líneas de radios pueden colocarse a cualquier distancia angular adecuada unas de otras, tal como a 1, 2, 5, 10 o 30 grados, o en incrementos de otros grados. Es preferible que la distancia angular sea divisible uniformemente en 180

grados. Tal como se muestra en la Fig. 11B, las líneas 1009 de radio se colocan separadas 20 grados.

El sistema presenta el diagrama 1105 de semicírculos a un ojo no corregido de un paciente cada vez. El paciente puede aportar al menos una entrada para seleccionar una o más cuñas que se vean con un color diferente con relación a las cuñas restantes. La selección puede conseguirse de cualquier manera adecuada, tal como seleccionando y haciendo clic en una cuña, o un botón que representa una cuña, tal como los botones 1106.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que el uso de un diagrama de semicírculos, tal como el diagrama 1105 de semicírculos, puede usarse para determinar la prescripción de eje de un paciente. Debido a que el efecto de un astigmatismo es distorsionar o estirar la visión de un paciente a lo largo de un eje, en la parte del diagrama de semicírculos cercana al eje de astigmatismo del paciente, las partes 1107 y 1108 alternas se difuminarán y aparecerán como un color diferente con relación a cualquiera de las partes individualmente. En una realización ejemplar en la que la parte 1108 es verde y la parte 1107 es roja, una parte de una cuña aparece amarilla en o cerca del eje del astigmatismo del paciente. Una persona experta en la técnica debería apreciar que un mayor desenfoque de los colores lejos del centro del diagrama circular indica una medición más severa del cilindro de astigmatismo. Una persona experta en la técnica debería apreciar que, si el paciente no tiene astigmatismo, ninguna de las partes de las cuñas parecerá cambiar de color.

Con referencia ahora a la Fig. 12b, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 12B es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 1205 de radios y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje aproximada.

En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 12B, el diagrama 1205 de radios es una serie de líneas, o rectángulos delgados y largos sobre un fondo sólido, dispuestos como líneas de radio sobre un fondo 1209 semicircular oscuro. En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 12B, las líneas tienen aproximadamente el mismo tamaño. Los rectángulos/líneas están formados por partes 1207 y 1208 alternas. Las partes 1207 y 1208 alternas tienen diferentes colores, una más brillante y la otra más opaca, similares a las partes 902 y 904 alternas descritas anteriormente. En la realización de la Fig. 12B, la parte 1207 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 1208 tiene un color de fondo más opaco.

El sistema presenta el diagrama 1205 de radios a un ojo no corregido de un paciente cada vez. El paciente está habilitado para aportar al menos una entrada para seleccionar una o más líneas que parecen de color diferente con relación a las líneas restantes. En una realización ejemplar en la que la parte 1207 es verde y la parte 1208 es roja, una línea de partes alternas aparece amarilla en o cerca del eje del astigmatismo del paciente. La selección puede conseguirse de cualquier manera adecuada, tal como seleccionando y haciendo clic en una línea, o un botón que representa una línea, tal como los botones 1206.

Con referencia ahora a la Fig. 11A, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 11a es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra el diagrama 1002 de radios finos, que es una parte angular más pequeña del diagrama 1205 de radios, y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de eje precisa.

En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 11A, el diagrama 1102 de radios es una serie de líneas, o rectángulos delgados y largos sobre un fondo sólido, dispuestas como líneas de radio sobre una parte de un fondo semicircular oscuro. En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 11A, las líneas tienen aproximadamente el mismo tamaño. Los rectángulos/líneas están formados por partes 1103 y 1104 alternas. Las partes 1103 y 1104 alternas tienen colores diferentes, una más brillante y la otra más opaca, similares a las partes 902 y 904 alternas descritas anteriormente. En la realización de la Fig. 11A, la parte 1104 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 1103 tiene un color de fondo más apagado.

El sistema presenta el diagrama 1102 de radios a un ojo no corregido de un paciente cada vez. El paciente está habilitado para aportar al menos una entrada para seleccionar una o más líneas que parecen diferentes en color que las líneas restantes. En una realización ejemplar en la que la parte 1104 es verde y la parte 1103 es roja, una línea de partes alternas parece amarilla en o cerca del eje del astigmatismo del paciente. La selección puede conseguirse de cualquier manera adecuada, tal como seleccionando y haciendo clic en una línea, o un botón que representa una línea, tal como los botones 1101. Una persona experta en la técnica debería apreciar que el diagrama 1102 de radios finos representa la parte del diagrama 1205 de radios gruesos que el paciente ha seleccionado previamente como de color diferente que las otras partes del diagrama. Debería apreciarse además que el diagrama 1102 de radios finos usa incrementos angulares más pequeños entre las líneas de radio para proporcionar una determinación del eje angular más precisa. En otra realización ejemplar, el paciente puede seleccionar primero una cuña desde el diagrama 1105 de semicírculos, a continuación, puede usar el diagrama 1102 de ejes finos para un ajuste fino de la determinación del eje.

En dicho ejemplo, la parte angular usada en el diagrama 1102 correspondería a la sección o secciones de cuña seleccionadas por el paciente como diferentes del resto de las cuñas en 1105.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que el uso de un diagrama de radios, tal como los diagramas 1102 y 1205 de radios, puede usarse para determinar con precisión la prescripción de eje de un paciente. Debido a que el efecto de un astigmatismo es distorsionar, o estirar, la visión de un paciente a lo largo de un eje, en la parte del diagrama de radios cercana al eje de astigmatismo del paciente, las partes 1103 y 1104 alternas del diagrama 1102, y las partes 1207 y 1208 del diagrama 1205 se difuminarán entre sí y aparecerán como un color diferente que cualquiera de las partes individualmente. Una persona experta en la técnica debería apreciar que, si el paciente no tiene astigmatismo, ninguna de las líneas parecerá cambiar de color. Se apreciará además que puede usarse cualquier tamaño, separación o forma adecuados de las partes alternas siempre y cuando estén a lo largo de los diversos ejes.

Con referencia ahora a la Fig. 12A, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 12A es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 1201 de líneas y permite que un paciente aporte al menos dos entradas, en la que las al menos dos entradas corresponden a una medición de cilindro.

En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 12A, el diagrama 1201 de líneas es una línea o un rectángulo largo y delgado sobre un fondo oscuro sólido. El rectángulo/línea está compuesto por partes 1202 y 1203 alternas. Las partes 1202 y 1203 alternas tienen diferentes colores, una más brillante y la otra más opaca, similares a las partes 902 y 904 alternas descritas anteriormente. En la realización de la Fig. 12A, la parte 1202 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 1203 tiene un color de fondo más opaco.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que, cuando un paciente con astigmatismo ve un diagrama como el 1201, verá una línea doble, o dos líneas, en lugar de la única línea presentada en el diagrama. El presente solicitante ha encontrado además sorprendentemente que la cantidad de distancia entre las dos líneas que aparecen corresponde a la medición de cilindro del paciente. Debería apreciarse que un paciente sin astigmatismo solo verá la única línea.

El sistema muestra el diagrama 1201 de líneas a un ojo no corregido de un paciente cada vez. El paciente puede aportar al menos dos entradas para seleccionar el borde de una primera línea aparente y para seleccionar el borde de la segunda línea aparente, tal como se muestra mediante las flechas 1200 y 1204 en la Fig. 12A. De esta manera, el paciente está identificando la distancia entre las dos líneas aparentes. El paciente puede seleccionar también que solo ve una línea, lo que indica que no tiene astigmatismo o que el tamaño de las partes alternas está por encima del eje de su cilindro. En dicho ejemplo, el sistema puede volver a presentar el diagrama 1201 con partes alternas más pequeñas. La selección de los puntos de inicio y final de las dos líneas aparentes puede conseguirse de cualquier manera adecuada.

Con referencia ahora a la Fig. 13, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 13 es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, en la que el sistema muestra un diagrama 1304 de líneas y permite que un paciente aporte al menos una entrada, en la que la al menos una entrada corresponde a una medición de cilindro.

En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 13, el diagrama 1304 de líneas es una línea, o un rectángulo delgado y largo sobre un fondo sólido, en el que la anchura y la altura de la línea aumentan cuando se observa de izquierda a derecha. El rectángulo/línea está compuesto por partes 1301 y 1302 alternas. Las partes 1301 y 1302 alternas tienen diferentes colores, uno más brillante y el otro más opaco, similares a las partes 902 y 904 alternas descritas anteriormente. En la realización de la Fig. 13, la parte 1302 tiene un color de fondo más brillante, mientras que la parte 1301 tiene un color de fondo más opaco. Debería apreciarse que cualquier disposición adecuada de líneas de diferentes tamaños es apropiada. Por ejemplo, la anchura y la altura de la línea pueden disminuir de izquierda a derecha, o la línea puede estar orientada verticalmente (o en cualquier ángulo con relación a la horizontal) en lugar de horizontalmente. En otro ejemplo, puede haber un espacio entre los segmentos de línea de diferentes tamaños. En la realización ejemplar mostrada en la Fig. 13, no hay espacio entre los segmentos de línea de diferentes tamaños.

El sistema muestra el diagrama 1304 de líneas a un ojo no corregido de un paciente cada vez. El paciente está habilitado para aportar al menos una entrada para seleccionar uno o más segmentos de línea que parecen diferentes en color con relación a las líneas restantes. En una realización ejemplar en la que la parte 1302 es verde y la parte 1301 es roja, un segmento de línea de partes alternas parece amarillo bajo el cilindro, o la gravedad de astigmatismo del astigmatismo del paciente. La selección puede conseguirse de cualquier manera adecuada, tal como seleccionando y haciendo clic en un segmento de línea, o un botón que representa un segmento de línea, tal como los botones 1303.

El presente solicitante ha encontrado sorprendentemente que el uso de un diagrama de líneas, tal como el diagrama 1304 de líneas, puede usarse para determinar con precisión la prescripción de cilindro de un paciente. Debido a que el

efecto del astigmatismo es distorsionar o estirar la visión de un paciente a lo largo de un eje, cuando las partes alternas se estiran para corresponder a la gravedad del astigmatismo del paciente, el ojo del paciente podrá resolver una vez más las partes alternas en sus colores reales. Una persona experta en la técnica debería apreciar que, si el paciente no tiene astigmatismo, las líneas solo aparecerán con las partes alternas en sus colores reales.

Con referencia ahora a las Figs. 14A-D, en las mismas se ilustran otras realizaciones de la presente divulgación. Las Figs. 14A-D son capturas de pantalla de realizaciones ejemplares del sistema de la presente divulgación que demuestran que las partes alternas pueden tener diferentes tamaños o espacios, pero aun así obtienen la misma determinación en la determinación de la gravedad del astigmatismo. De la Fig. 14A a la Fig. 14D, la separación entre las partes alternas aumenta. Sin embargo, siempre y cuando se conozcan el tamaño y la separación, el sistema puede utilizar cada una de las Figs. 14A a 14D.

Con referencia ahora a la Fig. 15, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 15 es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, que demuestra que las partes alternas pueden tener diferentes tamaños o separaciones, pero aun así obtienen la misma determinación del eje de astigmatismo. Compárese, por ejemplo, la Fig. 12B con la Fig. 15, que tiene partes alternas más grandes. Sin embargo, siempre y cuando se conozcan el tamaño y la separación, el sistema puede usar cada una de las Figs. 12B y 15.

Con referencia ahora a la Fig. 16, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 16 es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, que demuestra que una figura de determinación aproximada del eje de astigmatismo puede modificarse en tamaño y forma, y estirarse ligeramente, y todavía puede ser usada por el sistema para determinar un eje de astigmatismo para un paciente. Por ejemplo, la Fig. 16 muestra un ligero estiramiento horizontal en comparación con la figura perfectamente semicircular de la Fig. 11B. La Fig. 16 muestra también, a diferencia de la Fig. 11B, partes alternas más pequeñas y un mayor número de cuñas de la figura que no se juntan en un punto central de la figura semicircular.

En otra realización ejemplar, el sistema puede comprobar o confirmar el eje de astigmatismo de un paciente mostrando solo ciertos ejes. Por ejemplo, el sistema puede mostrar un conjunto de formas (tales como círculos) llenas de líneas de colores alternos (brillantes y opacos), tal como se ha descrito anteriormente. En esta realización ejemplar, todas las líneas en un círculo determinado serían del mismo eje, y las líneas en los círculos restantes podrían estar en otros ejes. El sistema permitiría al paciente aportar al menos una entrada para seleccionar un círculo que parezca borroso para cada uno de sus ojos no corregidos, sometidos a prueba individualmente. Por ejemplo, en el caso el que el color brillante se seleccione a partir de la familia verde y el color opaco se seleccione a partir de la familia roja, el paciente puede seleccionar el círculo que parece amarillo. En base a la al menos una entrada desde el paciente, el sistema puede determinar o confirmar la prescripción de eje del paciente. Por ejemplo, en una situación en la que la prueba se realiza para confirmar una prescripción, el sistema determinará si se confirma la prescripción comparando el eje del círculo o círculos seleccionados por el paciente con el eje que se determinó previamente. Si las mediciones de eje coinciden o son cercanas, entonces la prescripción se confirma. Debería apreciarse que el sistema puede usar cualquier número adecuado de formas, cualquier número adecuado de ejes y cualquier número adecuado de iteraciones de la prueba para comprobar inicialmente o para confirmar una prescripción de eje para un paciente.

En otra realización ejemplar, el sistema puede comprobar o confirmar la prescripción de cilindro de un paciente mostrando formas separadas. El presente solicitante ha descubierto sorprendentemente que las formas separadas situadas a lo largo del eje de astigmatismo del paciente y separadas de manera correspondiente al cilindro del paciente (o superior) parecerán tocarse cuando se observan con el ojo no corregido del paciente (cada ojo individualmente). Por ejemplo, el sistema puede mostrar dos o más puntos en una cuadrícula o cualquier otro patrón adecuado, donde al menos dos de los puntos están separados a lo largo del eje de astigmatismo del paciente. El sistema permitiría al paciente aportar al menos una entrada para seleccionar o si no identificar los puntos que parecen tocarse para cada uno de sus ojos no corregidos, sometidos a prueba individualmente. En base a la al menos una entrada del paciente, el sistema puede determinar o confirmar la prescripción de cilindro del paciente, donde la distancia real entre los puntos que para el ojo no corregido del paciente parecen tocarse corresponde a una medición de cilindro. Por ejemplo, en una situación en la que la prueba se realiza para confirmar una prescripción, el sistema determinará si se confirma la prescripción comparando el cilindro de los puntos seleccionados por el paciente con el cilindro que se determinó previamente. Si las mediciones de cilindro coinciden o son cercanas, se confirma la prescripción. Debería apreciarse que el sistema puede utilizar cualquier número adecuado de formas, cualquier número adecuado de ejes, cualquier color adecuado y cualquier número adecuado de iteraciones de la prueba para probar inicialmente o confirmar una prescripción de cilindro para un paciente. Debería apreciarse además que las formas separadas pueden estar separadas a intervalos diferentes, o que puede usarse más de una pantalla (con intervalos variables entre las formas) para un ajuste fino de la determinación de cilindro.

Debería apreciarse que todas las pruebas de determinación de astigmatismo descritas con referencia a las Figs. 9A a 16 pueden consistir en partes alternas en cualquier forma adecuada, que incluyen, pero sin limitarse a, los cuadrados y

rectángulos representados en las figuras, y cualquier número o combinación adecuada de colores alternos en cualquier familia de colores adecuada. Debería apreciarse además que, cuando un paciente no puede ver un cambio de color con relación a las otras figuras mostradas, puede deberse a uno de los siguientes problemas: (1) el paciente no tiene astigmatismo; (2) el tamaño de las partes alternas mostradas corresponde a un error de cilindro mayor que el que tiene el paciente; y/o (3) el diagrama no está en el eje de astigmatismo del paciente. Para abordar la situación (1), el sistema puede permitir que un paciente aporte una entrada que indique que no tiene astigmatismo. Para abordar la situación (2), el sistema puede disminuir el tamaño de las partes alternas, volver a mostrar el diagrama y volver a consultar al paciente acerca de cualquier cambio de color percibido. Para abordar la situación (3), el sistema puede volver a determinar el eje presentando al paciente una prueba de eje igual o diferente.

Con referencia ahora a la Fig. 17, en la misma se ilustra otra realización de la presente divulgación. La Fig. 17 es una captura de pantalla de un ejemplo de una realización del sistema de la presente divulgación, que demuestra una posible configuración para una prueba de degeneración macular. Mediante el uso de dicha prueba, el sistema permite al paciente realizar un examen de las ubicaciones en las que ha perdido una cantidad parcial o total de visión. Tal como se conoce bien en la técnica, es una práctica estándar que los optometristas comprueben esto usando una cuadrícula simple en una hoja de papel (con líneas de izquierda a derecha y de arriba a abajo) con un centro marcado. Se indica al paciente que mire fijamente al centro con un ojo cada vez y dibuje con un lápiz cualquier área que parezca distorsionada, faltante o si no diferente del resto. El optometrista anota en el historial clínico del paciente qué partes de su retina están dañadas. Dicha prueba es útil para la degeneración macular, en la que los pacientes pierden su visión central, así como otros problemas de la retina, tales como la retinopatía diabética, en la que partes específicas de la visión se pierden o se vuelven borrosas. En contraste con este sistema de la técnica anterior, el sistema de la presente divulgación es más avanzado. El sistema muestra una figura que incluye un conjunto de líneas curvas. En la realización mostrada en la Fig. 17, la figura 1700 tiene líneas 1702 curvas generalmente semicirculares que se abren a la derecha y una región 1704 central. El sistema indica al paciente que enfoque en la región central con un solo ojo no corregido cada vez, y permite al paciente seleccionar cualquier línea que parezca tener partes borrosas o faltantes. De manera alternativa, el sistema permite al paciente seleccionar las partes de las líneas que parecen estar borrosas o faltantes. A continuación, el sistema muestra un conjunto similar de líneas curvas, pero esta vez con la abertura orientada hacia otra dirección, tal como la izquierda. En una realización, la segunda figura se muestra como abriéndose hacia el lado opuesto al de la primera figura. Debería apreciarse que la orientación de las líneas curvas puede diferir en forma o ángulo de vértice real, y puede ser cualquier forma o ángulo de vértice adecuado. El sistema aumenta la intensidad de las líneas o partes de líneas seleccionadas por el usuario y permite al paciente aportar al menos una entrada con respecto a si su visión mejora en esas áreas en base al aumento de la intensidad. Una persona experta en la técnica debería apreciar que la al menos una entrada corresponde a un nivel de aumento para esa región de la visión de un paciente, que corresponde a una ubicación particular en la retina del paciente que ha experimentado al menos alguna pérdida de visión. A continuación, el sistema puede usar el nivel de aumento determinado para la creación de lentes para crear una lente personalizada específica con niveles de aumento adicionales precisos en ciertas ubicaciones para ayudar a la capacidad global del paciente para ver a lo largo de todo su campo de visión. En una realización, el sistema puede usarse para realizar un seguimiento de la degeneración macular (u otra enfermedad degenerativa de la visión) en el hogar, y para supervisar los cambios a medida que progresan los cambios en la visión. Una persona experta en la técnica debería apreciar que dichas pruebas rutinarias son importantes para aquellos con problemas de visión o en riesgo de padecerlos, ya que un cambio repentino o un nivel umbral de cambio pueden ser perjudiciales y pueden necesitar una evaluación médica inmediata.

En otra realización ejemplar de una prueba de pérdida de visión, el sistema usa líneas rectas en lugar de las líneas curvas descritas anteriormente con referencia a la Fig. 17. En dicha realización ejemplar, la primera figura mostrada incluye líneas verticales, y el sistema permite que el paciente aporte al menos una entrada para seleccionar la línea o líneas, o partes de líneas que parecen distorsionadas o que tienen partes faltantes. A continuación, el sistema muestra líneas horizontales y permite al paciente aportar al menos una entrada para seleccionar la línea o líneas, o partes de líneas que parecen distorsionadas o que tienen partes faltantes. Una persona experta en la técnica debería apreciar que las líneas pueden ser de cualquier ángulo o formato, cualquier espesor o color, y pueden emplearse también con una combinación de líneas rectas y curvas, o una combinación de líneas semirrectas o modificadas en cualquier combinación adecuada, siempre y cuando el paciente pueda identificar, y el sistema sea capaz de determinar, las coordenadas de la sección o las secciones sobre la retina del paciente que se correlacionan con la falta o deterioro de la visión. Además, debería apreciarse que, si las líneas identificadas por el paciente son de un tipo de distorsión circular o pérdida de visión circular, un sistema como el descrito anteriormente puede identificar fácilmente ese tipo y, de esta manera, puede aislar cualquier cambio futuro en la pérdida de visión que difiera de las regiones originales. Un ejemplo de pérdida de visión ocurre en personas con cambios diabéticos o con degeneración macular avanzada. Los exámenes de la vista tradicionales típicamente solo supervisan estos cambios cada entre seis meses a un año y no permiten la realización de un análisis de progresión constante. En el sistema descrito por la presente divulgación, la prueba y el análisis pueden realizarse de manera fácil y conveniente, más frecuentemente, de manera que pueda detectarse cualquier cambio de una manera más precisa y urgente. Además, se contempla que dichos resultados de las pruebas puedan almacenarse y acumularse en una base de datos genérica de manera que el sistema pueda comparar los

datos de pérdida de visión de un paciente específico con los de la población general, analizando la pérdida de visión entre los puntos de datos del ojo derecho e izquierdo de un individuo con los intervalos del ojo derecho e izquierdo de toda la población o del conjunto de datos de pacientes almacenados en la base de datos del sistema.

En una realización, el sistema incluye determinar la desviación y, de esta manera, la calidad, de las lentes progresivas de un paciente. Las lentes progresivas, denominadas también lentes de adición progresiva (PAL), lentes de potencia progresiva, lentes de prescripción graduadas y lentes varifocales o multifocales, son lentes correctoras usadas en gafas para corregir la presbicia y otros trastornos. Las lentes progresivas incluyen al menos dos prescripciones diferentes en diferentes partes de la lente y un gradiente entre las mismas. En general, las lentes progresivas empiezan con la prescripción de distancia del paciente cerca de la parte superior de la lente y se gradúan a la prescripción de potencia adicional (o gafas de lectura) cerca de la parte inferior de la lente. El gradiente puede ser tan suave o largo como sea necesario para la comodidad del paciente. Sin embargo, la progresión de las prescripciones en estas lentes crea regiones de aberración lejos del eje óptico, causando desenfoque o desviación, que varía con relación a la calidad de la lente. Cuanto mayor sea la calidad de la lente, menor será el desenfoque, mientras que cuanto menor sea la calidad de la lente, mayor será el desenfoque. De esta manera, es ventajoso informar a los pacientes acerca del desenfoque inherente a las lentes progresivas, sus causas y opciones para disminuir el desenfoque y aumentar la claridad. En una realización ejemplar, el sistema muestra una figura. En una realización ejemplar adicional, la figura mostrada es una cuadrícula de líneas, similar a la mostrada en el número de referencia 408a en la Fig. 4A, o a la descrita anteriormente con referencia a la prueba de degeneración macular de la técnica anterior basada en optometrista. Debería apreciarse que el sistema puede llenar una pantalla computarizada completa con dicha cuadrícula, o una parte de la pantalla computarizada. El sistema indica al paciente que observe la figura mostrada con un ojo corregido (usando una lente progresiva) cada vez. El sistema permite al paciente aportar al menos una entrada para identificar áreas de distorsión o borrosidad. Debería apreciarse que puede habilitarse cualquier método adecuado de entrada de usuario, tal como delinear o dibujar con un cursor, una selección simple de tipo apuntar-y-hacer-clic, a través de una pantalla táctil, a través de un control remoto, mediante un control de voz o mediante otros dispositivos y métodos de entrada conocidos. A continuación, el sistema puede describir la cantidad de distorsión presente en la lente mediante un porcentaje simple (es decir, si el paciente selecciona el 5 por ciento de los bloques como distorsionados o borrosos, tendrían una distorsión del 5%) y aconseja al paciente qué reducción en el nivel de distorsión podría producir una lente de mayor calidad.

Debería apreciarse además que tanto la prueba de pérdida de visión como la prueba de verificación de lente progresiva descritas en los párrafos anteriores pueden ser empleadas por el sistema mostrando una simple imagen de cuadrícula de Amsler con líneas que se extienden hacia arriba y hacia abajo y de izquierda a derecha y que permite a un paciente seleccionar las áreas que se ven borrosas o faltantes mediante cualquier medio de entrada y de selección adecuado. Debería apreciarse además que puede usarse cualquier combinación de colores adecuada, tal como líneas negras sobre un fondo blanco (negro sobre blanco), azul sobre amarillo, azul sobre rojo, blanco sobre rojo o cualquier otra combinación adecuada de colores.

En otra realización ejemplar de la presente divulgación, el sistema incluye una prueba de campo visual. Típicamente, un paciente comprueba su campo visual usando una máquina específica situada en un consultorio en una visita al médico. La máquina de comprobación de campo visual convencional funciona de la siguiente manera: un paciente coloca su cabeza contra o en el interior de una máquina y mira a través de un visor. La máquina comprueba cada ojo individualmente (por ejemplo, bloqueando la vista del ojo que no está siendo examinado) e indica al paciente que enfoque su ojo en un punto central y haga clic en un botón (u otro dispositivo de entrada) con su mano para seleccionar cuándo puede ver un punto que se está proyectando en su campo de visión a través del visor. La máquina muestra puntos de manera relativamente rápida, y si un paciente no aporta una entrada que indica que ha visto un punto, la máquina marca el punto asociado con ese punto como un punto que tiene alguna pérdida de visión. Frecuentemente, la máquina volverá a comprobar esas áreas más tarde, alargando el proceso de prueba del paciente. Cuando se realiza en el consultorio de un médico, la prueba es frecuentemente difícil e incómoda de realizar para un paciente. A muchos pacientes les resulta difícil concentrarse durante un período de tiempo tan largo, y los pacientes de edad avanzada frecuentemente terminan quedándose dormidos mientras realizan la prueba. Sin embargo, una prueba de campo visual es una herramienta de diagnóstico importante usada para la determinación y el seguimiento rutinario de pacientes con glaucoma, tumores cerebrales, diabetes y muchas otras afecciones. De esta manera, sería ventajoso proporcionar una prueba de campo visual que pueda realizarse en una ubicación alejada del consultorio de un médico y conveniente para el paciente, tal como en el hogar del paciente. Además, en una ubicación remota, el paciente puede tomarse su tiempo con la prueba y pausarla si se distrae o se cansa, obteniendo de esta manera un resultado más preciso. En una realización ejemplar de la presente divulgación, el sistema incluye una prueba de campo visual que un paciente puede realizar en una ubicación alejada del consultorio de un médico. En dicho sistema, puede indicarse al paciente que enfoque en un punto central (u otra forma) tal como es convencional, o se le puede indicar que se enfoque en un cursor presente en la pantalla computarizada. Como es típico, el sistema comprueba un ojo de un paciente cada vez mientras se enfoca en una ubicación. Se muestra un punto débil (u otra forma o figura adecuada) en la pantalla, en un área correspondiente a una parte del campo visual del paciente, y el paciente puede aportar al menos

una entrada para indicar que ha visto el punto. El sistema puede emplear cualquier método de entrada adecuado, tal como permitir que el paciente mueva el mouse a esa área en la que el punto apareció para hacer clic, tocar el área (si usa un dispositivo de pantalla táctil), seleccionar un botón, un control de voz u otros métodos adecuados. Si el paciente es demasiado lento realizando la al menos una entrada, el sistema mostrará otro punto en la pantalla computarizada y marcará esa área para volver a realizar la prueba o para indicar que tiene alguna pérdida de visión. El intervalo de tiempo para mostrar el punto en la pantalla computarizada es generalmente rápido y puede ser cualquier cantidad de tiempo adecuada, tal como 0,2 segundos. El sistema permite al paciente aportar al menos una entrada para causar ajustar el tiempo de visualización del punto (más largo o más corto). Una vez que el sistema ha probado al menos completamente las ubicaciones en el campo visual del paciente y ha recibido cualquier entrada asociada desde el paciente, determina el campo visual del paciente en base a esas entradas registradas y cualquier falta de entradas registradas. El sistema puede ajustar adicionalmente la intensidad de la luz de la forma o la figura mostrada, o puede mostrar la forma o la figura en cualquier color o combinación de colores adecuados.

Un potencial problema con dicho sistema es que un paciente puede moverse durante la prueba (incluso si se le indica que no lo haga), lo que causaría que la ubicación de los puntos sobre la pantalla se asocie con una nueva posición en el ojo del paciente. De esta manera, el sistema puede incluir un método para determinar si el paciente se ha movido durante la prueba. Un posible método consiste en determinar y verificar periódicamente la ubicación del punto ciego del paciente. Tal como se conoce en la técnica, cada persona tiene un punto ciego fisiológico en cada ojo donde el nervio óptico pasa a través del disco óptico de la retina, ya que no hay células fotorreceptoras detectoras de luz en esa ubicación. La ubicación del punto ciego puede determinarse mediante métodos bien conocidos en la técnica, tal como mostrando dos formas o figuras a una distancia conocida e instruyendo al usuario para que cubra un ojo, mire la forma o la figura opuesta a ese ojo y mueva su ojo más cerca o más lejos de la pantalla hasta que la forma o la figura desaparezca. El otro lado del punto ciego se determina cuando ocurre el efecto contrario. El sistema puede mostrar también periódicamente puntos en el punto ciego del paciente. Si el paciente aporta al menos una entrada que indica que ve un punto que debería haber estado en su punto ciego, el sistema determinará que la prueba se ha vuelto inexacta y realizará una recalibración en base a la nueva ubicación del paciente. Debería apreciarse que el sistema puede emplear cualquier método adecuado para determinar si un paciente se ha movido o no, además de o en lugar de los métodos descritos anteriormente.

Otro potencial problema con dicho sistema es que el paciente necesita saber a qué distancia de la pantalla colocar su ojo. De esta manera, el sistema puede incluir un método para determinar lo lejos que debe estar el paciente. Un posible método consiste en usar la ubicación determinada del punto ciego del paciente, tal como es convencional y se ha descrito anteriormente. De manera alternativa, el sistema puede usar cualquier método de cálculo de distancia adecuado, tal como los conocidos en la técnica o descritos en el presente documento.

Una persona experta en la técnica debería apreciar que el sistema puede utilizar un sistema estático basado en preguntas, a diferencia de un sistema basado en imágenes que cambian dinámicamente. En una realización ejemplar de un sistema estático basado en preguntas, el sistema puede mostrar cuatro figuras, tres idénticas y una diferente. El sistema permitiría al paciente aportar al menos una entrada para identificar la figura diferente. En dicho sistema, las figuras pueden comenzar con un tamaño relativamente grande y, a medida que el paciente selecciona correctamente la figura diferente, el sistema disminuiría constantemente el tamaño de las figuras mostradas hasta que el paciente ya no pueda seleccionar correctamente la figura diferente. Una persona experta en la técnica debería apreciar que, si se conocen el tamaño inicial, la tasa de disminución de tamaño y el número de entradas correctas, el sistema puede calcular la medición de esfera apropiada para la prescripción del paciente. Debería apreciarse además que puede usarse cualquier tipo de figura, tal como letras, números o formas, que puede usarse cualquier número adecuado de figuras mayor que uno, tal como 2, 3, 4 o más, y que puede usarse cualquier número adecuado de figuras similares o diferentes. Por ejemplo, el sistema puede mostrar cinco figuras, tres idénticas y dos diferentes. Debería apreciarse también que puede usarse cualquier dispositivo de entrada adecuado, tal como haciendo clic mediante un cursor, un ratón o un panel táctil, mediante una pantalla táctil, mediante un control remoto, mediante control de voz o mediante otros dispositivos y métodos de entrada conocidos.

En otra realización, el sistema incluye la medición de la superficie corneal de un paciente. En dicho sistema, el ojo del paciente se ilumina con una serie de anillos concéntricos de cualquier número adecuado, tal como dos, tres, cuatro, cinco, seis o más, que tienen una distancia conocida entre cada anillo. En una realización ejemplar, cada uno de los anillos está separados por la misma distancia conocida. En otra realización ejemplar, al menos un anillo está a una distancia conocida diferente de sus anillos vecinos. La iluminación del ojo del paciente puede producirse de cualquier manera adecuada, tal como mediante proyección. Después de que el ojo del paciente se haya iluminado, el sistema toma una fotografía del ojo del paciente iluminado con los anillos concéntricos. En una realización alternativa, el sistema permite que el paciente (o un asistente del paciente) tome la fotografía usando el sistema, o usando otro modo del terminal de paciente en el que se está usando el sistema. En otra realización alternativa, el sistema indica al paciente (o a un asistente de un paciente) que tome la fotografía usando un dispositivo de cámara separado, tal como puede encontrarse en una cámara digital, un teléfono con cámara, un ordenador o tableta con cámara habilitada, o



cualquier otro dispositivo de cámara adecuado. Los presentes solicitantes han encontrado sorprendentemente que la distorsión en la separación entre los anillos concéntricos tal como aparecen iluminados en el ojo de un paciente corresponde a la topología de la córnea del paciente. En particular, los presentes solicitantes han encontrado sorprendentemente que, cuando los anillos concéntricos iluminados aparecen más juntos, la estructura corneal es más pronunciada, mientras que, si los anillos concéntricos iluminados aparecen más separados, la estructura corneal es más plana. De esta manera, el sistema es capaz de determinar la pendiente corneal exacta en base a la distancia de separación entre los anillos corneales iluminados en comparación con la separación original conocida entre los anillos concéntricos. El sistema es capaz también de detectar si la córnea del paciente tiene una superficie con malformaciones, tal como queratocono o una lesión en base a la apariencia de los anillos concéntricos iluminados sobre el ojo del paciente.

En otra realización, el sistema incluye un módulo de medición de distancia pupilar. Una persona experta en la técnica debería apreciar que las distancias del canto más interior (medial) y más exterior (lateral) están rutinariamente en el interior de un pequeño intervalo de aproximadamente 3 cm en todas las culturas, razas y géneros, siempre y cuando el individuo sea adulto (generalmente se considera que tiene 18 años de edad o más). Los presentes solicitantes han descubierto sorprendentemente que, a partir de este intervalo conocido, el sistema puede determinar la escala de una imagen y, de esta manera, puede calcular distancias deseadas adicionales, tales como la distancia pupilar de un paciente. Una vez que el sistema ha determinado la distancia pupilar del paciente a partir de una imagen del paciente en base, en parte, a la escala de la imagen y los intervalos de canto conocidos, el sistema puede permitir al paciente ver virtualmente varias monturas de gafas dimensionadas para adaptarse a la imagen de su cara, y su distancia pupilar determinada. En dicha realización, el sistema puede mostrar una imagen del paciente con monturas de gafas simuladas mostradas sobre la parte superior de la cara del paciente, y puede permitir que el paciente modifique la apariencia de las monturas, por ejemplo, cambiando el tamaño, la forma, el color, el material, la textura, etc. de las monturas simuladas. Una persona experta en la técnica debería apreciar que el sistema puede determinar otras mediciones faciales deseadas en base a las distancias de canto conocidas, y que cualquier otra ropa o accesorio deseado puede "ajustarse" virtualmente mediante los métodos divulgados en el presente documento. Una persona experta en la técnica debería apreciar además que los métodos divulgados en el presente documento pueden aplicarse fuera del contexto de la estructura facial a cualquier parte de un cuerpo humano o animal conocida por tener un tamaño estándar o estándar aproximado y, de esta manera, pueden usarse para navegar virtualmente y "adaptarse" a cualquier tipo de ropa o accesorio adecuado, que coincida con el tamaño de la imagen subyacente.

Una persona experta en la técnica debería apreciar además que el módulo de distancia pupilar descrito anteriormente puede usarse para calcular otras características faciales o datos biométricos que pueden usarse para identificar de manera única a un individuo. Por ejemplo, el sistema puede usar la distancia de canto conocida para calcular la anchura y/o la altura de la cara de un paciente colocado de cualquier manera adecuada, tal como posicionado directamente hacia la cámara, o de perfil completo o parcial. Debería apreciarse que los datos biométricos calculados por el sistema (tal como la distancia pupilar u otras dimensiones faciales) pueden ser usados por un dispositivo con cámara habilitada para bloquear o desbloquear el acceso a diversas aplicaciones en el dispositivo (o al propio dispositivo) en base a una comparación entre los datos biométricos conocidos por el dispositivo y los datos biométricos de la persona detectada por la cámara del dispositivo. Si los datos biométricos conocidos y los datos biométricos detectados son similares en un grado lo suficientemente alto (tal como si son iguales, tienen una diferencia estadísticamente insignificante, o están cerca uno de otro dentro de un intervalo de confianza), entonces el dispositivo identificará a la persona detectada como la persona conocida y permitirá el acceso a la persona detectada. Debería apreciarse que dicho sistema basado en datos biométricos funciona debido a que ciertas proporciones y medidas faciales son exclusivas de los individuos. Los posibles problemas con dicho sistema incluyen que una persona desconocida para el sistema pueda intentar engañar al sistema para que autentique una fotografía o un vídeo de la persona conocida. Entonces, el sistema reconocería los datos biométricos de la fotografía o el vídeo y permitiría el acceso sin que la persona conocida estuviera realmente presente. Para evitar estos problemas, el sistema puede indicar a la persona que desea acceder que parpadee (o que parpadee uno o ambos ojos en una combinación o un patrón aleatorio o predeterminado). Una persona experta en la técnica debería apreciar que puede usarse cualquier expresión facial o combinación de expresiones faciales adecuada y reconocible por el sistema (por ejemplo, una sonrisa y un guiño, sacar la lengua, etc.). Si el dispositivo con cámara tiene también capacidad de flash, el sistema puede activar el flash para determinar si hay una persona real presente (en lugar de una grabación o fotografía). Al activar el flash, una persona seguiría siendo visible para el sensor de la cámara, pero la fotografía o el vídeo se difuminaría y sería difícil de detectar. El sistema puede detectar también sombras en la cara (y si cambian o no) para confirmar que hay presente una persona real.

En una realización adicional, el sistema de medición de distancia pupilar/sistema de acceso biométrico puede permitir que la persona conocida acceda para bloquear o desbloquear el acceso a diversas aplicaciones en el dispositivo (o el propio dispositivo). En esta realización adicional, pueden usarse diferentes expresiones faciales o combinaciones de expresiones faciales adecuadas y reconocibles por el sistema para acceder a o salir de diferentes aplicaciones (o del propio dispositivo). Por ejemplo, el paciente puede sacar su lengua para acceder al dispositivo, puede guiñar el ojo

derecho y, a continuación, el ojo izquierdo para acceder a una aplicación, tal como un buzón de correo y, a continuación, puede guiñar el ojo izquierdo seguido del ojo derecho para acceder a una segunda aplicación. Debería apreciarse que estas combinaciones de expresiones faciales adecuadas y reconocibles por el sistema pueden usarse como accesos directos para realizar acciones en el interior de una aplicación, así como para proporcionar acceso a (o el cierre de) aplicaciones o del propio dispositivo.

En otra realización, el sistema incluye una prueba de tonómetro de ráfaga de aire. Dicha prueba puede implementarse para un dispositivo móvil, en una ubicación independiente, en un entorno de tipo quiosco o en cualquier ubicación adecuada, por ejemplo, utilizando un dispositivo reflexivo acoplable pequeño y simple que expulsa una fuerza de aire a través de una pequeña abertura diminuta mediante métodos conocidos en la técnica. Una persona experta en la técnica debería apreciar que la ráfaga de aire se forzará contra la córnea de un ojo humano o no humano, para medir su presión intraocular. Dicho dispositivo reflexivo acoplable puede incluir un sistema de lentes fotográficas de alta potencia que permitirá a la cámara determinar el grado de aplanamiento de la córnea como respuesta a la ráfaga de aire. En una realización alternativa, el sistema incluye un sensor para medir un retroceso o retorno de aire al sensor después de que el aire haya sido forzado contra la córnea del paciente. Una persona experta en la técnica debería apreciar que el sensor es capaz de medir tanto la intensidad como el retardo de la cantidad de retorno de aire. En dicha realización, el sistema determina la presión intraocular del paciente en base a las mediciones del sensor. Debería apreciarse además que el sistema puede utilizar más de una forma de medición y/o más de una iteración de medición para garantizar la precisión. Cuando se usa dicho dispositivo reflexivo acoplable, el paciente puede medir su presión intraocular de la manera más conveniente o cómoda para el paciente.

En otra realización, el sistema incluye la capacidad de permitir que el paciente consulte una base de datos de monturas de gafas. En una realización ejemplar de dicho sistema, el sistema permite que un paciente fotografíe las monturas de gafas que le gustan, o que ya posee, e introduzca la imagen en el sistema. En una realización adicional, el sistema puede indicar al paciente que tome la fotografía de las monturas de frente, así como con una o dos vistas laterales de las monturas, mientras el paciente está usando o no las monturas. El sistema utiliza la fotografía o fotografías para determinar las características de la montura, tales como el tamaño, la forma, el tamaño, el color, la textura, los materiales o cualquier otra característica adecuada para consultar la base de datos de monturas conocidas por el sistema para monturas coincidentes o similares que el paciente pueda preferir. El sistema puede determinar las características de las monturas fotografiadas de cualquier manera adecuada, tal como un análisis rápido de las monturas de alambre en la cara del paciente. Tal como se divulga en el presente documento, el sistema está habilitado para determinar las dimensiones necesarias de la cara del paciente para determinar de manera precisa las selecciones de monturas coincidentes o similares para mostrar al paciente. En una realización ejemplar de dicho sistema, los pacientes pueden curiosear en busca de monturas en sus tiendas ópticas locales y tomar fotografías de sus monturas preferidas, a continuación, pueden usar el sistema en línea, de aplicación de teléfono móvil o basado en quiosco descrito para comprar un par de monturas que tenga una forma, un tamaño, un color o cualquier otra característica parecida. En otra realización ejemplar, el sistema puede consultar la base de datos en base a una imagen de alguien que no sea el paciente, tal como una imagen proporcionada por el paciente de alguien desconocido para el sistema, o una imagen de una publicación, tal como una revista.

En otra realización, el sistema incluye un sensor de presión ocular basado en la vibración sonora para determinar la presión ocular de un paciente. Una persona experta en la técnica debería apreciar que dicho sistema se basa en el hecho conocido de que los objetos vibrarán en respuesta a las ondas sonoras. Los presentes solicitantes han descubierto sorprendentemente que los diversos tipos y frecuencias de ondas sonoras se correlacionan directamente con la vibración asociada que se produce en la córnea en base a la presión ocular, y que estas vibraciones pueden medirse mediante un sensor de cámara que captura los cambios en las reflexiones de luz desde una cámara o mediante un micrófono u otro sensor adecuado que captura la frecuencia del sonido reflejado de vuelta desde el ojo sometido a pulsación. El sistema envía ondas sonoras de cualquier frecuencia estándar o variable adecuada contra la estructura corneal del paciente, a continuación, mide la vibración de la córnea para determinar la presión en el interior de la córnea. Los presentes solicitantes han descubierto sorprendentemente que los cambios en las reflexiones de la luz desde una cámara o la frecuencia medida del sonido reflejado desde un ojo sometido a pulsación se correlacionan con la vibración en la córnea en base a la presión ocular. Los presentes solicitantes han descubierto además sorprendentemente que dichos sistemas son funcionales usando ondas sonoras ultrasónicas, ondas sonoras infrasonicas y/u ondas sonoras acústicas. En una realización ejemplar, se aplica una combinación de ondas de sonido infrasonicas y acústicas en varios intervalos de tiempo e intensidades y niveles de sonido/decibelios, y la córnea del paciente vibra según los diversos niveles y según su presión interna. Una persona experta en la técnica debería apreciar que cualquier altavoz o dispositivo adecuado puede generar las ondas de sonido, tal como el altavoz estándar en un teléfono celular, un ordenador de tipo tableta o un ordenador personal.

En otra realización, el sistema incluye una lente positiva de alta potencia para aislar las prescripciones de hipermetropía e hiperópicas. Esta lente puede incluirse o simularse en cualquier aplicación adecuada, tal como en una aplicación de ordenador personal, una aplicación de teléfono móvil o en una aplicación basada en quiosco. Una persona experta en

la técnica debería apreciar que una lente positiva de alta potencia permite al sistema corregir la hipermetropía latente, así como aislar al paciente del uso de la capacidad acomodativa natural de sus músculos oculares para enfocar a través de una prescripción ligeramente incorrecta, permitiendo de esta manera que el sistema proporcione una prescripción más precisa.

- 5 En otra realización, el sistema incluye un método adicional para determinar la distancia entre el paciente y la pantalla computarizada del terminal de paciente, u otras distancias deseadas, tales como la distancia pupilar. El sistema se basa en la distancia conocida del canto del paciente adulto y un punto de datos adicional para calcular la distancia entre el terminal o la cámara y el paciente. El punto de datos adicional puede ser cualquier punto de datos adecuado, tal como la altura del paciente (si el terminal o la cámara pueden ver toda la altura del paciente), o especificaciones conocidas de la cámara del dispositivo o del terminal de paciente particular. El sistema usa esta información conocida para determinar la distancia entre el terminal o la cámara y el paciente. En una realización ejemplar, el sistema puede conocer que la distancia del canto del paciente es de aproximadamente 3 cm, y puede determinar que en la imagen del paciente de un dispositivo de cámara conocido (tal como de una cámara de fabricación conocida) esa distancia del canto está representada por un cierto número de píxeles, entonces, a partir de estos puntos conocidos, el sistema puede identificar la escala de la imagen del paciente y, de esta manera, la distancia entre el terminal o el paciente. En una realización alternativa, el sistema usa (o indica al paciente para que use uno o más de entre) dos dispositivos de cámara separados vertical u horizontalmente por una distancia conocida para medir la distancia deseada (la distancia entre el paciente y los dispositivos de cámara, o alguna otra distancia deseada). Una persona experta en la técnica debería apreciar que dicho sistema puede usarse también para determinar la distancia pupilar.
- 10
- 15
- 20 Debería apreciarse que cada una de las divulgaciones anteriores puede implementarse en un sistema de tipo quiosco, ya sea de manera independiente, individualmente o en combinación con varios quioscos, para proporcionar un examen ocular completo para evaluar varias partes del ojo y del sistema refractivo. Los ejemplos de diversos tipos de sistemas conocidos que pueden incorporarse a dicho sistema incluyen: un sistema de medición de la presión ocular, un sistema de fotografía para fotografiar la parte frontal y/o posterior del ojo, un sistema de refracción y un sistema para medir todas las pruebas auxiliares de un examen ocular. En una realización ejemplar, el sistema incluye un telémetro para determinar la distancia a la que un paciente aleja su ojo desde una pantalla y permite que el paciente aporte una entrada a la distancia a la que nota por primera vez que una imagen es nítida con cada ojo individual. Debería apreciarse que, en dicha realización, la prueba se realizará con cada ojo independientemente, y cualquier número adecuado de veces, tal como una vez, dos veces, tres veces o más. Los sistemas determinan una parte de una prescripción para el paciente en base a estas una o más pruebas, y en base en parte al principio de que el punto focal de un ojo corresponde al error de potencia dióptrica de un ojo, en el sentido de que la medición del enfoque cercano inicial es  $1/\text{distancia}$ , donde la distancia está en metros. Debería apreciarse que dicho sistema funciona sin la necesidad de que el paciente mueva la posición de su pies lejos de su posición actual.
- 25
- 30
- 35 En otra realización adicional, el sistema es un dispositivo de producción de lentes correctoras de tipo todo-en-uno que determinará la prescripción del paciente de las maneras descritas en el presente documento, y permite a un paciente seleccionar una montura de gafas y un tipo, un color y un revestimiento para una lente, tal como se conoce en la técnica. A continuación, el sistema creará la montura mediante una impresora 3D u otros métodos conocidos mientras el paciente espera, y creará la lente con un sistema de tipo gel que crea la lente y que endurece la lente mientras el paciente espera, o mediante cualquier otro método conocido en la técnica para la creación de lentes. Un sistema completo según esta realización proporciona de manera ventajosa conveniencia para el paciente, ya que contiene los tres componentes necesarios para finalizar un par de gafas: una prescripción, una montura y lentes.
- 40

Una persona experta en la técnica debería apreciar que, para varios módulos o partes de la presente divulgación que no requieren entradas desde un paciente, o que no son de naturaleza subjetiva, el paciente puede ser cualquier paciente adecuado. Por ejemplo, el paciente puede ser no humano, tal como una mascota o un animal salvaje. En otro ejemplo, el paciente puede tener una edad o un nivel de capacidad que dificulta la comunicación, tal como un niño o una persona con retraso en el desarrollo. Debería apreciarse además que, para dichos pacientes, el sistema puede indicar a un asistente del paciente el posicionamiento apropiado y cualquier entrada necesaria.

45

En otra realización, el sistema determina la prescripción de gafas anterior (miope, hipermetrope, astigmática o cualquier combinación de las mismas) de un paciente sin requerir una prescripción escrita copiada a un formulario rellenable por el paciente. El sistema solo requiere una cámara, una pantalla computarizada y un par de lentes para gafas. El paciente coloca la lente de la cámara a una distancia conocida desde un monitor de ordenador. En una realización ejemplar, una manera fácil de establecer o determinar la distancia conocida es usando una hoja de papel estándar (21,6 x 28 cm (8,5 x 11 pulgadas)) para seleccionar la colocación del dispositivo de cámara y/o de la pantalla computarizada. En una realización, el sistema indica al paciente que coloque el dispositivo de cámara a 28 cm (11 pulgadas) (o a alguna otra distancia) desde la pantalla computarizada. En otra realización ejemplar, el paciente selecciona la distancia entre el dispositivo de cámara y la pantalla computarizada y el sistema permite que el paciente introduzca la distancia seleccionada. Una vez colocado el dispositivo de cámara a una distancia conocida desde la pantalla computarizada, el paciente toma una fotografía de control de la pantalla computarizada, a continuación, coloca

50

55

una de las lentes para gafas contra la lente de la cámara y toma una segunda fotografía de la pantalla computarizada. A continuación, el paciente coloca la otra de las lentes para gafas contra la lente de la cámara y toma una tercera fotografía de la pantalla computarizada. La pantalla computarizada puede mostrar cualquier figura de alto contraste adecuada, tal como una cuadrícula o puntos separados. El sistema recibe la fotografía de control, la fotografía de la primera lente y la fotografía de la segunda lente desde el dispositivo de cámara mediante métodos de transferencia de datos que son bien conocidos en la técnica, tal como a través de una conexión por cable (usb, firewire, thunderbolt, etc.), una conexión inalámbrica (bluetooth, etc.), o a través de datos celulares o conexiones a Internet. Una persona experta en la técnica apreciará que la colocación de la lente para gafas sobre la lente de la cámara distorsionará, o cambiará, la apariencia visual de la figura mostrada por el sistema en la pantalla computarizada. Los presentes solicitantes han descubierto sorprendentemente que, midiendo la cantidad y la dirección de la distorsión de las fotografías primera y segunda con relación a la fotografía de control a una distancia conocida, el sistema puede determinar la prescripción de las lentes para gafas primera y segunda sin un documento de prescripción escrito.

En otra realización ejemplar, el sistema utiliza una pantalla que es capaz de enfocar sus rayos de luz en más de una dirección, y en varios puntos en el espacio, de manera que es capaz de enfocar específicamente los rayos de luz en un espacio pequeño designado para obtener una ubicación de visualización más óptima. Por lo tanto, esta unidad de visualización permitirá al paciente ver una imagen enfocada, independientemente de su corrección de visión, ya que la pantalla dirigirá los rayos hacia el paciente y podrá ajustar en tiempo real los rayos de luz y su posición para el usuario.

En una realización adicional, el sistema determina las mediciones tanto de cilindro como de eje del error de refracción de un paciente para cada ojo cada vez mediante el uso de una única figura en una pantalla. El paciente puede ver la figura (usando un ojo no corregido cada vez) y puede introducir al sistema la extensión y el alcance de la percepción del paciente de cualquier efecto de duplicación o superposición. Una persona experta en la técnica debería apreciar que puede utilizar cualquier manera adecuada de medir o introducir el efecto de duplicación o superposición, tal como mediante figuras adicionales expandidas o concéntricas, o permitiendo que el paciente coloque marcadores en los límites exteriores del efecto de duplicación o superposición percibido. Debería apreciarse además que el sistema puede usar cualquier figura adecuada, tal como una forma simple, un símbolo o un icono. Los presentes solicitantes han encontrado sorprendentemente que el efecto de duplicación o superposición percibido corresponde a las mediciones de eje (al demostrar el ángulo en el que el astigmatismo causa distorsión) y de cilindro (al demostrar el alcance de la distorsión del astigmatismo) del paciente.

En otra realización, el sistema puede determinar un cilindro o eje de astigmatismo mostrando un símbolo giratorio y permitiendo que un paciente vea la figura giratoria con un ojo no corregido cada vez y aporte una entrada cuando la figura aparece como una única figura sin ningún efecto de duplicación o superposición residual. Debería apreciarse que el sistema puede usar cualquier figura adecuada, tal como una forma simple, un símbolo o un icono. Los presentes solicitantes han descubierto sorprendentemente que la desaparición del efecto de duplicación o superposición causado por un astigmatismo corresponde a las mediciones de eje (al demostrar el ángulo en el que el astigmatismo causa distorsión) y de cilindro (al demostrar el alcance de la distorsión del astigmatismo) del paciente.

En otra realización adicional, un sistema puede permitir que un paciente se someta a un número adicional de exámenes después de su examen inicial. En una realización ejemplar, al menos uno de los exámenes adicionales es realizado por el paciente usando sus ojos corregidos en base a la prescripción determinada por el sistema en su examen inicial. El sistema puede usar el número adicional de exámenes para refinar la correlación de las pruebas realizadas por el sistema a la medición más precisa de la prescripción del paciente.

En una realización, el sistema incluye determinar cualquier área particular de la pérdida o reducción de visión de un paciente a lo largo de su campo de visión completo. En una realización ejemplar, el sistema muestra una figura. En una realización ejemplar adicional, la figura mostrada es una cuadrícula de líneas, similar a la mostrada en el número de referencia 408a en la Fig. 4A. El sistema indica al paciente que mire la figura mostrada con un ojo no corregido cada vez y que mire hacia o a un punto central de la figura. El punto central de la figura puede estar marcado o si no identificado. A continuación, el sistema permite al paciente aportar al menos una entrada para seleccionar áreas de la figura que parecen distorsionadas, faltantes o diferentes del resto. El sistema puede usar esta al menos una entrada para comprobar adicionalmente las áreas de pérdida de visión, bien ampliando esos puntos de pérdida de visión determinados o bien alterando sus formas o intensidades para determinar si el paciente puede notar una mejora en la visión. El paciente continúa mirando hacia o al centro de la figura mientras el sistema ajusta al menos uno de entre la forma, la intensidad, el color u otra característica adecuada de cada área de pérdida de visión identificada. El sistema permite al paciente aportar al menos una entrada por cada área de pérdida de visión previamente identificada para indicar uno o más de los siguientes: (i) el ajuste ayudó a que el área fuera más clara/menos distorsionada, (ii) el ajuste no ayudó a que el área fuera más clara/menos distorsionada, (iii) el ajuste hizo que el área fuera clara y no distorsionada, y (iv) el área todavía falta, está borrosa o distorsionada a pesar del ajuste. A continuación, el sistema puede ajustar iterativamente al menos uno de entre la forma, la intensidad, el color u otra característica adecuada de cada área de pérdida de visión identificada y permitir una vez más que el paciente aporte una o más de las cuatro entradas identificadas anteriormente. Este proceso iterativo puede continuar hasta que se haya ajustado cada área

identificada para que aparezca clara y no distorsionada para el ojo no corregido del paciente, en el que el ajuste del tamaño, intensidad u otra característica de cada área corresponde a un aumento de una ubicación particular de un lente para gafas. En una realización ejemplar, el ajuste se correlaciona con la curva base de la lente en esa ubicación particular. Como un ejemplo, si se encuentra que el paciente no tiene prescripción de distancia, pero el sistema ha identificado dos áreas de pérdida de visión que necesitan aumento con 2 niveles de aumento (dioptrías), una modificación ejemplar de la curva base sería -4 dioptrías en la curva posterior de la lente y +4 dioptrías en la parte frontal, pero +6 en la curva en las áreas que necesitan 2 niveles de aumento. Esto es debido a que una lente tiene dos superficies curvas que afectan la visión del usuario: la superficie frontal y la superficie posterior. La potencia correctiva de una lente se determina sumando la curva frontal a la curva posterior. Esto se expresa mediante la ecuación:  $F1 + F2 = F_{Total}$ . Los presentes solicitantes han descubierto sorprendentemente que el ajuste de una figura para corregir la pérdida de visión en áreas particulares se correlaciona con las mediciones de la curva base para las ubicaciones correspondientes de una lente para gafas. Las posibles aplicaciones del sistema descrito anteriormente incluyen ayudar a aquellos pacientes con degeneración macular, glaucoma, retinopatía diabética u otras enfermedades de la retina que causan la pérdida de parte o la totalidad de la visión en ciertas ubicaciones.

En una realización adicional, el sistema incluye pulir o cortar con láser lentes personalizadas en base a los resultados y a las prescripciones de las pruebas descritas en el presente documento. Tal como se conoce bien en la técnica, las lentes para gafas pueden estar realizadas en vidrio o plástico, tal como plástico de policarbonato liviano, plástico CR-39 o lentes de plástico de alto índice. Generalmente, las lentes se inician como "lentes en bruto", que ya están cortadas a una curva/potencia base aproximada y solo necesitan un ajuste fino a la prescripción de cada paciente. Estas lentes "en bruto" se procesan convencionalmente mediante esmerilado y pulido, o corte con láser, bordeado y revestimiento. En una realización, el sistema pule lentes para un paciente que tiene ángulos de astigmatismo especialmente estrechos o amplios. En otra realización, el sistema pule lentes con diferentes valores de curva base (dioptría) en diferentes ubicaciones para corregir la pérdida de visión en esas áreas particulares debida a enfermedades tales como degeneración macular, glaucoma, retinopatía diabética u otras enfermedades de la retina. Debería apreciarse que dicha lente aumentaría o minimizaría algunas partes de la vista del paciente para ajustarse a la debilidad del paciente en partes de su vista. En una realización adicional, las transiciones entre los cambios de la curva base son suaves (como lo son en lentes bifocales sin línea).

La presente divulgación contempla una diversidad de sistemas diferentes, cada uno con uno o más de entre múltiples rasgos, atributos o características diferentes. Debería apreciarse que un "sistema", tal como se usa en el presente documento, se refiere a diversas configuraciones de: (a) uno o más servidores centrales, controladores centrales o hosts remotos; y/o (b) uno o más terminales de pacientes, tales como ordenadores de escritorio, portátiles, ordenador de tipo tableta o dispositivos informáticos, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos móviles, tales como teléfonos inteligentes, dispositivos de quiosco y otros dispositivos informáticos móviles o fijos.

En aras de la brevedad y claridad, a menos que se indique específicamente lo contrario, "terminal de paciente", tal como se usa en el presente documento, representa un terminal de paciente o múltiples terminales de paciente, y "servidor central, controlador central o host remoto", tal como se usan en el presente documento, representan un servidor central, un controlador central o un host remoto o múltiples servidores centrales, controladores centrales o hosts remotos.

Tal como se ha indicado anteriormente, en diversas realizaciones, el sistema incluye un terminal de paciente en combinación con un servidor central, un controlador central o un host remoto. En dichas realizaciones, el terminal de paciente está configurado para comunicarse con el servidor central, el controlador central o el host remoto a través de una red de datos o un enlace de comunicación remoto.

En ciertas realizaciones en las que el sistema incluye un terminal de paciente en combinación con un servidor central, controlador central o host remoto, el servidor central, controlador central o host remoto es cualquier dispositivo informático adecuado (tal como un servidor) que incluye al menos un procesador y al menos un dispositivo de memoria o un dispositivo de almacenamiento. Tal como se describe adicionalmente a continuación, el terminal de paciente incluye al menos un procesador configurado para transmitir y recibir datos o señales que representan eventos, mensajes, comandos o cualquier otra información adecuada entre el terminal de paciente y el servidor central, el controlador central o el host remoto. El al menos un procesador de ese terminal de paciente está configurado para ejecutar los eventos, mensajes o comandos representados por dichos datos o señales junto con el funcionamiento del terminal de paciente. Además, el al menos un procesador del servidor central, el controlador central o el host remoto está configurado para transmitir y recibir datos o señales que representan eventos, mensajes, comandos o cualquier otra información adecuada entre el servidor central, el controlador central o el host remoto y el terminal de paciente. El al menos un procesador del servidor central, controlador central o host remoto está configurado para ejecutar los eventos, mensajes o comandos representados por dichos datos o señales junto con el funcionamiento del servidor central, controlador central o host remoto. Debería apreciarse que una o más o cada una de las funciones del servidor central, el controlador central o el host remoto pueden ser realizadas por el al menos un procesador del terminal de paciente. Debería apreciarse además que una o más o cada una de las funciones del al menos un procesador del

terminal de paciente puede ser realizada por el al menos un procesador del servidor central, el controlador central o el host remoto.

En ciertas realizaciones de este tipo, las instrucciones computarizadas para controlar cualquier pantalla, visualizador o interfaz mostrados por el terminal de paciente son ejecutadas por el servidor central, el controlador central o el host remoto. En dichas realizaciones de "cliente ligero", el servidor central, el controlador central o el host remoto controla remotamente las pantallas, los visualizadores o las interfaces mostradas por el terminal de paciente, y el terminal de paciente se utiliza para mostrar dichas pantallas, visualizadores o interfaces y para recibir una o más entradas o comandos. En otras de dichas realizaciones, las instrucciones computarizadas para controlar pantallas, los visualizadores o las interfaces mostrados por el terminal de paciente se comunican desde el servidor central, el controlador central o el host remoto al terminal de paciente y se almacenan en al menos un dispositivo de memoria del terminal de paciente. En dichas realizaciones de "cliente grueso", el al menos un procesador del terminal de paciente ejecuta las instrucciones computarizadas para controlar las pantallas, los visualizadores o las interfaces mostradas por el terminal de paciente.

En ciertas realizaciones en las que el sistema incluye un terminal de paciente configurado para comunicarse con un servidor central, controlador central o host remoto a través de una red de datos, la red de datos es una red de área local (LAN) en la que el terminal de paciente está situado sustancialmente cerca del servidor central, controlador central o host remoto. En un ejemplo, el terminal de paciente y el servidor central, el controlador central o el host remoto están situados en un punto de venta de gafas y/o lentes de contacto. En otro ejemplo, el terminal de paciente y el servidor central, el controlador central o el host remoto están situados en el consultorio de un optometrista u oftalmólogo.

En otras realizaciones en las que el sistema incluye un terminal de paciente configurado para comunicarse con un servidor central, un controlador central o un host remoto a través de una red de datos, la red de datos es una red de área amplia (WAN) en la que el terminal de paciente no está necesariamente situado sustancialmente cerca del servidor central, el controlador central o el host remoto. Por ejemplo, el terminal de cliente está situado: (a) en un área de un punto de venta de gafas y/o lentes de contacto diferente de un área del punto de venta de gafas y/o lentes de contacto en el que se encuentra el servidor central, el controlador central o el host remoto; o (b) en un punto de venta de gafas y/o lentes de contacto diferente del punto de venta de gafas y/o lentes de contacto en el que se encuentra el servidor central, el controlador central o el host remoto. En otro ejemplo, el servidor central, el controlador central o el host remoto no están situados en el interior de un punto de venta de gafas y/o lentes de contacto en el que está situado el terminal de paciente. En todavía otro ejemplo, el terminal de cliente está situado: (a) en un área del consultorio de un optometrista u oftalmólogo diferente de un área del consultorio del optometrista u oftalmólogo en el que se encuentra el servidor central, el controlador central o el host remoto; o (b) en un consultorio de un optometrista u oftalmólogo diferente del consultorio del optometrista u oftalmólogo en el que está situado el servidor central, el controlador central o el host remoto. En otro ejemplo, el servidor central, el controlador central o el host remoto no está situado en el interior del consultorio de un optometrista u oftalmólogo en el que está situado el terminal de paciente. Debería apreciarse que en ciertas realizaciones en las que la red de datos es una WAN, el sistema incluye un servidor central, un controlador central o un host remoto y un terminal de cliente, cada uno situado en un punto de venta de gafas y/o lentes contacto diferente en una misma área geográfica, tal como una misma ciudad o un mismo estado. Debería apreciarse que los sistemas en los que la red de datos es una WAN son sustancialmente idénticos a los sistemas en los que la red de datos es una LAN, aunque la cantidad de terminales de paciente en dichos sistemas puede variar entre sí.

En realizaciones adicionales en las que el sistema incluye un terminal de paciente configurado para comunicarse con un servidor central, un controlador central o un host remoto a través de una red de datos, la red de datos es Internet o una intranet. En ciertas realizaciones de este tipo, puede usarse un navegador de Internet del terminal informático para acceder a una página de Internet desde cualquier ubicación en la que haya disponible una conexión a Internet. En una de dichas realizaciones, después de acceder a la página de Internet, el servidor central, el controlador central o el host remoto identifica a un paciente antes de permitir que introduzca cualquier dato o participe en cualquier prueba. En un ejemplo, el servidor central, el controlador central o el host remoto identifican al paciente solicitándole que inicie sesión en una cuenta de paciente del paciente introduciendo una combinación exclusiva de nombre de usuario y contraseña asignada al paciente. Sin embargo, debería apreciarse que el servidor central, el controlador central o el host remoto pueden identificar al paciente de cualquier otra manera adecuada, tal como validando un número de identificación de seguimiento de paciente asociado con el paciente; validando un número de identificación exclusivo de paciente asociado con el paciente por el servidor central, el controlador central o el host remoto; o identificando el terminal de paciente, tal como identificando la dirección MAC o la dirección IP desde el facilitador de Internet. En diversas realizaciones, una vez que el servidor central, el controlador central o el host remoto identifica al paciente, el servidor central, el controlador central o el host remoto permite la entrada de cualquier dato del paciente y la participación del mismo en cualquier prueba, y muestra esas pruebas y pantallas, visualizaciones e interfaces a través del navegador de Internet del terminal de paciente.

Debería apreciarse que el sistema de la presente invención puede implementarse mediante cualquier método

adecuado, tal como cualquier medio legible por ordenador. En una realización, el medio legible por ordenador es un software integrado en un sitio web. En otra realización, el medio legible por ordenador es un software en un medio no transitorio, tal como un CD-ROM, un almacenamiento en memoria local en el terminal de paciente o similar. En otra realización, el sistema se proporciona en una interfaz de programación de aplicaciones ("API") que puede licenciarse individualmente a terceros para su inclusión en sus sitios web u otros medios.

Debería apreciarse que el servidor central, el servidor central o el host remoto y el terminal de paciente están configurados para conectarse a la red de datos o al enlace de comunicaciones remoto de cualquier manera adecuada. En diversas realizaciones, dicha conexión se consigue a través de: una línea telefónica convencional u otra línea de transmisión de datos, una línea de abonado digital (DSL), una línea T-1, un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un dispositivo de enrutamiento inalámbrico o por cable, una conexión de red de comunicaciones móviles (tal como una red celular o red de Internet móvil), o cualquier otro medio adecuado. Debería apreciarse que la expansión en la cantidad de dispositivos informáticos y la cantidad y velocidad de las conexiones a Internet en los últimos años aumenta las oportunidades de que los pacientes usen una diversidad de terminales de paciente para participar en exámenes oculares desde una cantidad cada vez mayor de sitios remotos. Debería apreciarse también que el ancho de banda mejorado de las comunicaciones inalámbricas digitales puede hacer que dicha tecnología sea adecuada para algunas o todas las comunicaciones, particularmente si dichas comunicaciones están encriptadas. Las velocidades de transmisión de datos más altas pueden ser útiles para mejorar la sofisticación y la respuesta de la pantalla y la interacción con los usuarios.

Una persona experta en la técnica debería apreciar que las figuras y diagramas estáticos (es decir, no dinámicos) descritos anteriormente con referencia a las figuras pueden usarse también en forma de medios físicos, tales como papel, póster, plástico u otras formas impresas. En dichas realizaciones, los medios físicos pueden mostrarse al paciente en cualquier ubicación adecuada, tal como en su hogar, en un consultorio o en un punto de venta de lentes correctoras. Los medios físicos pueden ser vistos únicamente por el paciente o pueden ser vistos con la ayuda de una o más personas, tal como un asistente o un médico. Además, en dichas realizaciones, los resultados pueden introducirse en un terminal tal como se ha descrito anteriormente para la determinación de las mediciones de prescripción apropiadas.

## REIVINDICACIONES

1. Método para determinar una prescripción de lentes correctoras para un paciente, por separado para cada ojo del paciente, y para proporcionar al paciente una prescripción de lentes correctoras para el tipo de lentes correctoras preferido por el paciente, usando un sistema que comprende un terminal de paciente con una primera pantalla computarizada y un dispositivo remoto con una segunda pantalla computarizada, comprendiendo el método:  
5       enviar un enlace al dispositivo remoto para permitir que el paciente inicie una interfaz en el dispositivo remoto para interactuar con el sistema de manera portátil, en el que la interacción incluye recibir instrucciones desde el sistema y permitir que el paciente aporte al menos una entrada al sistema a través del dispositivo remoto a través de una interfaz de comunicación para controlar la primera pantalla computarizada desde la distancia, y  
10       determinar una potencia de la prescripción de lentes correctoras a través de la primera pantalla computarizada, en el que la determinación de la potencia comprende mostrar una figura en la primera pantalla computarizada, y permitir que el paciente aporte al menos una entrada a través del dispositivo remoto para cambiar el tamaño de la figura hasta que el paciente apenas pueda distinguir la figura, en la que la entrada corresponde a una medición de esfera del paciente.
- 15       2. Método según la reivindicación 1, en el que el dispositivo remoto es un teléfono inteligente, un teléfono móvil o un ordenador de tipo tableta.
3. Método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el enlace se recibe mediante un mensaje de texto SMS.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método incluye iniciar la interfaz para interactuar con el sistema a través de un navegador.
- 20       5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la interfaz de comunicación es Internet.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método incluye determinar una prescripción de astigmatismo del paciente mediante la primera pantalla computarizada presentando un primer diagrama al paciente mediante la primera pantalla computarizada y permitiendo al paciente aportar al menos una entrada a través del dispositivo remoto, correspondiendo la entrada a una medición de eje, y presentando un segundo diagrama al paciente mediante la primera pantalla computarizada y permitiendo al paciente aportar al menos una entrada a través del dispositivo remoto, correspondiendo la entrada a una medición de cilindro.
- 25       7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método comprende además determinar si el paciente es miope o hipermetrope presentando un diagrama de bloques de colores al paciente mediante la pantalla computarizada y permitiendo al paciente seleccionar una entrada correspondiente a parte del diagrama de bloques de colores.
- 30       8. Sistema para determinar una prescripción de lentes correctoras para un paciente, por separado para cada ojo del paciente, y para proporcionar al paciente una prescripción de lentes correctoras para el tipo de lentes correctoras preferido del paciente, comprendiendo el sistema un terminal de paciente con una primera pantalla computarizada y un dispositivo remoto con una segunda pantalla computarizada,  
35       en el que el sistema está adaptado para enviar un enlace al dispositivo remoto para permitir que el paciente inicie una interfaz en el dispositivo remoto para interactuar con el sistema de manera portátil, en el que la interacción incluye recibir instrucciones desde el sistema y permitir que el paciente aporte al menos una entrada al sistema mediante el dispositivo remoto a través de una interfaz de comunicación para controlar la primera pantalla computarizada desde la distancia, y  
40       determinar una potencia de la prescripción de lentes correctoras mediante la primera pantalla computarizada, en el que la determinación de la potencia comprende mostrar una figura en la primera pantalla computarizada, y permitir que el paciente aporte al menos una entrada mediante el dispositivo remoto para cambiar el tamaño de la figura hasta que el paciente apenas pueda distinguir la figura, en la que al menos una entrada corresponde a una medición de esfera.
- 45       9. Sistema según la reivindicación 8, en el que el dispositivo remoto es un teléfono inteligente, un teléfono móvil o un ordenador de tipo tableta.
10. Sistema según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el enlace se recibe mediante un mensaje de texto SMS.
- 50       11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el sistema está configurado para iniciar



la interfaz para interactuar con el sistema a través de un navegador.

12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que la interfaz de comunicación es Internet.

5 13. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el sistema está adaptado además para determinar la prescripción de astigmatismo del paciente mediante la primera pantalla computarizada presentando un primer diagrama al paciente mediante la primera pantalla computarizada y permitiendo al paciente aportar al menos una entrada a través del dispositivo remoto, correspondiendo la entrada a una medición de eje, y presentando un segundo diagrama al paciente mediante la primera pantalla computarizada y permitiendo al paciente seleccionar al menos una entrada mediante el dispositivo remoto, correspondiendo la entrada a una medida de cilindro.

10

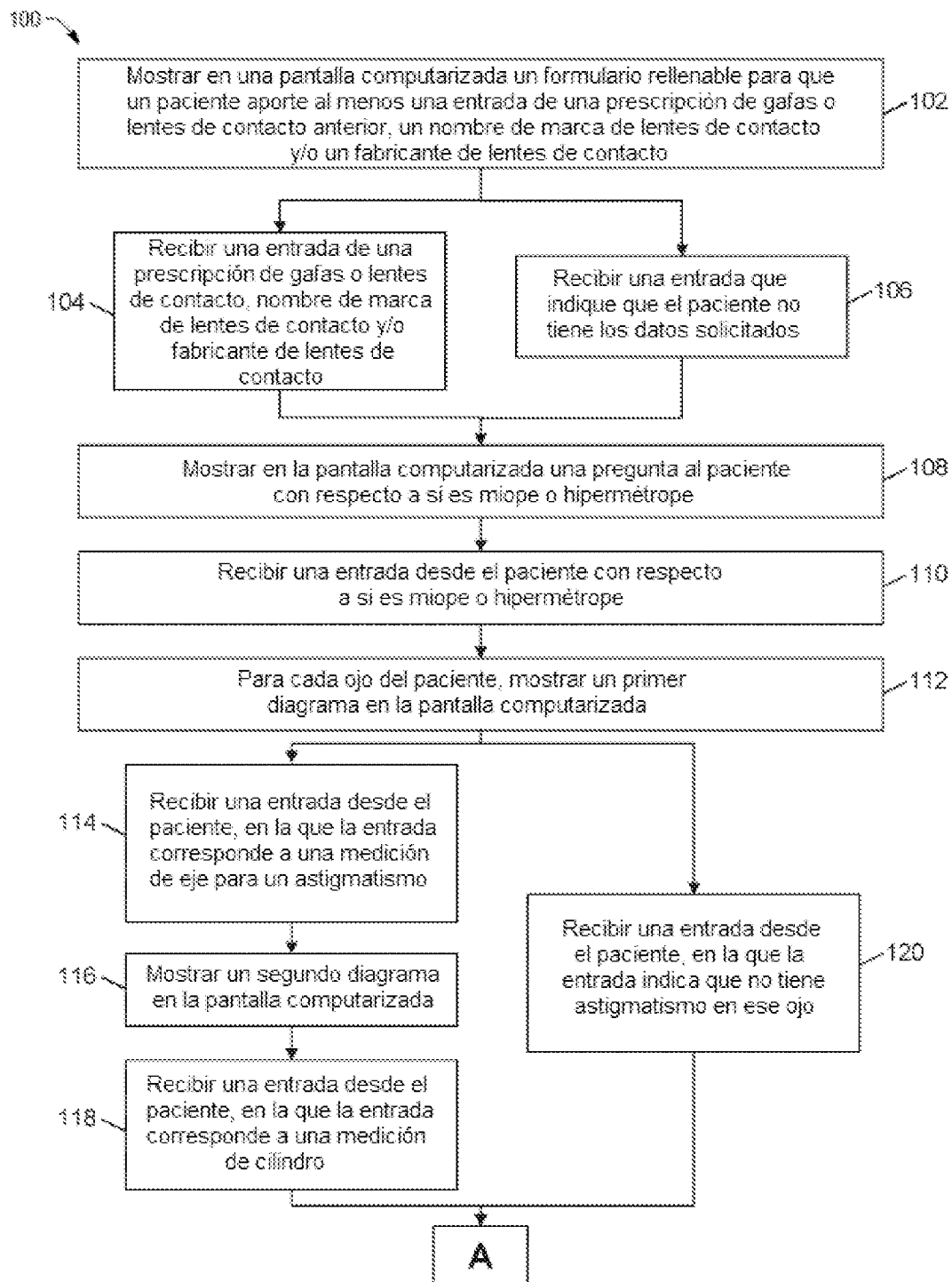


FIG. 1A

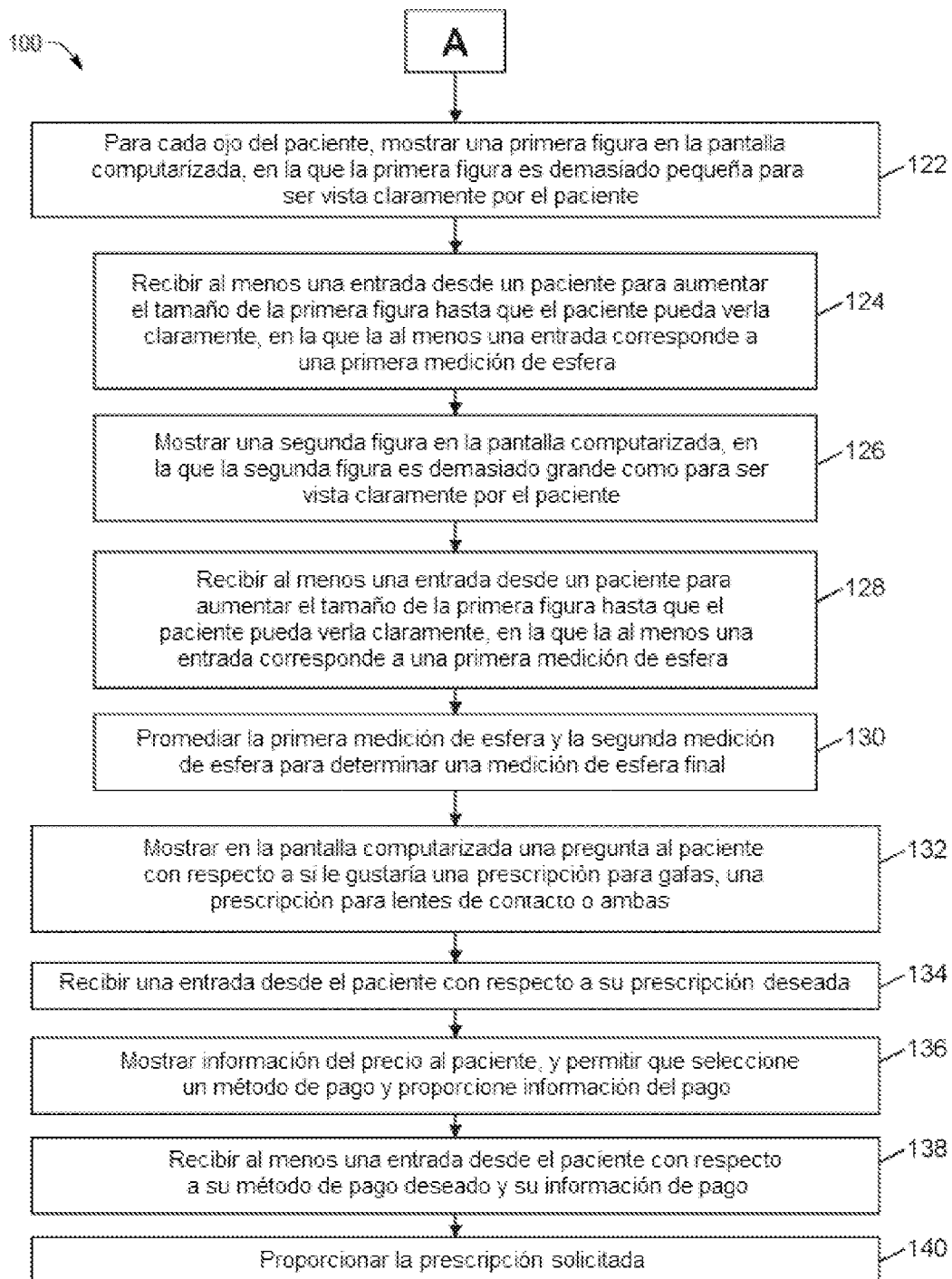


FIG. 1B

200

202 204 206 208 210

212 ¿Tiene Ud una prescripción de gafas o lentes de contacto antigua? 214 SI 216 NO

Prescripción de gafas antigua:

218 + Añadir foto

220 222 224 226

ESF CIL EJE ADI

Ojo Dcho (OD):

Ojo Izq (OS):

Prescripción de lentes de contacto antigua:

236 + Añadir foto

238 240 242 244

ESF CIL EJE ADI

Ojo Dcho (OD):

Ojo Izq (OS):

246 248 250

CE DIAM Nombre

268 Cuando se quita sus gafas o lentes de contacto, ¿qué ve más borroso?

270 \* Lejos 272 Cerca 274 Ambos son igualmente borrosos

FIG. 2A

200

202 204 206 208 210

212 ¿Tiene Ud una prescripción de gafas o lentes de contacto antigua?

214 ☒ SI 215 ☐ NO

272 Cuando se quita sus gafas o lentes de contacto, ¿qué ve más borroso?

274 ☒ Lejos 276 ☐ Cerca 278 ☐ Ambos son igualmente borrosos

FIG. 2B

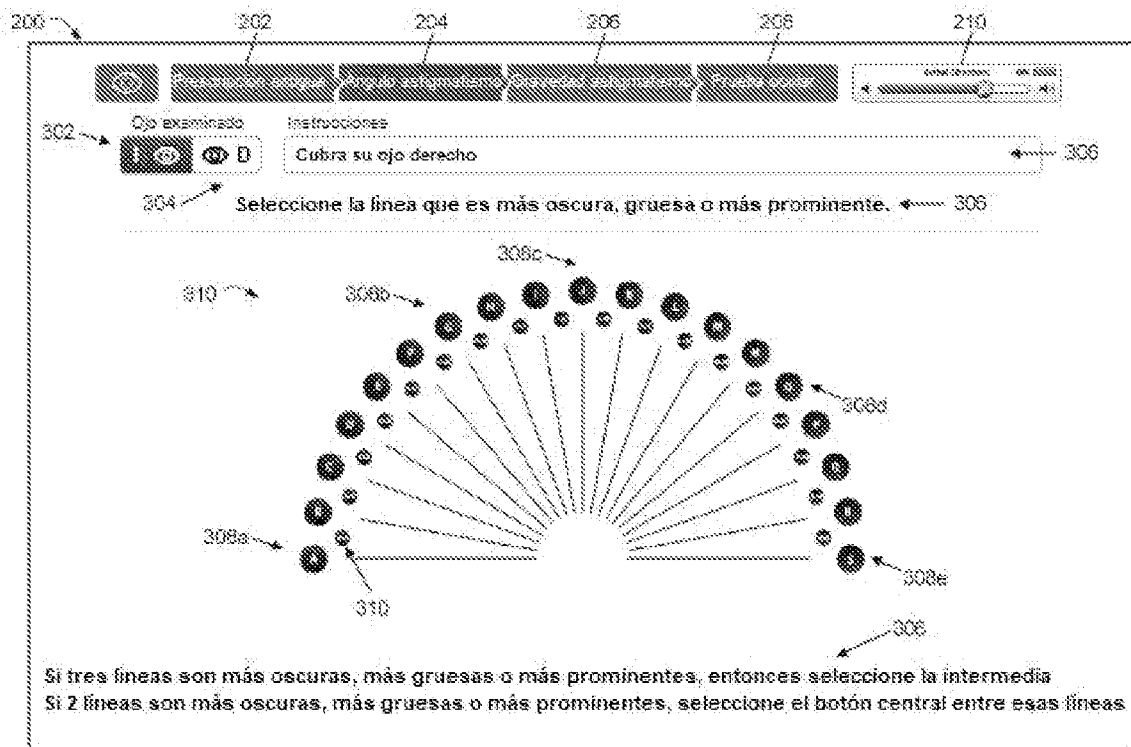


FIG. 3

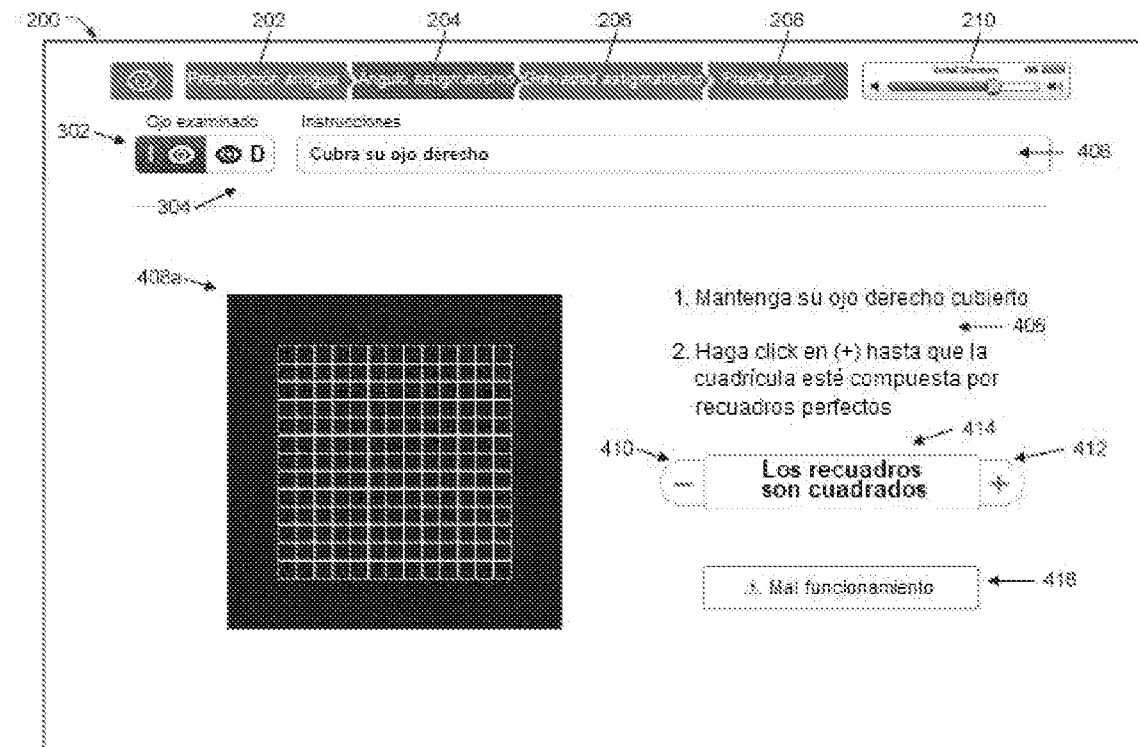


FIG. 4A

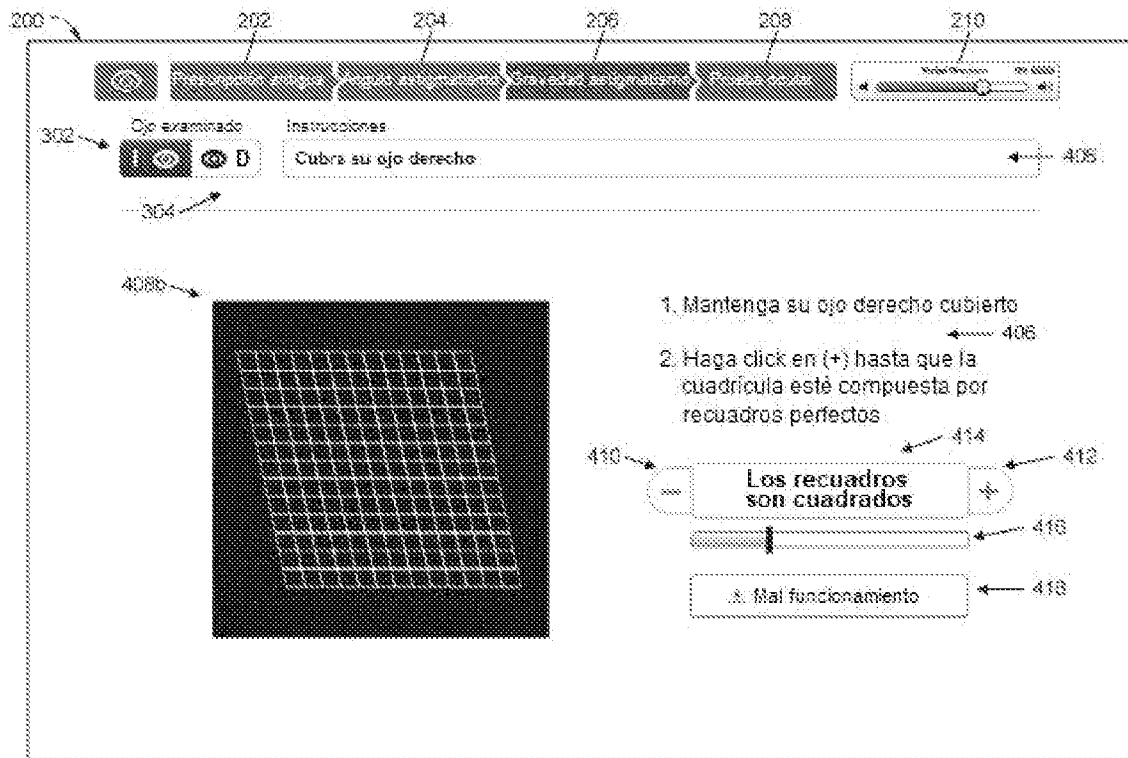


FIG. 4B



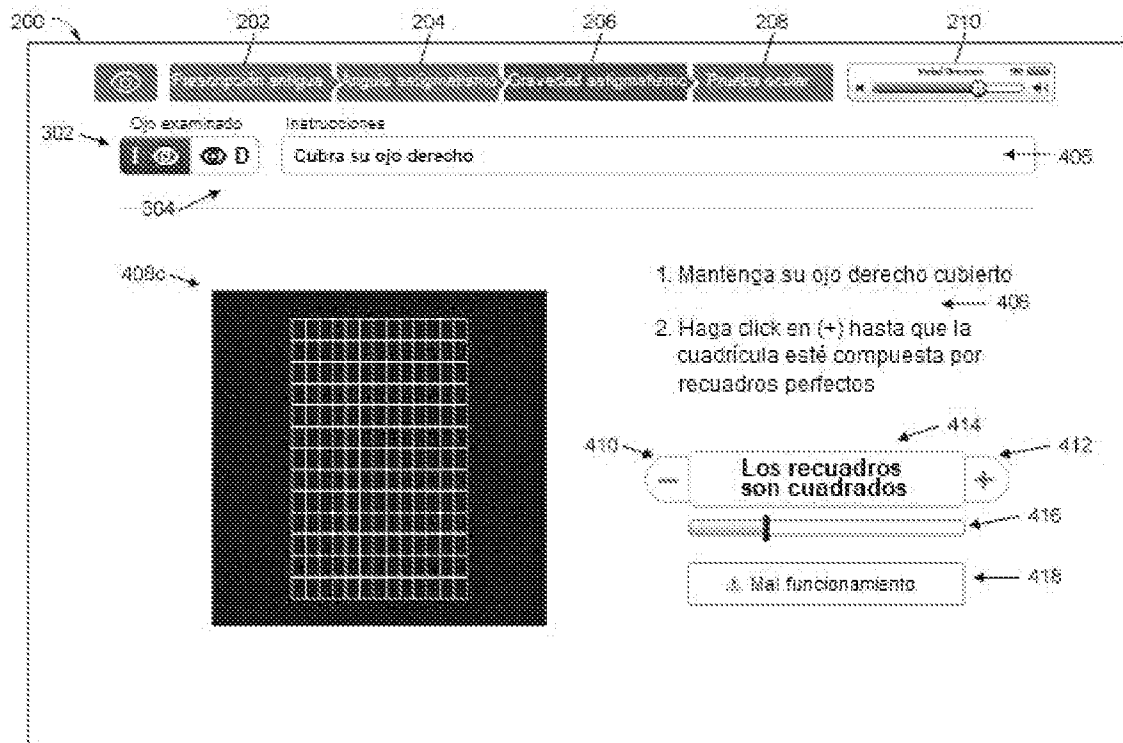


FIG. 4C

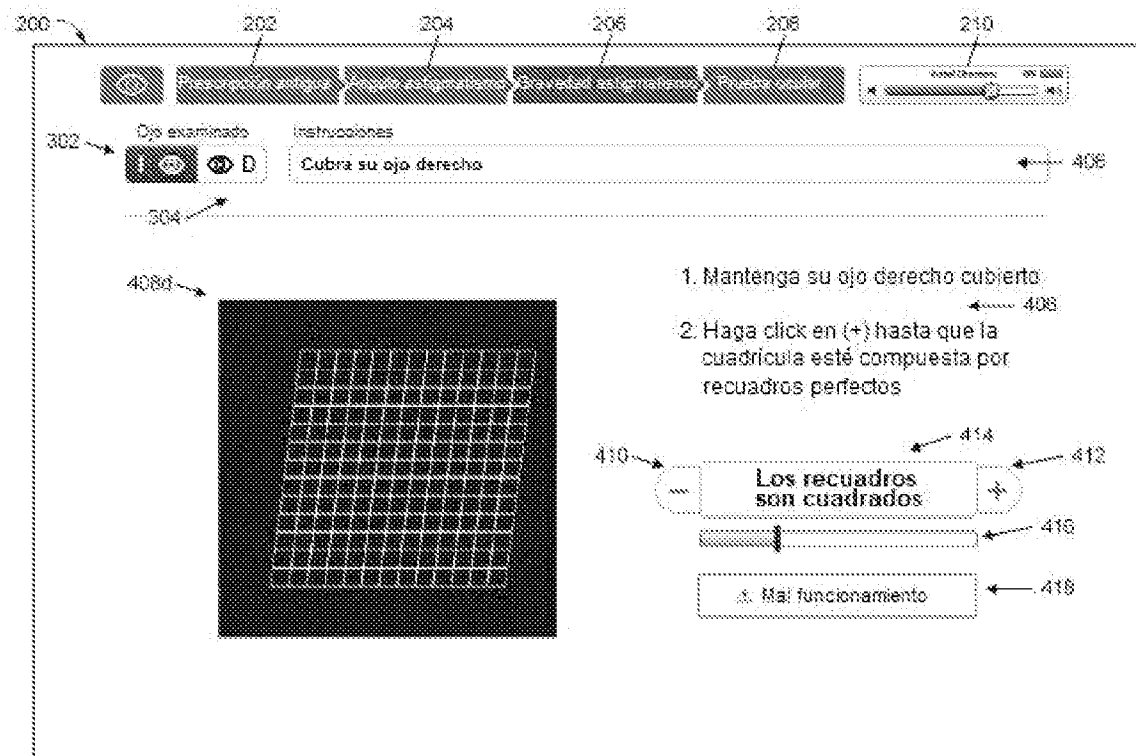


FIG. 4D

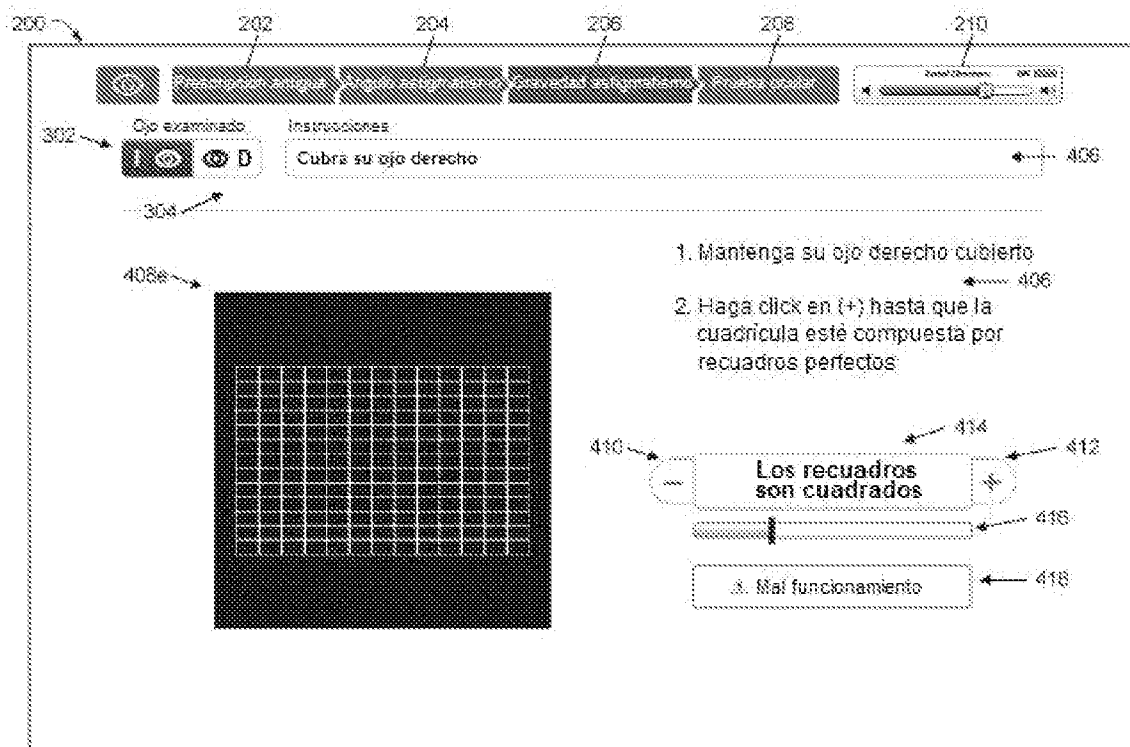


FIG. 4E

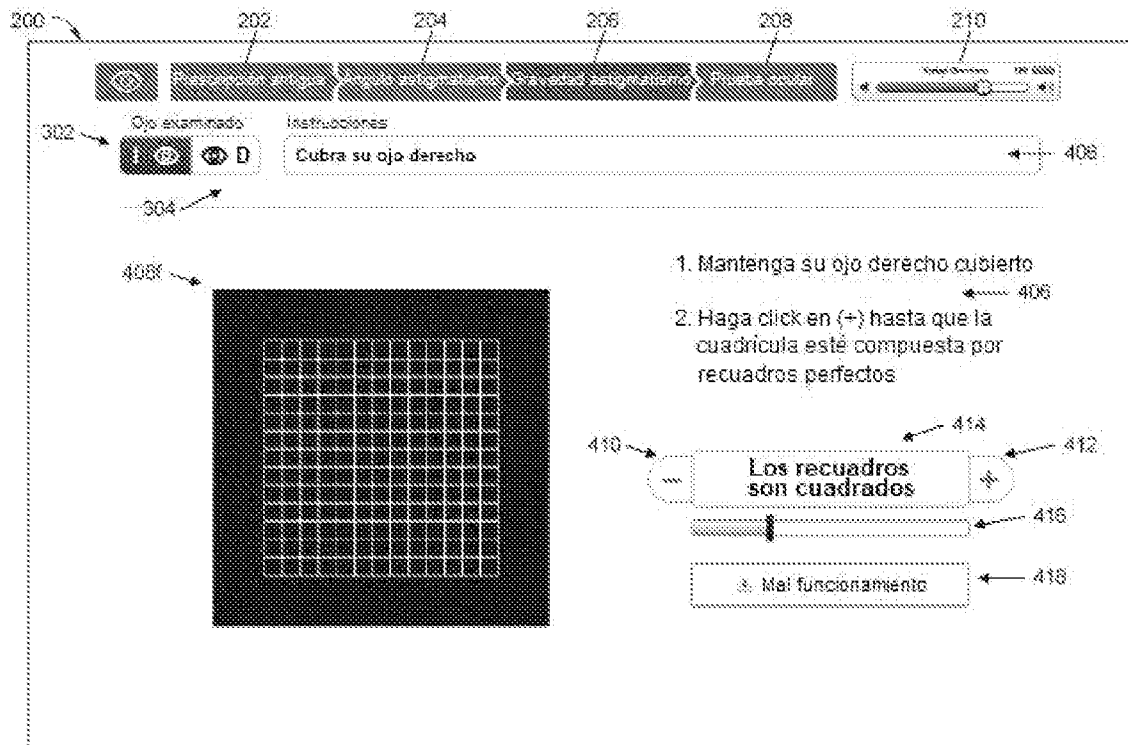


FIG. 5

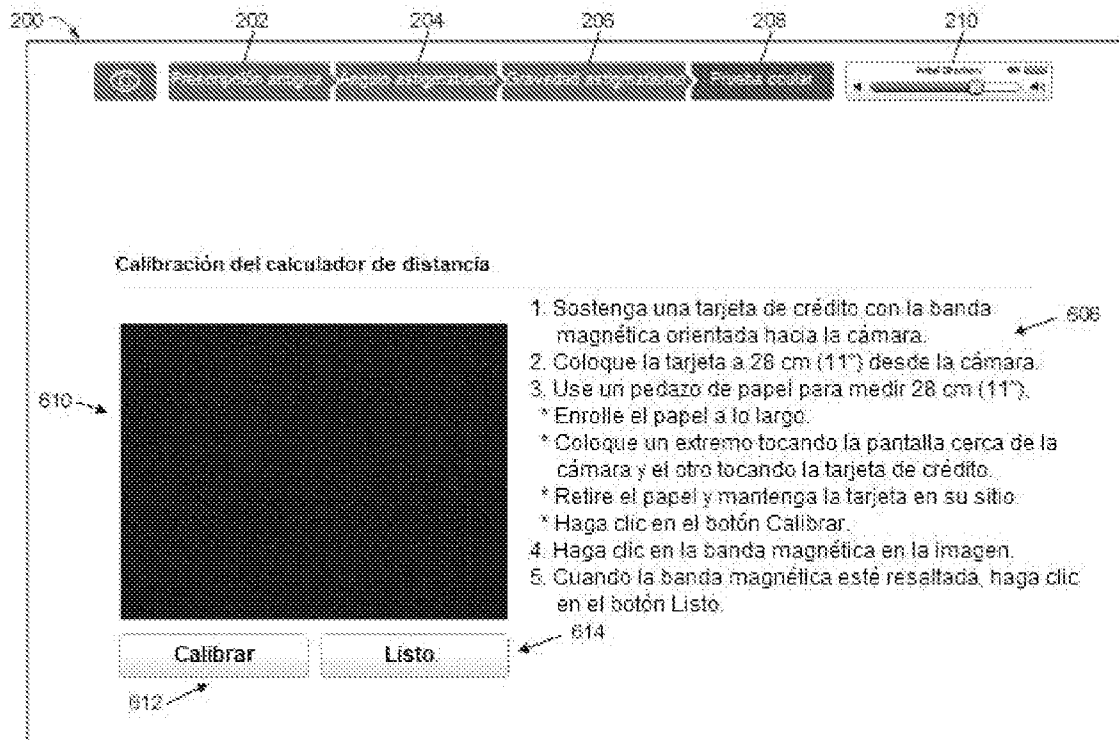


FIG. 6

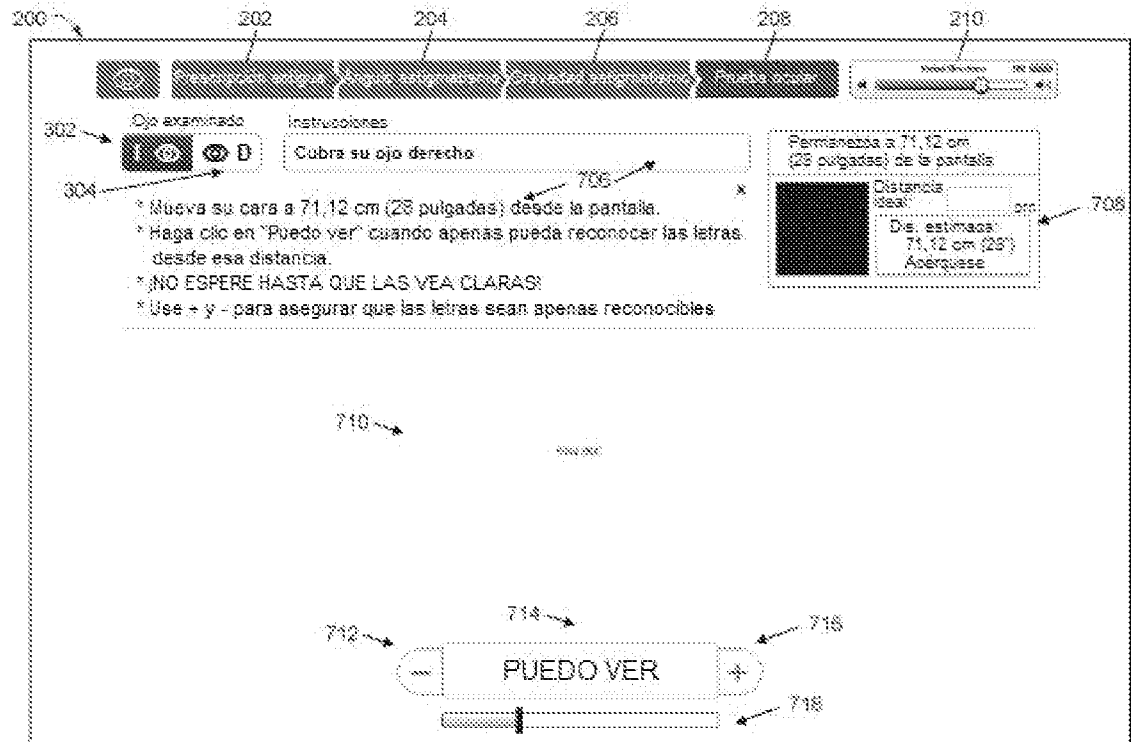


FIG. 7A

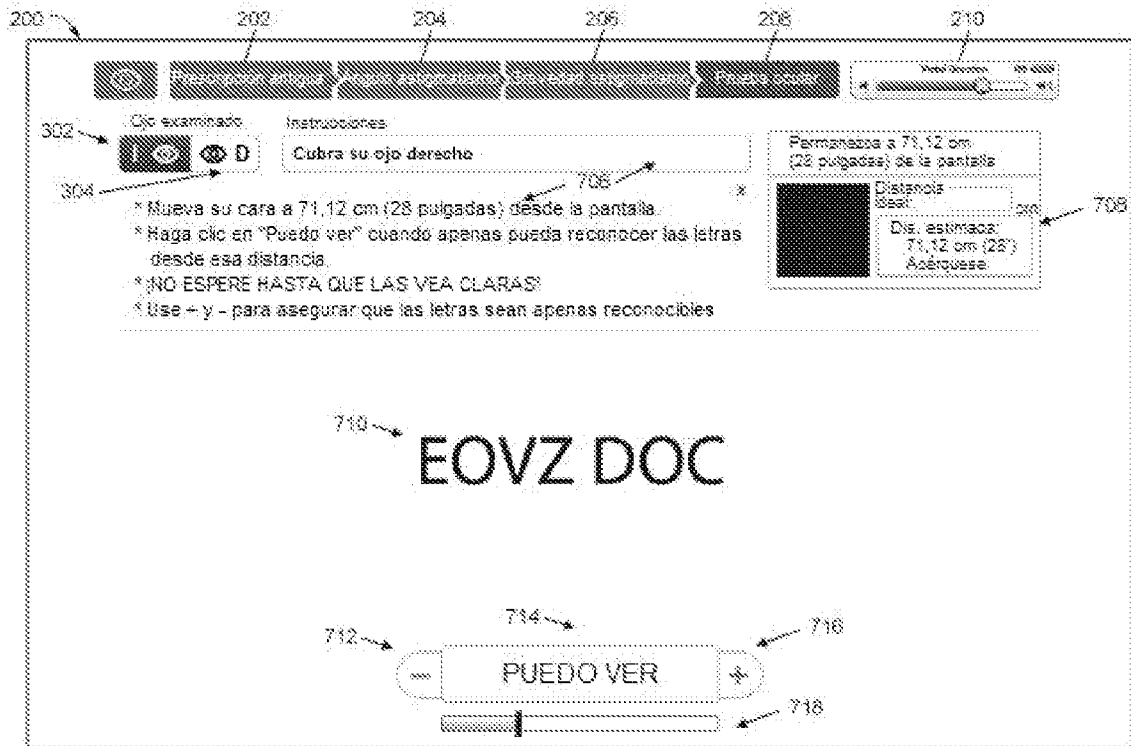


FIG. 7B

FIG. 8A

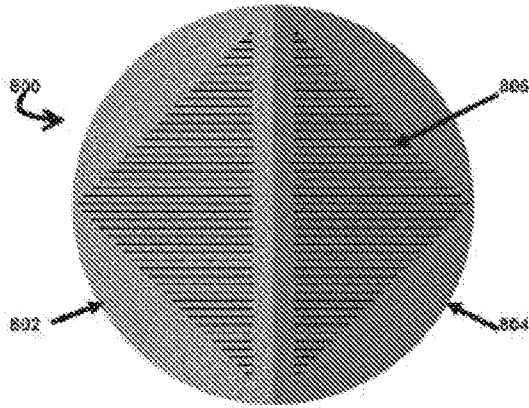


FIG. 8B

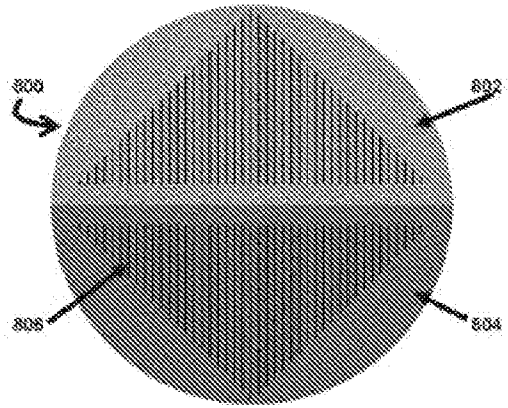


FIG. 8C

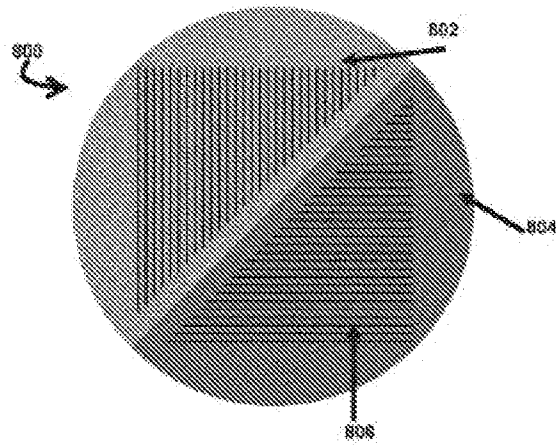


FIG. 8D

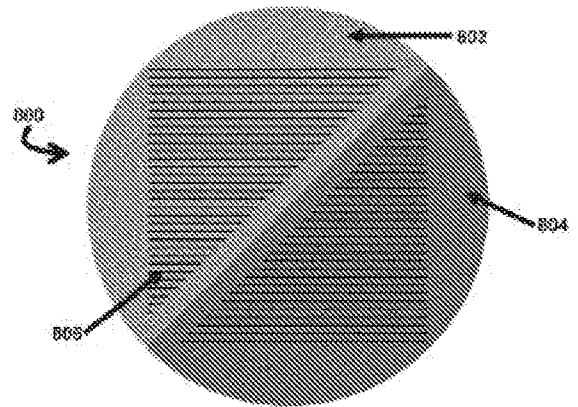




FIG. 9A

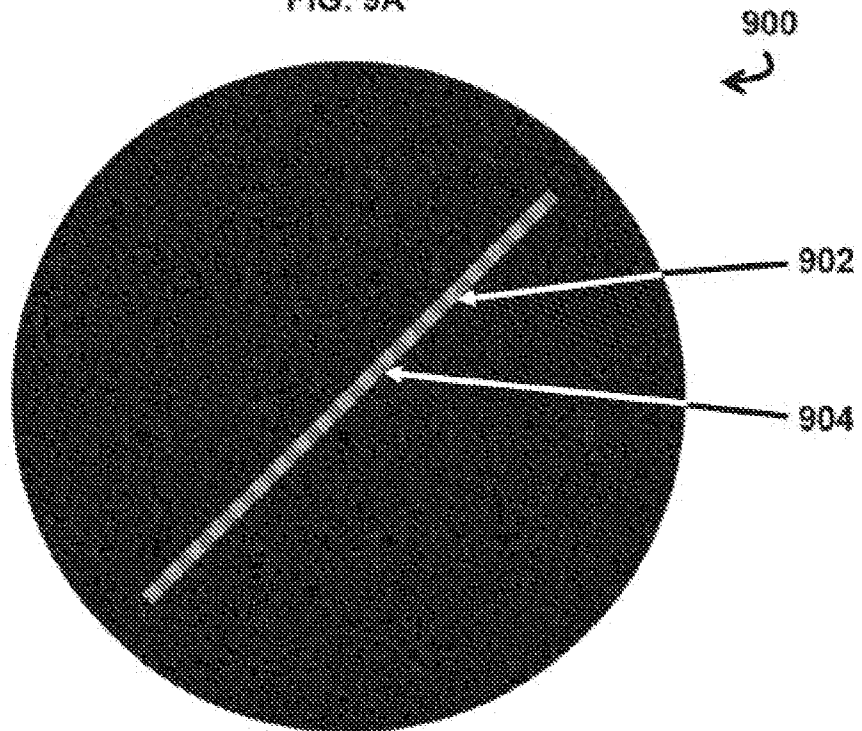


FIG. 9B

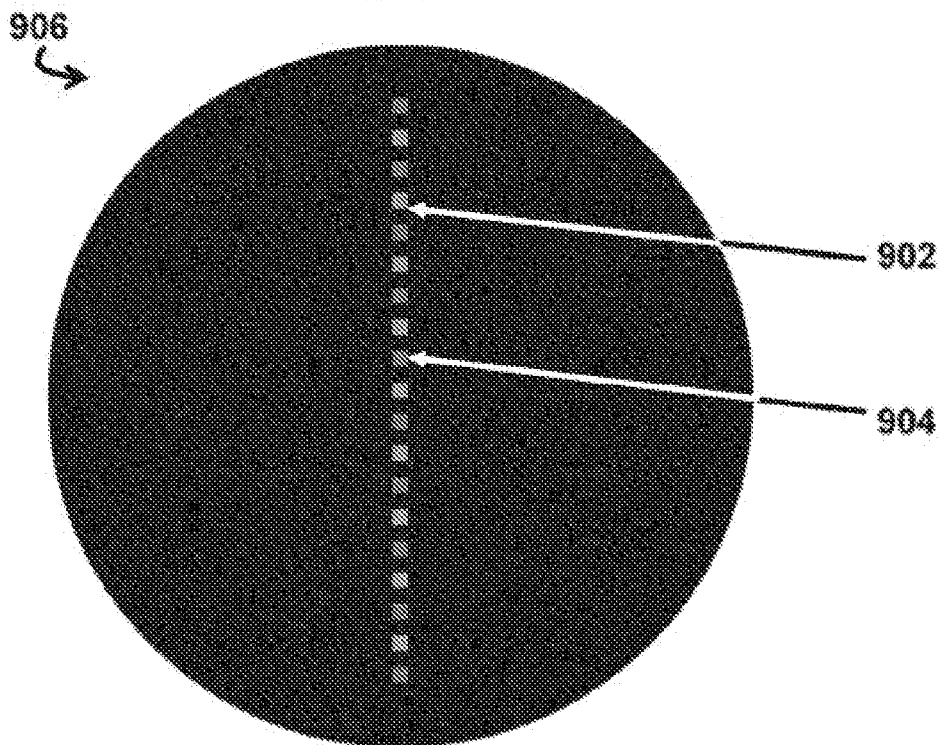


FIG. 10A

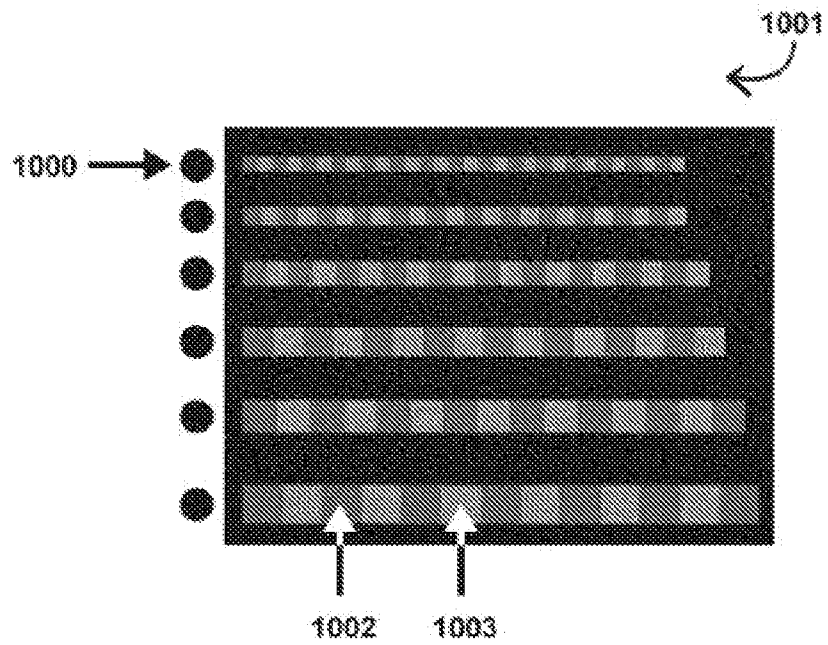


FIG. 10B

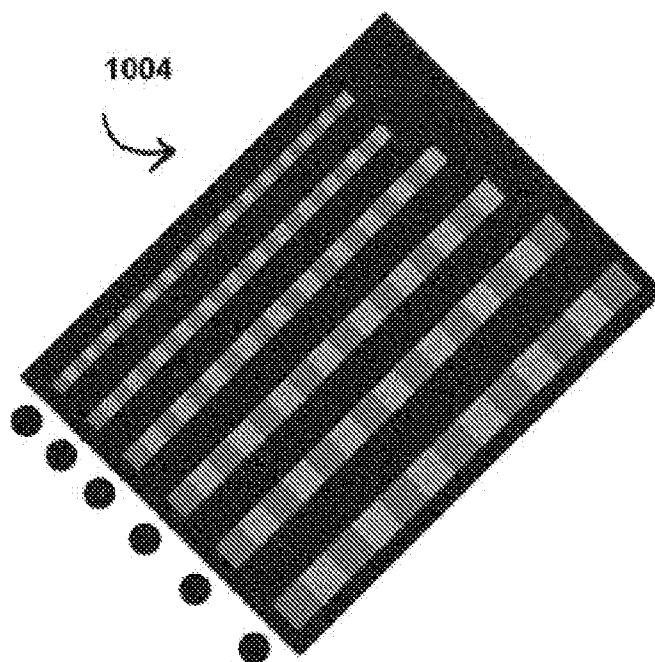


FIG. 11A

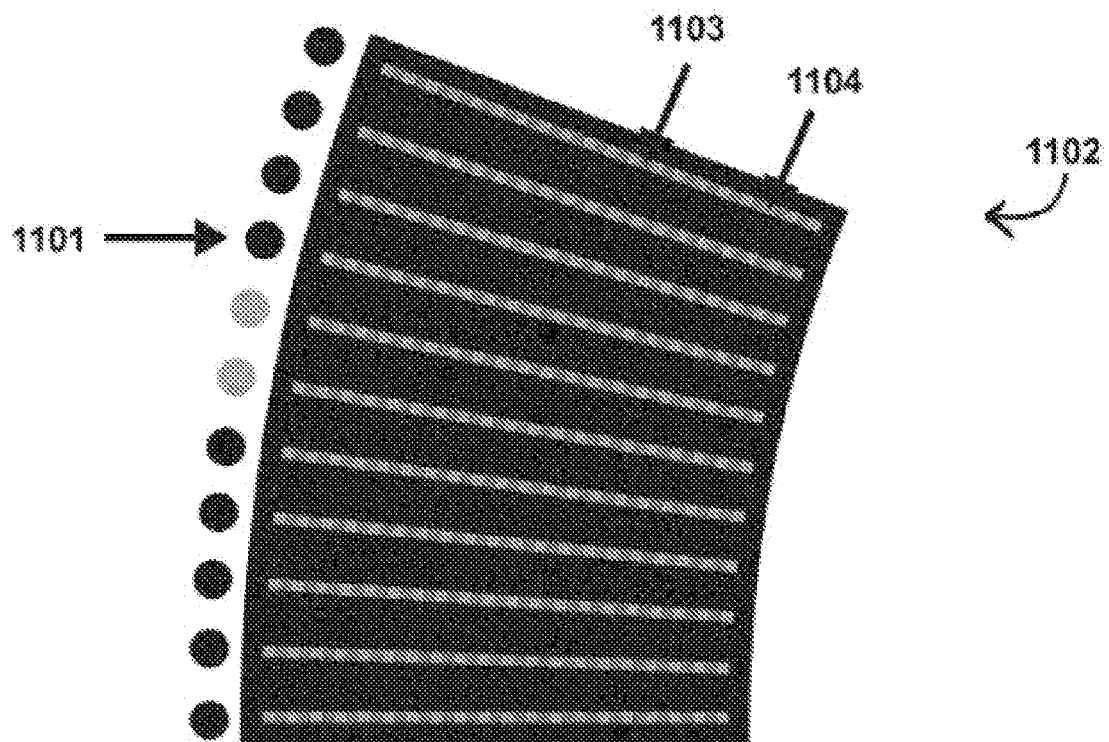


FIG. 11B

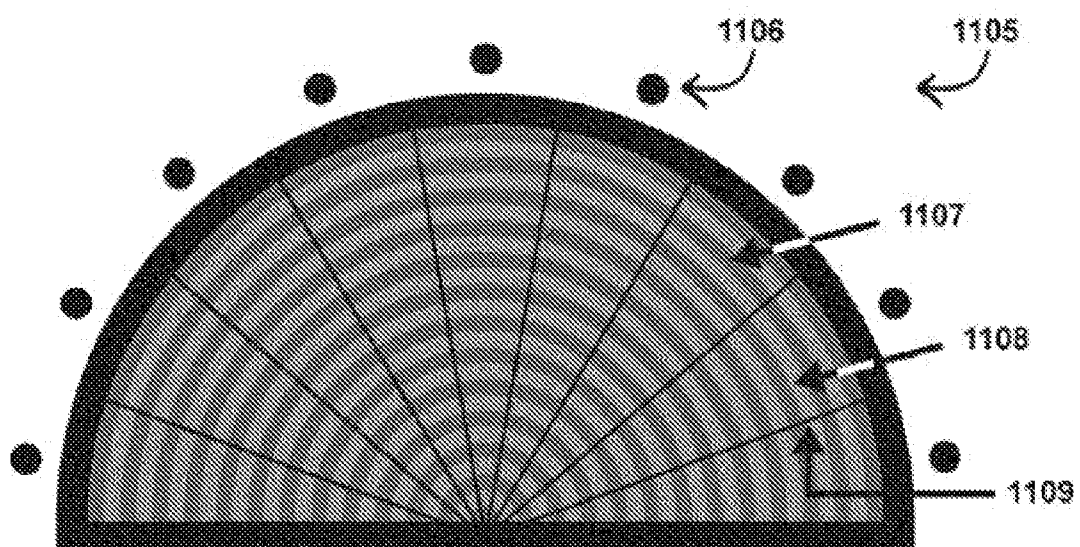


FIG. 12A

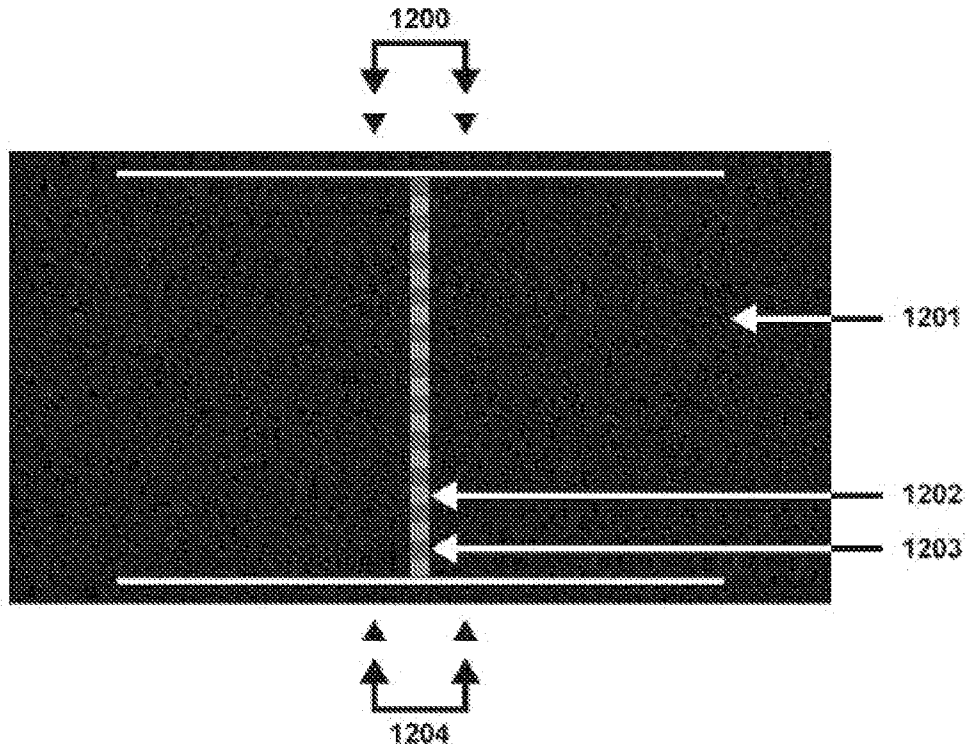


FIG. 12B

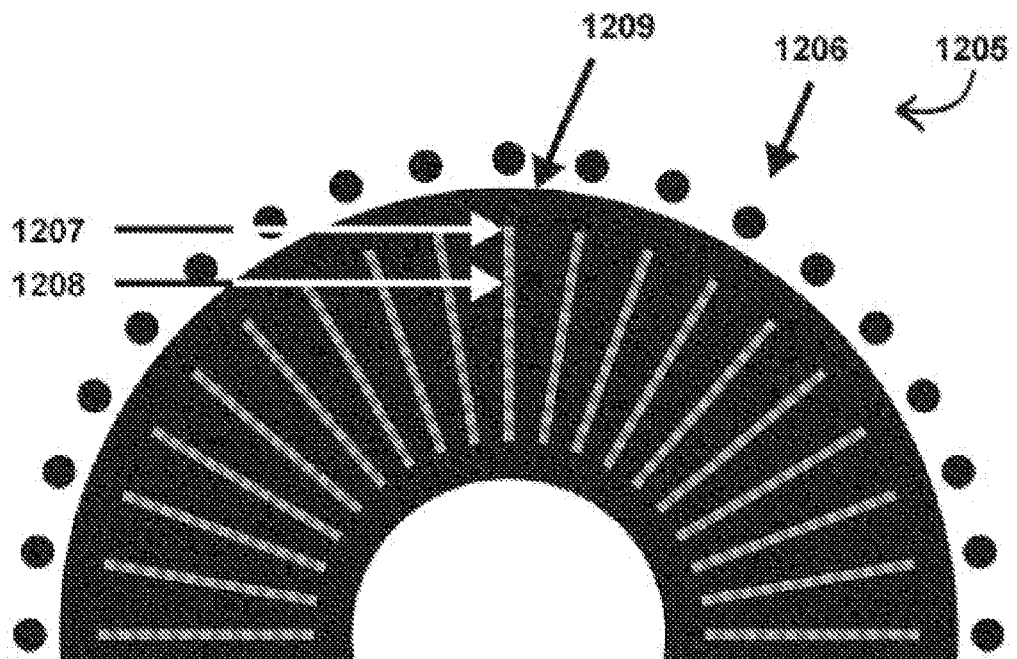


FIG. 13

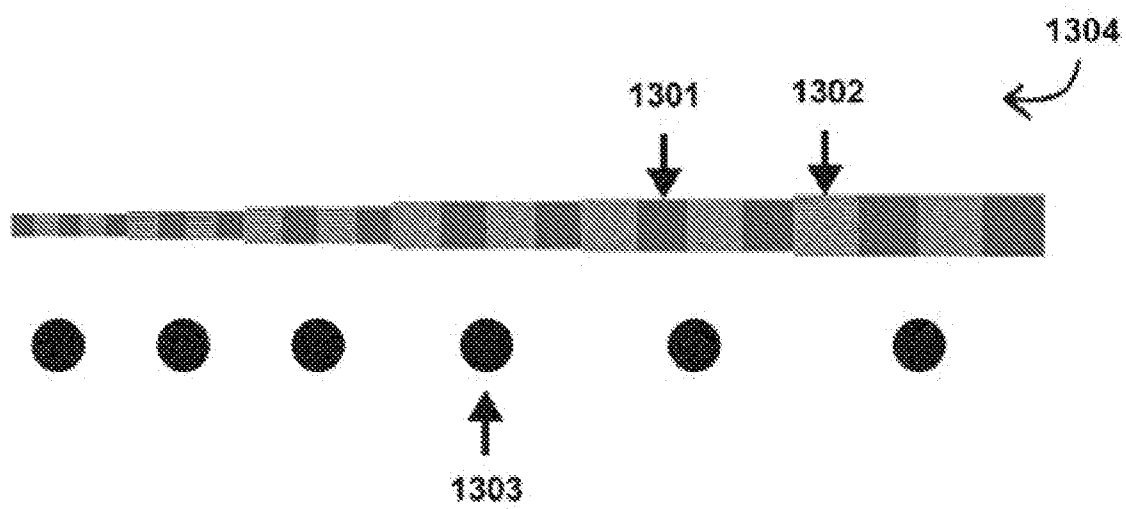


FIG. 14A

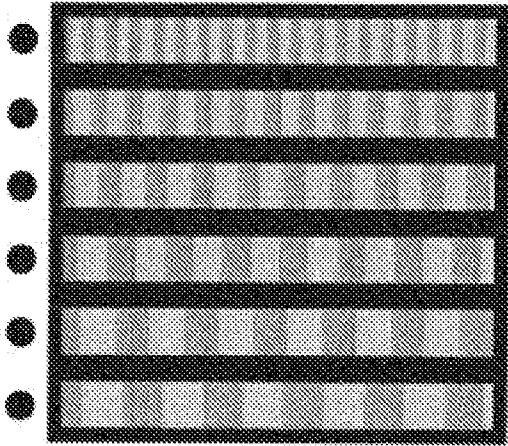


FIG. 14B

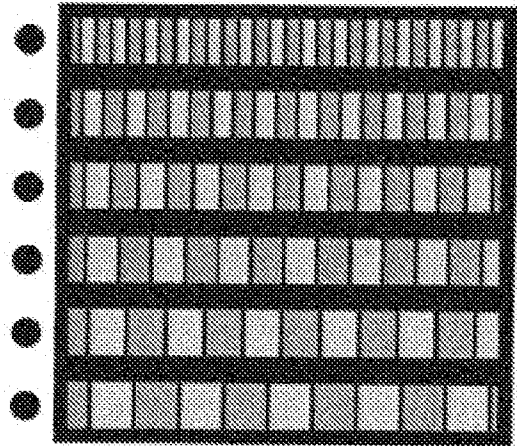


FIG. 14C

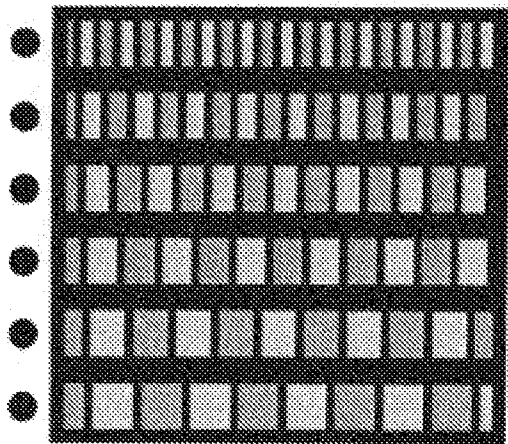


FIG. 14D

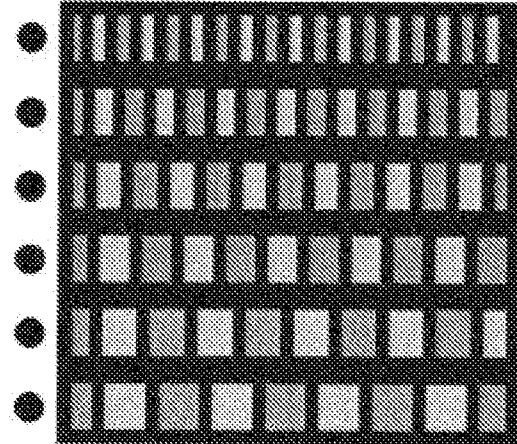


FIG. 15

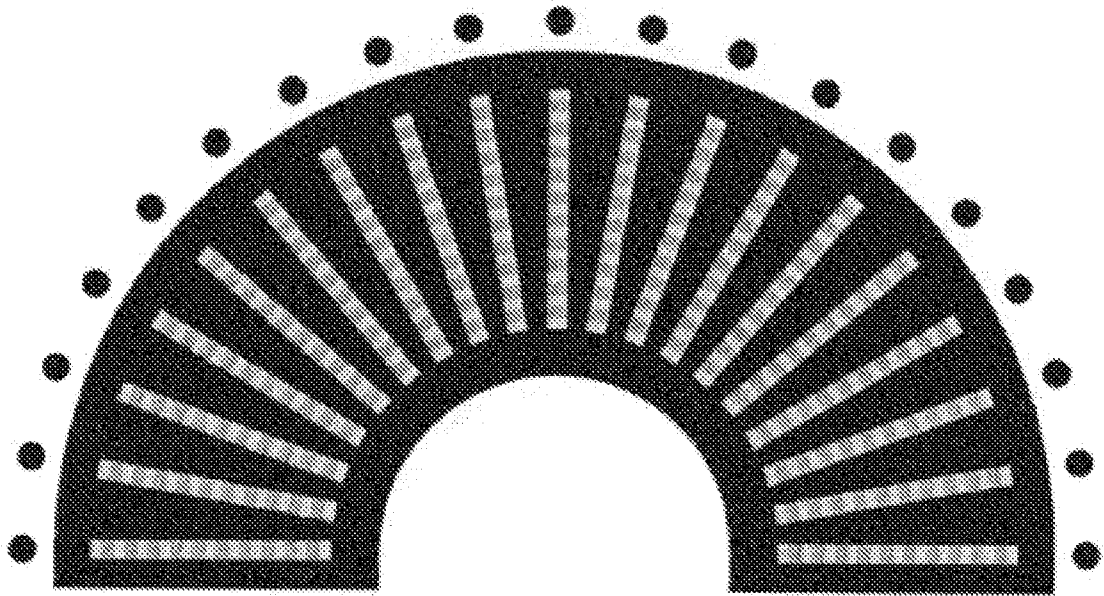


FIG. 16

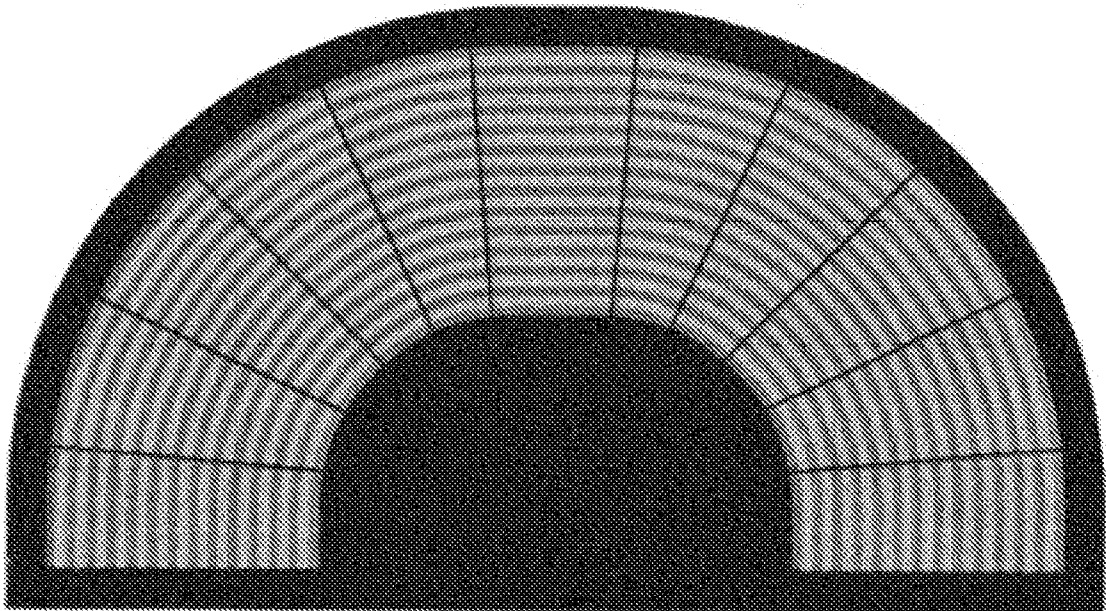


FIG. 17

