

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 387**

51 Int. Cl.:

**A61B 1/00** (2006.01)  
**G06T 7/73** (2007.01)  
**A61B 3/12** (2006.01)  
**A61B 3/13** (2006.01)  
**A61B 3/14** (2006.01)  
**A61B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.10.2020 PCT/IB2020/059958**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2021 WO21084391**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2020 E 20801410 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2023 EP 4051084**

54 Título: **Sistema y método de utilización de superposiciones tridimensionales con procedimientos médicos**

30 Prioridad:

**29.10.2019 US 201962927413 P**

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

**30.04.2024**

73 Titular/es:

**ALCON INC. (100.0%)  
Rue Louis-d'Affry 6  
1701 Fribourg, CH**

72 Inventor/es:

**GUDALO, ALEKSANDER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 967 387 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método de utilización de superposiciones tridimensionales con procedimientos médicos

### 5 ANTECEDENTES

#### Campo de la divulgación

10 Esta divulgación se refiere a la utilización de superposiciones tridimensionales y más particularmente a la utilización de superposiciones tridimensionales con procedimientos médicos.

#### Descripción de la técnica relacionada

15 En el pasado, al cirujano se le proporcionaba información limitada durante una cirugía. Por ejemplo, el cirujano puede operar una parte en tres dimensiones de un paciente. La parte del paciente puede incluir un ojo del paciente. Por ejemplo, el ojo del paciente es tridimensional. Al proporcionar información al cirujano mediante imágenes planas no se tiene en cuenta la profundidad asociada con las tres dimensiones. En consecuencia, es posible que los gráficos no indiquen con precisión una o más posiciones en una parte tridimensional del paciente. En un ejemplo, es posible que los gráficos no indiquen con precisión una o más posiciones en el ojo del paciente. En otro ejemplo, es posible que los gráficos no indiquen con precisión una o más ubicaciones de incisión en el ojo del paciente. El documento US 2019/117459 A1 divulga un microscopio de operación estereoscópica que genera imágenes tridimensionales y también menciona la identificación de estructuras características del iris, no menciona nada sobre identificar las ubicaciones de las mismas estructuras en imágenes sucesivas y mostrarlas en función de estos cambios en las ubicaciones de las estructuras características del iris.

25 SUMARIO

La presente divulgación proporciona un sistema médico que comprende: al menos un procesador; una pluralidad de pantallas acopladas al procesador; y un medio de memoria que está acoplado al al menos un procesador y que incluye instrucciones, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que el sistema: reciba una primera imagen de un ojo de un paciente; determine ubicaciones de múltiples estructuras de iris del ojo del paciente a partir de la primera imagen del ojo del paciente; determine las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris; renderice, basándose al menos en las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una primera imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional; muestre, a través de una primera pantalla de la pluralidad de pantallas, la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; renderice, basándose en al menos las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y basándose en al menos un desplazamiento horizontal, una segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; muestre, a través de una segunda pantalla de la pluralidad de pantallas, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; reciba una segunda imagen del ojo del paciente; determine las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris a partir de la segunda imagen del ojo del paciente; renderice, basándose al menos en las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; muestre, a través de la primera pantalla, la tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; renderice, basándose en al menos las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y basándose en al menos el desplazamiento horizontal, una cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; y muestre, a través de la segunda pantalla, la cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional.

50 El sistema puede determinar además que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no están en las primeras posiciones. Por ejemplo, la determinación de las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris se puede realizar en respuesta a la determinación de que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no están en las primeras posiciones.

55 El desplazamiento horizontal puede ser una distancia interocular. La distancia interocular puede estar asociada con la distancia entre los ojos de un cirujano. El sistema puede incluir múltiples oculares. El sistema puede determinar además una distancia entre dos oculares de los múltiples oculares. El sistema puede determinar además la distancia interocular basándose al menos en la distancia entre dos oculares. El sistema puede incluir una pantalla integrada en un microscopio. Por ejemplo, la pantalla integrada en un microscopio puede incluir los dos oculares de los múltiples oculares. Mostrar, a través de la primera pantalla, la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional puede incluir mostrar la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional a través de un primer ocular de los dos oculares. Mostrar, a través de la segunda pantalla, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional puede incluir mostrar la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional a través de un segundo ocular de los dos oculares. La determinación de las primeras posiciones de las ubicaciones de

las múltiples estructuras de iris puede incluir determinar al menos uno de un primer ángulo asociado con un eje X, un segundo ángulo asociado con un eje Y y un ángulo de rotación alrededor de un eje arbitrario.

5 La presente divulgación incluye además un dispositivo de memoria legible por computadora no transitorio con instrucciones que, cuando las ejecuta un procesador de un sistema, hacen que el sistema realice las etapas anteriores. La presente divulgación incluye además un sistema o un dispositivo de memoria legible por computadora no transitorio como se describió anteriormente con las siguientes características: i) recibir una primera imagen de un ojo de un paciente; ii) determinar las ubicaciones de múltiples estructuras de iris del ojo del paciente a partir de la primera imagen del ojo del paciente; iii) determinar las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris; iv) 10 renderizar, basándose en al menos las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una primera imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional; v) mostrar, a través de una primera pantalla, la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; vi) renderizar, basándose en al menos las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples 15 estructuras de iris y basándose en al menos un desplazamiento horizontal, una segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; vii) mostrar, a través de una segunda pantalla, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; viii) recibir una segunda imagen del ojo del paciente; ix) determinar las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris a partir de la segunda imagen del ojo del paciente; x) renderizar, basándose al menos en las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; xi) mostrar, a través de la primera pantalla, la 20 tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; xii) renderizar, basándose en al menos las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y basándose en al menos el desplazamiento horizontal, una cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; xiii) mostrar, a través de la segunda pantalla, la cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; xix) determinar que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no estén en las primeras posiciones; xx) determinar una distancia entre dos oculares de múltiples oculares; y 25 xxi) determinar la distancia interocular basándose al menos en la distancia entre dos oculares.

30 Cualquiera de los sistemas anteriores puede realizar cualquiera de los métodos anteriores y cualquiera de los dispositivos de memoria legibles por computadora no transitorios anteriores puede hacer que un sistema realice cualquiera de los métodos anteriores. Cualquiera de los métodos anteriores se puede implementar en cualquiera de los sistemas anteriores o utilizando cualquiera de los dispositivos de memoria legibles por computadora no transitorios anteriores.

35 Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son de naturaleza ilustrativa y explicativa y están destinadas a proporcionar una comprensión de la presente divulgación sin limitar el alcance de la presente divulgación. En ese sentido, los aspectos, características y ventajas adicionales de la presente divulgación serán evidentes para un experto en la materia a partir de la siguiente descripción detallada.

40 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para una comprensión más completa de la presente divulgación y sus características y ventajas, ahora se hace referencia a la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos, que no están a escala, y en los que:

- 45 La Figura 1A ilustra un ejemplo de un sistema médico;
- La Figura 1B ilustra un ejemplo de un dispositivo biométrico;
- 50 La Figura 2A ilustra un segundo ejemplo de un sistema médico;
- La Figura 2B ilustra otro ejemplo de un sistema médico;
- La Figura 2C ilustra un ejemplo de una pantalla integrada en un microscopio y ejemplos de equipo de herramientas quirúrgicas;
- 55 Las figuras 3A-3D ilustran ejemplos de un ojo;
- Las figuras 3E-3H ilustran ejemplos de un ojo y un sistema de coordenadas;
- 60 Las figuras 4A-4D ilustran ejemplos de ubicaciones de estructuras de iris;
- La Figura 5A ilustra un ejemplo de una superposición de estructura alámbrica;
- La Figura 5B ilustra un ejemplo de estructuras de ojo y estructuras de iris;
- 65 Las figuras 5C y 5D ilustran ejemplos de superposiciones tridimensionales;

La Figura 6 ilustra un ejemplo de un sistema informático;

La Figura 7 ilustra un ejemplo de un método para operar un sistema médico;

La Figura 8A ilustra un ejemplo de una imagen superpuesta tridimensional y un desplazamiento horizontal;

La Figura 8B ilustra un ejemplo de una imagen superpuesta tridimensional que incluye una estructura alámbrica;

La Figura 8C ilustra un ejemplo de una superposición bidimensional tridimensional, renderizada basándose al menos en un ángulo, superpuesta sobre un ojo de un paciente;

La Figura 8D ilustra un ejemplo de una superposición tridimensional que incluye gráficos;

La Figura 8E ilustra otro ejemplo de una superposición tridimensional, renderizada basándose en al menos otro ángulo, superpuesta sobre un ojo de un paciente; y

La Figura 8F ilustra otro ejemplo de una superposición tridimensional que incluye gráficos.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

En la siguiente descripción, se exponen detalles a modo de ejemplo para facilitar la explicación de la materia objeto divulgada. Sin embargo, debería ser evidente para el experto habitual en el campo que las realizaciones divulgadas son ejemplos y no exhaustivas de todas las posibles realizaciones.

Tal como se utiliza en el presente documento, un número de referencia se refiere a una clase o tipo de entidad, y cualquier letra que sigue a dicho número de referencia se refiere a una instancia específica de una entidad particular de esa clase o tipo. Por tanto, por ejemplo, una entidad hipotética referenciada por '12A' puede referirse a una instancia particular de una clase o tipo particular, y la referencia '12' puede referirse a una colección de instancias que pertenecen a esa clase o tipo particular o a cualquier instancia de esa clase o tipo en general.

Se pueden utilizar sistemas médicos para realizar procedimientos médicos con pacientes. En un ejemplo, se puede utilizar un primer sistema médico, en un primer momento, para identificar una o más partes de un paciente antes de un procedimiento médico. En un segundo ejemplo, se puede utilizar un segundo sistema médico, en un segundo momento, para realizar el procedimiento médico. En otro ejemplo, el segundo sistema médico puede utilizar, en el segundo momento, una o más identificaciones asociadas respectivamente con una o más partes del paciente. El segundo momento puede ser posterior al primero. En un ejemplo, el primer sistema médico puede utilizarse en el consultorio de un médico. En otro ejemplo, el segundo sistema médico puede utilizarse en un centro quirúrgico.

El primer sistema médico determina las estructuras de iris del ojo del paciente. Por ejemplo, determinar las estructuras del iris del ojo del paciente incluye identificar las estructuras de iris del ojo del paciente. El segundo sistema médico utiliza las estructuras del iris del ojo del paciente para mostrar una o más superposiciones tridimensionales. Por ejemplo, una o más superposiciones tridimensionales pueden indicar información asociada con el ojo del paciente. La información asociada con el ojo del paciente puede incluir uno o más de la posición, la ubicación de incisión, la capsulorrexia y el centrado, entre otros. En un ejemplo, el segundo sistema médico puede ser y/o puede incluir un sistema de realidad aumentada. En otro ejemplo, el segundo sistema médico puede proporcionar una realidad aumentada a través de una o más superposiciones tridimensionales. El segundo sistema médico puede incluir un microscopio. Por ejemplo, la superposición o las superposiciones tridimensionales se muestran a través del microscopio.

El segundo sistema médico incluye una pantalla integrada en un microscopio (MID). La MID proporciona una o más imágenes tridimensionales a un cirujano. Por ejemplo, la imagen tridimensional o las imágenes tridimensionales incluyen una o más imágenes superpuestas tridimensionales. La MID incluye múltiples pantallas. La MID puede proporcionar una o más imágenes tridimensionales al cirujano a través de múltiples pantallas. La MID puede simular una o más apariencias de profundidad al proporcionar una o más imágenes tridimensionales. El cirujano puede percibir una o más imágenes como tridimensionales. Por ejemplo, una primera pantalla de la MID proporciona una imagen superpuesta bidimensional al cirujano, y una segunda pantalla proporciona simultáneamente una segunda imagen superpuesta bidimensional al cirujano. La segunda imagen superpuesta bidimensional puede ser ligeramente diferente de la primera imagen superpuesta bidimensional. Por ejemplo, una diferencia entre la segunda imagen superpuesta bidimensional y la primera imagen superpuesta bidimensional puede estar en una posición horizontal relativa de un objeto en la segunda imagen superpuesta bidimensional y la primera imagen superpuesta bidimensional. Una diferencia de posición del objeto en la primera imagen superpuesta bidimensional y el objeto en la segunda imagen superpuesta bidimensional puede denominarse disparidad horizontal. De manera más general, por ejemplo, la diferencia de posición del objeto en la primera imagen superpuesta bidimensional y el objeto en la segunda imagen superpuesta bidimensional puede denominarse disparidad binocular.

Las pantallas pueden proporcionar una ilusión de profundidad a partir de imágenes "planas" (por ejemplo, imágenes bidimensionales) que difieren en la disparidad horizontal. Por ejemplo, la primera pantalla proporciona la primera imagen superpuesta bidimensional al ojo izquierdo del cirujano, y la segunda pantalla proporciona la segunda imagen superpuesta bidimensional al ojo derecho del cirujano. Cuando el cirujano ve la primera imagen superpuesta bidimensional con el ojo izquierdo y simultáneamente ve la segunda imagen superpuesta bidimensional con el ojo derecho, el cirujano puede ver una única imagen superpuesta tridimensional. Por ejemplo, el cerebro del cirujano puede aceptar una pequeña disparidad horizontal entre la primera imagen superpuesta en el ojo izquierdo del cirujano y la segunda imagen superpuesta en el ojo derecho del cirujano, lo que puede permitir al cirujano ver (por ejemplo, percibir) una única imagen superpuesta con profundidad. Esto puede denominarse estereoscopia. La imagen superpuesta única con profundidad puede ser una imagen superpuesta tridimensional.

Se produce una imagen superpuesta estéreo mediante la creación de la primera imagen superpuesta bidimensional y la segunda imagen superpuesta bidimensional. Por ejemplo, la primera imagen superpuesta bidimensional puede ser una primera imagen plana, y la segunda imagen superpuesta bidimensional puede ser una segunda imagen plana. La primera imagen plana y la segunda imagen plana pueden denominarse par estéreo. Por ejemplo, la primera imagen plana puede ser para un ojo izquierdo y la segunda imagen plana puede ser para un ojo derecho. La primera imagen plana puede renderizarse con respecto a una posición del ojo izquierdo. La segunda imagen plana puede renderizarse aplicando un desplazamiento horizontal a la posición del ojo izquierdo. Por ejemplo, el desplazamiento horizontal puede ser una distancia interocular. Una distancia interocular típica, por ejemplo, puede ser de unos 6,5 cm. Se pueden utilizar otras distancias interoculares.

La MID puede determinar una distancia interocular. Por ejemplo, los oculares de la MID pueden ser ajustables. Los oculares de la MID se pueden ajustar a una distancia interocular asociada con el cirujano. Para determinar una distancia entre los oculares de la MID se puede utilizar un sensor de la MID. Por ejemplo, se puede determinar una distancia interocular asociada con el cirujano basándose al menos en la distancia entre los oculares de la MID.

Cuando el ojo de un paciente se mueve, puede moverse una imagen superpuesta tridimensional mostrada por la MID. Por ejemplo, la imagen superpuesta tridimensional mostrada por la MID puede moverse de acuerdo con uno o más movimientos del ojo del paciente. Se pueden rastrear múltiples estructuras de iris del ojo del paciente. Por ejemplo, la imagen superpuesta tridimensional mostrada por la MID puede moverse de acuerdo con uno o más movimientos del ojo del paciente basándose al menos en el seguimiento de las múltiples estructuras de iris del ojo del paciente.

La MID puede mostrar la imagen tridimensional cuando el ojo del paciente está en una primera posición. El ojo del paciente puede moverse a una segunda posición. En un ejemplo, el ojo puede moverse hacia la izquierda o hacia la derecha. En un segundo ejemplo, el ojo puede moverse hacia arriba o hacia abajo. En el tercer ejemplo, el ojo puede girar en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj. En otro ejemplo, el ojo puede moverse en una combinación de izquierda o derecha, arriba o abajo y en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj. La MID puede mostrar la imagen superpuesta tridimensional cuando el ojo del paciente está en una segunda posición. Por ejemplo, el ojo puede estar en la segunda posición después de que se mueve. La primera posición del ojo y la segunda posición del ojo pueden determinarse mediante las múltiples estructuras de iris del ojo. La MID puede mostrar la imagen superpuesta tridimensional cuando el ojo del paciente está en la segunda posición. Por ejemplo, la imagen superpuesta tridimensional puede mostrarse en relación con los movimientos del ojo del paciente.

Volviendo ahora a la Figura 1A, se ilustra un ejemplo de un sistema médico. Como se muestra, se puede utilizar un sistema médico 110 con un paciente 120. Como se ilustra, el sistema médico 110 puede incluir un sistema informático 112. El sistema informático 112 puede estar acoplado comunicativamente a las pantallas 116A y 116B. El sistema informático 112 puede estar acoplado comunicativamente a un dispositivo biométrico 114. En un ejemplo, el dispositivo biométrico 114 puede incluir una o más cámaras. En otro ejemplo, el dispositivo biométrico 114 puede incluir un escáner tridimensional. El dispositivo biométrico 114 se puede utilizar en la biometría de un ojo 122 del paciente 120. Como se muestra, la pantalla 116A puede mostrar una imagen 130A asociada con el ojo 122 del paciente 120. Como se ilustra, la pantalla 116B puede mostrar una imagen 130B asociada con el ojo 122 del paciente 120.

El sistema informático 112 puede determinar información de reconocimiento ocular. Por ejemplo, la información de reconocimiento ocular puede incluir información biométrica asociada con el ojo 122 del paciente 120. La información de biometría asociada con el ojo 122 puede incluir uno o más de un patrón de vasos sanguíneos de una esclerótica del ojo 122, una estructura de un iris del ojo 122, una posición de una estructura de un iris del ojo 122, una medición de distancia de una córnea del ojo 122 a una lente del ojo 122, una medición de distancia de una lente del ojo 122 a una retina del ojo 122, una topografía de la córnea del ojo 122, un patrón retiniano del ojo 122 y una medición del frente de onda, entre otras.

Como se muestra, la pantalla 116B puede mostrar estructuras de un iris 134A-134C del ojo 122. Como se ilustra, la pantalla 116B puede mostrar áreas de visualización 136A-136D. En un ejemplo, un área de visualización 136 puede mostrar una medición de distancia de una córnea del ojo 122 a una lente del ojo 122, una medición de distancia de una lente del ojo 122 a una retina del ojo 122, una posición de una estructura de un iris 134, información de topografía

de la córnea o información de medición del frente de onda, entre otra información biométrica asociada con el ojo 122. En otro ejemplo, un área de visualización 136 puede mostrar cualquier información asociada con el paciente 120.

Una persona 150 puede operar el sistema médico 110. Por ejemplo, la persona 150 puede ser personal médico. La persona 150 puede introducir información de identificación asociada con el paciente 120 en el sistema informático 112. La información de identificación asociada con el paciente 120 puede incluir uno o más de un nombre del paciente 120, una dirección del paciente 120, un número de teléfono del paciente 120, un número de identificación del paciente emitido por el gobierno 120, una cadena de identificación del paciente emitida por el gobierno 120, y una fecha de nacimiento del paciente 120, entre otros.

La persona 150 puede proporcionar al sistema informático 112 información de procedimientos médicos asociada con el paciente 120. La información de procedimientos médicos puede estar asociada con un procedimiento médico. La información de procedimientos médicos puede estar asociada a información de identificación asociada con el paciente 120. El sistema informático 112 puede almacenar la información de procedimientos médicos. Por ejemplo, el sistema informático 112 puede almacenar la información de procedimientos médicos para su utilización posterior. La información de procedimientos médicos puede estar asociada con una cirugía. Por ejemplo, la información de procedimientos médicos puede recuperarse antes de la cirugía. La información de procedimientos médicos puede utilizarse durante un procedimiento médico. Por ejemplo, el procedimiento médico puede incluir una cirugía.

Volviendo ahora a la Figura 1B, se ilustra un ejemplo de un dispositivo biométrico. Como se muestra, el dispositivo biométrico 114 puede incluir sensores de imagen 160A-160C. Por ejemplo, un sensor de imagen 160 puede incluir una cámara. Una cámara puede incluir uno o más sensores de imagen digital. En un ejemplo, un sensor de imagen digital puede incluir un dispositivo de carga acoplada (CCD). En otro ejemplo, un sensor de imagen digital puede incluir un semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS). La cámara puede transformar la luz en datos digitales. La cámara puede utilizar un filtro de mosaico de Bayer. Por ejemplo, la cámara puede utilizar un filtro de mosaico de Bayer en combinación con un filtro óptico antiplegamiento. Una combinación del mosaico del filtro Bayer con el filtro óptico antiplegamiento puede reducir el plegamiento debido al muestreo reducido de diferentes imágenes de colores primarios. La cámara puede utilizar un proceso de demostración. Por ejemplo, el proceso de interpolación cromática en mosaico se puede utilizar para interpolar información de color para crear una gama completa de datos de imagen en rojo, verde y azul (RGB).

Como se ilustra, el dispositivo biométrico 114 puede incluir proyectores de luz 162A-162C. En un ejemplo, un proyector de luz 162 puede proyectar luz visible. En otro ejemplo, un proyector de luz 162 puede proyectar luz infrarroja. Un proyector de luz 162 puede proyectar círculos y/o puntos sobre el ojo de un paciente. Un sensor de imagen 160 puede recibir reflejos de los círculos y/o puntos que se proyectaron sobre el ojo del paciente. Un sistema informático puede determinar una o más ubicaciones y/o una o más plantillas asociadas con el ojo del paciente basándose al menos en los reflejos de los círculos y/o los puntos que se proyectaron sobre el ojo del paciente. Como se muestra, el dispositivo biométrico 114 puede incluir sensores de profundidad 164A-164C. Un sensor de profundidad 164 puede incluir un proyector de luz 162. Un sensor de profundidad 164 puede incluir un sensor óptico. Como se ilustra, el dispositivo biométrico 114 puede incluir un dispositivo de reflectómetro óptico de baja coherencia (OLCR) 166. Como se muestra, el dispositivo biométrico 114 puede incluir un dispositivo de frente de onda 168.

El dispositivo de frente de onda 168 puede incluir una o más fuentes de luz y un sensor de frente de onda, entre otros. Una fuente de luz puede proporcionar una primera onda de luz al ojo 122. Un sensor de frente de onda puede recibir una primera onda de luz perturbada, basada al menos en la primera onda de luz, desde el ojo 122. En un ejemplo, el dispositivo de frente de onda 168 puede determinar primeras correcciones ópticas basándose al menos en la primera luz perturbada. En otro ejemplo, un sistema informático puede determinar primeras correcciones ópticas basándose al menos en la primera luz perturbada. El dispositivo de frente de onda 168 puede proporcionar datos a un sistema informático, basándose al menos en la primera onda de luz perturbada. Por ejemplo, el sistema informático puede determinar las primeras correcciones ópticas basándose al menos en los datos del dispositivo de frente de onda 168.

Se pueden combinar dos o más de un sensor de imagen 160, un proyector de luz 162, un sensor de profundidad 164, un dispositivo OLCR 166 y un dispositivo de frente de onda 168. Uno o más de los sensores de imagen 160A-160C, uno o más de los proyectores de luz 162A-162C, uno o más de los sensores de profundidad 164A-164C, el dispositivo OLCR 166 y/o el dispositivo de frente de onda 168, entre otros, pueden producir datos que pueden ser utilizados por un sistema informático.

Volviendo ahora a la Figura 2A, se ilustra un segundo ejemplo de un sistema médico. Como se muestra, un cirujano 210 puede utilizar el equipo de herramientas quirúrgicas 220. En un ejemplo, el cirujano 210 puede utilizar el equipo de herramientas quirúrgicas 220 en una cirugía que involucra el ojo 122 del paciente 120. Un sistema médico 200A puede incluir un sistema de seguimiento de herramientas quirúrgicas oftálmicas. Como se ilustra, el sistema médico 200A puede incluir un sistema informático 230, una pantalla 240 y una MID 250.

El sistema informático 230 puede recibir fotogramas de imagen capturados por uno o más sensores de imagen. Por ejemplo, el sistema informático 230 puede realizar diversos procesamientos de imágenes en uno o más fotogramas de imagen. El sistema informático 230 puede realizar análisis de imágenes en uno o más fotogramas de imagen para

identificar y/o extraer una o más imágenes del equipo de herramientas quirúrgicas 220 de uno o más fotogramas de imagen. El sistema informático 230 puede generar una interfaz gráfica de usuario (GUI), que puede superponer uno o más fotogramas. Por ejemplo, la GUI puede incluir uno o más indicadores y/o uno o más iconos, entre otros. El uno o más indicadores pueden incluir datos quirúrgicos, tales como una o más posiciones y/o una o más orientaciones. El uno o más indicadores pueden incluir una o más advertencias. La GUI puede mostrarse mediante la pantalla 240 y/o la MID 250 al cirujano 210 y/u otro personal médico.

El sistema informático 230, la pantalla 240 y la MID 250 pueden implementarse en receptáculos separados acoplados comunicativamente entre sí o dentro de una consola o receptáculo común. Una interfaz de usuario puede estar asociada con uno o más del sistema informático 230, la pantalla 240 y la MID 250, entre otros. Por ejemplo, una interfaz de usuario puede incluir uno o más de un teclado, un mouse, una palanca de mando, una pantalla táctil, un dispositivo de seguimiento ocular, un dispositivo de reconocimiento de voz, un módulo de control de gestos, diales y/o botones, entre otros dispositivos de entrada. Un usuario (por ejemplo, el cirujano 210 y/u otro personal médico) puede introducir las instrucciones y/o parámetros deseados a través de la interfaz de usuario. Por ejemplo, la interfaz de usuario puede utilizarse para controlar uno o más del sistema informático 230, la pantalla 240 y la MID 250, entre otros.

Volviendo ahora a la Figura 2B, se ilustra otro ejemplo de un sistema médico. Como se muestra, un cirujano 210 puede utilizar un sistema 200B. Por ejemplo, el cirujano 210 puede utilizar el sistema 200B en una cirugía que involucre el ojo 122 del paciente 120. El sistema 200B puede incluir múltiples sistemas. Como se muestra, el sistema 200B puede incluir un sistema de corte 215A. Por ejemplo, el cirujano 210 puede utilizar el sistema 215A para cortar el ojo 122. El ojo 122 puede incluir un colgajo en la córnea de un ojo del paciente 120. Como se ilustra, el sistema 200B puede incluir un sistema de conformación 215B. Por ejemplo, el cirujano 210 puede utilizar el sistema de conformación 215B para realizar la ablación en una parte interior de la córnea del ojo 122.

Como se muestra, el sistema 215A puede incluir una pantalla 240A. Como se ilustra, el sistema 215A puede incluir una MID 250A. Como se ilustra, la MID 250A puede incluir oculares 252AA y 252AB. Un ocular 252A puede referirse a un ocular 252AA o a un ocular 252BA. Un ocular 252B puede referirse a un ocular 252AB o a un ocular 252BB. El sistema 215A puede incluir uno o más sensores de imagen 160A-160C, uno o más proyectores de luz 162A-162C, uno o más sensores de profundidad 164A-164C, dispositivo OLCR 166 y/o dispositivo de frente de onda 168, entre otros. Como se ilustra, el sistema 215B puede incluir una pantalla 240B. Como se muestra, el sistema 215B puede incluir una MID 250B. Como se ilustra, la MID 250B puede incluir oculares 252BA y 252BB. El sistema 215B puede incluir uno o más sensores de imagen 160A-160C, uno o más proyectores de luz 162A-162C, uno o más sensores de profundidad 164A-164C, dispositivo OLCR 166 y/o dispositivo de frente de onda 168, entre otros.

El sistema 215A puede incluir un láser, tal como un láser de femtosegundo, que puede usar pulsos láser cortos para extirpar una serie de pequeñas porciones de tejido corneal para formar un colgajo que puede levantarse para exponer una parte interior de la córnea. El colgajo se puede planificar y cortar usando una o ambas pantallas de dispositivo de corte 240A y 250A, junto con dispositivos de control y un sistema informático 230A. Como se muestra, el sistema 215A puede incluir el sistema informático 230A. Por ejemplo, el sistema informático 230A puede estar acoplado a uno o más sensores de imagen 160A-160C, uno o más proyectores de luz 162A-162C, uno o más sensores de profundidad 164A-164C, dispositivo OLCR 166 y/o dispositivo de frente de onda 168, entre otros, del sistema 215A. Como se ilustra, el sistema 215B puede incluir el sistema informático 230B. Por ejemplo, el sistema informático 230B puede estar acoplado a uno o más sensores de imagen 160A-160C, uno o más proyectores de luz 162A-162C, uno o más sensores de profundidad 164A-164C, dispositivo OLCR 166 y/o dispositivo de frente de onda 168, entre otros, del sistema 215B.

Los sistemas 215A y 215B pueden estar físicamente separados como se muestra en la Figura 2B. El paciente 120 puede moverse entre los sistemas 215A y 215B. Alternativamente, el paciente 120 puede permanecer estacionario y los sistemas 215A y 215B pueden trasladarse al paciente 120. Los sistemas 215A y 215B pueden combinarse físicamente en un único dispositivo unitario, de manera que ni el dispositivo ni el paciente 120 se reposicionan al cambiar entre los sistemas 215A y 215B.

El sistema 200B puede incluir uno o más dispositivos de control para controlar los sistemas 215A y 215B. Por ejemplo, uno o más dispositivos de control pueden incluir uno o más de una pantalla interactiva, tal como una pantalla táctil, un teclado, un mouse, un panel táctil, botones, una palanca de mando, un pedal, una pantalla frontal y gafas de realidad virtual u otros dispositivos capaces de interactuar con un usuario, como el personal médico.

El sistema 200B puede incluir al menos un sistema informático configurado para generar una imagen presentada en al menos una de las pantallas 240A, 250A, 240B y 250B, entre otras. Por ejemplo, el al menos un sistema informático puede incluir uno o más de los sistemas informáticos 230A y 230B. Uno o más de los sistemas informáticos 230A y 230B pueden estar acoplados a dispositivos de observación, tales como un microscopio, una cámara, un dispositivo o pantalla de tomografía de coherencia óptica (OCT), u otro dispositivo capaz de medir la posición del ojo sometido a cirugía. Uno o más de los sistemas informáticos 230A y 230B pueden estar acoplados a uno o más de los dispositivos de control.

En un ejemplo, el sistema informático del dispositivo de corte 230A: i) puede acoplarse a dispositivos de observación que observan el ojo cuando el paciente 120 está colocado con el sistema 215A, ii) puede proporcionar información

gráfica con respecto a la ubicación planificada del colgajo y el área de ablación planificada a uno o más de las pantallas 240A y 250A, y iii) pueden acoplarse a uno o más dispositivos de control del sistema 215A. En un segundo ejemplo, la computadora del dispositivo de conformación 230B: i) puede acoplarse a dispositivos de observación que observan el ojo cuando el paciente 120 está colocado con un dispositivo de conformación, ii) puede proporcionar información gráfica con respecto a la ubicación planificada del colgajo y el área de ablación planificada para una o más de las pantallas 240B y 250B, y iii) pueden estar acopladas a uno o más dispositivos de control del sistema 215B. En otro ejemplo, un sistema informático puede incluir las propiedades y/o los atributos descritos anteriormente con respecto a uno o más de los sistemas informáticos 230A y 230B, entre otros.

Un sistema informático de un sistema 200 puede acoplarse a otra parte del sistema 200 de forma cableada o inalámbrica. Uno o más de los sistemas informáticos del sistema 200 pueden estar acoplados a una base de datos, almacenada localmente, en un sistema informático remoto o en un centro de datos remoto, o ambos, que almacenan datos de pacientes, planes de tratamientos y/u otra información asociada con tratamientos médicos y/o sistema 200. En un ejemplo, la base de datos puede incluir una base de datos relacional. En un segundo ejemplo, la base de datos puede incluir una base de datos de gráficos. En otro ejemplo, la base de datos puede incluir una base de datos "No solo SQL" (NoSQL).

El sistema 200 puede introducir información sobre el paciente 120 y el tratamiento que se realizará en el paciente 120 o que realmente se realizará en el paciente 120. El sistema 200 puede permitir a un usuario ingresar y ver información sobre el paciente 120 y el tratamiento que se realizará en el paciente 120. Dichos datos pueden incluir información sobre el paciente 120, tal como información de identificación, un historial médico del paciente 120 e información sobre el ojo 122 que se está tratando. Dichos datos pueden incluir información sobre los planes de tratamiento, como la forma y ubicación de un corte corneal y la forma y ubicación de la ablación, entre otros.

Volviendo ahora a la Figura 2C, se ilustra un ejemplo de una pantalla integrada en un microscopio y ejemplos de equipo de herramientas quirúrgicas. Como se muestra, el equipo de herramientas quirúrgicas 220A puede ser o incluir un bisturí. Como se ilustra, el equipo de herramientas quirúrgicas 220B puede ser o incluir un hisopo. Como se muestra, el equipo de herramientas quirúrgicas 220C puede ser o incluir pinzas. Otro equipo de herramientas quirúrgicas que no se ilustran específicamente se pueden utilizar con uno o más sistemas, uno o más procesos y/o uno o más métodos descritos en el presente documento.

Como ejemplo, el equipo de herramientas quirúrgicas 220 puede estar marcado con uno o más patrones. Se pueden utilizar uno o más patrones para identificar el equipo de herramientas quirúrgicas 220. El uno o más patrones pueden incluir uno o más de un patrón de hash, un patrón de rayas y un patrón fractal, entre otros. Como otro ejemplo, el equipo de herramientas quirúrgicas 220 puede marcarse con un colorante y/o una pintura. El colorante y/o la pintura pueden reflejar una o más de luz visible, luz infrarroja y luz ultravioleta, entre otras. En un ejemplo, un iluminador 278 puede proporcionar luz ultravioleta, y el sensor de imagen 272 puede recibir la luz ultravioleta reflejada desde el equipo de herramientas quirúrgicas 220. El sistema informático 230 puede recibir datos de imagen, basándose al menos en la luz ultravioleta reflejada desde el equipo de herramientas quirúrgicas 220, desde el sensor de imágenes 272 y puede utilizar los datos de imágenes, basándose al menos en la luz ultravioleta reflejada desde el equipo de herramientas quirúrgicas 220, para identificar el equipo de herramientas quirúrgicas 220 a partir de otros datos de imagen proporcionados por el sensor de imagen 272. En otro ejemplo, un iluminador 278 puede proporcionar luz infrarroja, y el sensor de imagen 272 puede recibir la luz infrarroja reflejada desde el equipo de herramientas quirúrgicas 220. El sistema informático 230 puede recibir datos de imagen, basándose al menos en la luz infrarroja reflejada desde el equipo de herramientas quirúrgicas 220, desde el sensor de imágenes 272 y puede utilizar los datos de imágenes, basándose al menos en la luz infrarroja reflejada desde el equipo de herramientas quirúrgicas 220, para identificar el equipo de herramientas quirúrgicas 220 a partir de otros datos de imagen proporcionados por el sensor de imagen 272.

Como se ilustra, la MID 250 puede incluir oculares 252A y 252B. Como se muestra, la MID 250 puede incluir pantallas 262A y 262B. El cirujano 210 puede mirar dentro de los oculares 252A y 252B. En un ejemplo, la pantalla 262A puede mostrar una o más imágenes a través del ocular 252A. El ojo izquierdo del cirujano 210 puede utilizar el ocular 252A. En otro ejemplo, la pantalla 262B puede mostrar una o más imágenes a través del ocular 252B. Un ojo derecho del cirujano 210 puede utilizar el ocular 252B. Aunque la MID 250 se muestra con múltiples pantallas, la MID 250 puede incluir una única pantalla 262. Por ejemplo, la pantalla única 262 puede mostrar una o más imágenes a través de uno o más oculares 252A y 252B. La MID 250 puede implementarse con una o más pantallas 262.

Como se muestra, la MID 250 puede incluir sensores de imagen 272A y 272B. En un ejemplo, los sensores de imagen 272A y 272B pueden adquirir imágenes. En un segundo ejemplo, los sensores de imagen 272A y 272B pueden incluir cámaras. En otro ejemplo, un sensor de imagen 272 puede adquirir imágenes a través de una o más de luz visible, luz infrarroja y luz ultravioleta, entre otras. Uno o más sensores de imagen 272A y 272B pueden proporcionar datos de imágenes al sistema informático 230. Aunque la MID 250 se muestra con múltiples sensores de imagen, la MID 250 puede incluir un único sensor de imagen 272. La MID 250 puede implementarse con uno o más sensores de imagen 272.

Como se ilustra, la MID 250 puede incluir sensores de distancia 274A y 274. Por ejemplo, un sensor de distancia 274 puede determinar una distancia al equipo de herramientas quirúrgicas 220. El sensor de distancia 274 puede determinar una distancia asociada con un eje Z. Aunque la MID 250 se muestra con múltiples sensores de imagen, la MID 250 puede incluir un único sensor de distancia 274. En un ejemplo, la MID 250 puede implementarse con uno o más sensores de distancia 274. En otro ejemplo, la MID 250 puede implementarse sin sensor de distancia.

Como se muestra, la MID 250 puede incluir lentes 276A y 276B. Aunque la MID 250 se muestra con múltiples lentes 276A y 276B, la MID 250 puede incluir una única lente 276. MID 250 se puede implementar con una o más lentes 276. Como se ilustra, la MID 250 puede incluir iluminadores 278A y 278B. Por ejemplo, un iluminador 278 puede proporcionar y/o producir una o más de luz visible, luz infrarroja y luz ultravioleta, entre otras. Aunque la MID 250 se muestra con múltiples iluminadores, la MID 250 puede incluir un único iluminador 278. MID 250 puede implementarse con uno o más iluminadores 278. MID 250 puede incluir una o más estructuras y/o una o más funcionalidades como las descritas con referencia al dispositivo biométrico 114. En un ejemplo, la MID 250 puede incluir el dispositivo OLCR 166. En otro ejemplo, la MID 250 puede incluir el dispositivo de frente de onda 168.

Volviendo ahora a las figuras 3A-3D, se ilustran ejemplos de un ojo. Como se muestra en la Figura 3A, el ojo 122 puede estar orientado hacia arriba. En un ejemplo, el ojo 122 puede orientarse hacia arriba sin formar un ángulo. En otro ejemplo, el ojo 122 puede orientarse hacia arriba sin girarse. Se pueden utilizar dos o más estructuras de iris 134A-134C para determinar que el ojo 122 está orientado hacia arriba. Por ejemplo, el sistema informático 230 puede determinar las posiciones respectivas de dos o más estructuras de iris 134A-134C. El sistema informático 230 puede determinar que el ojo 122 está orientado hacia arriba basándose en al menos una de las posiciones respectivas de las dos o más estructuras de iris 134A-134C.

Como se ilustra en la Figura 3B, el ojo 122 puede girarse. Se pueden utilizar dos o más estructuras de iris 134A-134C para determinar que el ojo 122 está girado. Por ejemplo, el sistema informático 230 puede determinar las posiciones respectivas de dos o más estructuras de iris 134A-134C. El sistema informático 230 puede determinar que el ojo 122 gira en un ángulo basado en al menos una de las posiciones respectivas de las dos o más estructuras de iris 134A-134C.

Como se muestra en la Figura 3C, el ojo 122 puede estar inclinado. Como se ilustra, el ojo 122 puede estar inclinado hacia la izquierda. Se pueden utilizar dos o más estructuras de iris 134A-134C para determinar que el ojo 122 está inclinado. Por ejemplo, el sistema informático 230 puede determinar las posiciones respectivas de dos o más estructuras de iris 134A-134C. El sistema informático 230 puede determinar que el ojo 122 está inclinado en un ángulo basado en al menos una de las posiciones respectivas de las dos o más estructuras de iris 134A-134C.

Como se ilustra en la Figura 3D, el ojo 122 puede estar inclinado. Como se muestra, el ojo 122 puede estar inclinado hacia abajo. Se pueden utilizar dos o más estructuras de iris 134A-134C para determinar que el ojo 122 está inclinado. Por ejemplo, el sistema informático 230 puede determinar las posiciones respectivas de dos o más estructuras de iris 134A-134C. El sistema informático 230 puede determinar que el ojo 122 está inclinado en un ángulo basado en al menos una de las posiciones respectivas de las dos o más estructuras de iris 134A-134C.

Volviendo ahora a las figuras 3E-3H, se ilustran ejemplos de un ojo y un sistema de coordenadas. Como se muestra en la Figura 3E, el ojo 122 puede estar en un ángulo  $\theta_x$  desde un eje Z con respecto a un eje X. El ángulo  $\theta_x$  puede ser positivo o negativo. Como se ilustra en la Figura 3F, el ojo 122 puede estar en un ángulo  $\theta_y$  desde el eje Z con respecto al eje Y. El ángulo  $\theta_y$  puede ser positivo o negativo. Como se muestra en la Figura 3G, el ojo 122 puede girarse un ángulo  $\phi$ . Por ejemplo, el ojo 122 puede girarse un ángulo  $\phi$  alrededor del eje Z. El ángulo  $\phi$  puede ser positivo o negativo. Como se ilustra en la Figura 3G, el ojo 122 se puede girar en un ángulo  $\phi$  alrededor de un eje arbitrario 310. El ángulo  $\phi$  puede ser positivo o negativo. En un ejemplo, el eje 310 puede basarse al menos en el ángulo  $\theta_x$ . En un segundo ejemplo, el eje 310 puede basarse al menos en el ángulo  $\theta_y$ . En otro ejemplo, el eje 310 puede basarse al menos en el ángulo  $\theta_x$  y basado al menos en el ángulo  $\theta_y$ . Aunque las figuras 3E-3H utilizan un sistema de coordenadas cartesianas, se puede utilizar cualquier sistema de coordenadas.

Volviendo ahora a las figuras 4A-4D, se ilustran ejemplos de ubicaciones de estructuras de iris. Como se muestra en las figuras 4A-4D, un eje X y un eje Y pueden estar en un plano como se ilustra. No se ilustra específicamente un eje Z. El eje Z puede ser perpendicular al eje X y al eje Y. El eje Z puede provenir de la página. Las estructuras de iris 134A-134C, como se muestra en la Figura 3A, pueden estar asociados respectivamente con las posiciones 410-414, como se ilustra en la Figura 4A. Por ejemplo, las estructuras de iris 134A-134C pueden estar respectivamente en las posiciones 410-414. Una posición de una estructura de iris de las estructuras de iris 410-444 puede estar asociada con una coordenada X, una coordenada Y y una coordenada Z.

Las estructuras de iris 134A-134C, como se muestra en la Figura 3B, pueden estar asociados respectivamente con las posiciones 420-424, como se ilustra en la Figura 4B. Por ejemplo, las estructuras de iris 134A-134C pueden estar respectivamente en las posiciones 420-424. Las estructuras de iris 134A-134C, como se muestra en la Figura 3C, pueden estar asociados respectivamente con las posiciones 430-434, como se ilustra en la Figura 4C. Por ejemplo, las estructuras de iris 134A-134C pueden estar respectivamente en las posiciones 430-434. Las estructuras de iris 134A-134C, como se muestra en la Figura 3D, pueden estar asociados respectivamente con las posiciones 440-444,

como se ilustra en la Figura 4D. Por ejemplo, las estructuras de iris 134A-134C pueden estar respectivamente en las posiciones 440-444.

5 Volviendo ahora a la Figura 5A, se ilustra un ejemplo de una superposición de estructura alámbrica. Una imagen tridimensional puede ser o incluir una superposición de estructura alámbrica 510.

Volviendo ahora a la Figura 5B, se ilustra un ejemplo de estructuras de ojo y de iris. Como se muestra, el ojo 122 puede incluir estructuras de iris 134A-134C.

10 Volviendo ahora a las figuras 5C y 5D, se ilustran ejemplos de imágenes tridimensionales. Como se muestra en la Figura 5C, la estructura alámbrica 510 puede visualizarse en un ojo de visión 122. Por ejemplo, la estructura alámbrica 510 puede superponerse a un ojo de visión 122. La MID 250 puede superponerse a la estructura alámbrica 510 en un ojo de visión 122. Como se ilustra en la Figura 5D, los gráficos 520 y 522 pueden visualizarse en un ojo de visión 122. Por ejemplo, los gráficos 520 y 522 pueden superponerse en un ojo de visión 122. La MID 250 puede superponer los  
15 gráficos 520 y 522 en un ojo de visión 122. Por ejemplo, los gráficos 520 y 522 pueden indicar ubicaciones de sitios de incisión del ojo 122.

La MID 250 puede proporcionar una o más imágenes tridimensionales al cirujano 210. La MID 250 puede proporcionar una o más imágenes tridimensionales al cirujano 210 a través de las pantallas 262A y 262B. Por ejemplo, la imagen tridimensional o más imágenes tridimensionales pueden incluir una o más imágenes superpuestas tridimensionales. La MID 250 puede simular una o más apariencias de profundidad al proporcionar una o más imágenes tridimensionales. El cirujano 210 puede percibir una o más imágenes como tridimensionales. Por ejemplo, la pantalla 262A puede proporcionar una primera imagen superpuesta bidimensional al cirujano 210, y la pantalla 262B puede proporcionar simultáneamente una segunda imagen superpuesta bidimensional al cirujano 210. La segunda imagen superpuesta bidimensional puede ser ligeramente diferente de la primera imagen superpuesta bidimensional. Por ejemplo, una diferencia entre la segunda imagen superpuesta bidimensional y la primera imagen superpuesta bidimensional puede estar en una posición horizontal relativa de un objeto en la segunda imagen superpuesta bidimensional y la primera imagen superpuesta bidimensional. Una diferencia de posición del objeto en la primera imagen superpuesta bidimensional y el objeto en la segunda imagen superpuesta bidimensional puede denominarse disparidad horizontal. De manera más general, por ejemplo, la diferencia de posición del objeto en la primera imagen superpuesta bidimensional y el objeto en la segunda imagen superpuesta bidimensional puede denominarse disparidad binocular.

Las pantallas 262A y 262B pueden proporcionar una ilusión de profundidad a partir de imágenes "planas" (por ejemplo, imágenes bidimensionales) que difieren en la disparidad horizontal. Por ejemplo, la pantalla 262A puede proporcionar la primera imagen superpuesta bidimensional al ojo izquierdo del cirujano 210, y la pantalla 262B puede proporcionar la segunda imagen superpuesta bidimensional al ojo derecho del cirujano 210. Cuando el cirujano 210 ve la primera imagen superpuesta bidimensional en el ojo izquierdo y simultáneamente ve la segunda imagen superpuesta bidimensional en el ojo derecho, el cirujano 210 puede ver una única imagen superpuesta tridimensional. Por ejemplo, un cerebro del cirujano 210 puede aceptar una pequeña disparidad horizontal entre la primera imagen superpuesta bidimensional del ojo izquierdo del cirujano 210 y la segunda imagen superpuesta bidimensional del ojo derecho del cirujano 210, lo que puede permitir al cirujano 210 ver (por ejemplo, percibir) una sola imagen con profundidad. Esto puede denominarse estereoscopia. La imagen única con profundidad puede ser una imagen superpuesta tridimensional.

45 Se puede producir una imagen estéreo creando la primera imagen superpuesta bidimensional y la segunda imagen superpuesta bidimensional. Por ejemplo, la primera imagen superpuesta bidimensional puede ser una primera imagen plana, y la segunda imagen superpuesta bidimensional puede ser una segunda imagen plana. La primera primera imagen plana y la segunda imagen plana pueden denominarse par estéreo. Por ejemplo, la primera primera imagen plana puede ser para un ojo izquierdo y la segunda primera imagen plana puede ser para un ojo derecho. La primera imagen plana puede renderizarse con respecto a una posición del ojo izquierdo. La segunda imagen plana puede renderizarse aplicando un desplazamiento horizontal a la posición del ojo izquierdo. Por ejemplo, el desplazamiento horizontal puede ser una distancia interocular. Una distancia interocular típica, por ejemplo, puede ser de unos 6,5 cm.

La MID 250 puede determinar una distancia interocular. Por ejemplo, los oculares 252A y 252B pueden ser ajustables. Los oculares 252A y 252B pueden ajustarse para una distancia interocular asociada con el cirujano 210. Se puede utilizar un sensor de MID 250 para determinar una distancia entre los oculares 252A y 252B. Por ejemplo, se puede determinar una distancia interocular asociada con el cirujano 210 basándose al menos en la distancia entre los oculares 252A y 252B.

60 Volviendo ahora a la Figura 6, se ilustra un ejemplo de un sistema informático. Como se muestra, un sistema informático 600 puede incluir un procesador 610, un medio de memoria volátil 620, un medio de memoria no volátil 630 y un dispositivo de entrada/salida (I/O) 640. Como se ilustra, el medio de memoria volátil 620, el medio de memoria no volátil 630 y el dispositivo de I/O 640 pueden acoplarse comunicativamente al procesador 610.

65 El término "medio de memoria" puede significar una "memoria", un "dispositivo de almacenamiento", un "dispositivo de memoria", un "medio legible por computadora" y/o un "medio de almacenamiento tangible legible por computadora".

Por ejemplo, un medio de memoria puede incluir, sin limitación, medios de almacenamiento tales como un dispositivo de almacenamiento de acceso directo, incluyendo una unidad de disco duro, un dispositivo de almacenamiento de acceso secuencial, tal como una unidad de disco de cinta, disco compacto (CD), memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM), CD-ROM, disco versátil digital (DVD), memoria de sólo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), memoria flash, medios no transitorios y/o una o más combinaciones de lo anterior. Como se muestra, el medio de memoria no volátil 630 puede incluir instrucciones 632 de procesador. Las instrucciones 632 de procesador pueden ser ejecutadas por el procesador 610. En un ejemplo, una o más partes de las instrucciones 632 de procesador pueden ejecutarse a través del medio de memoria no volátil 630. En otro ejemplo, una o más partes de las instrucciones 632 de procesador pueden ejecutarse a través del medio de memoria volátil 620. Una o más partes de las instrucciones 632 de procesador pueden transferirse al medio de memoria volátil 620.

El procesador 610 puede ejecutar instrucciones 632 de procesador al implementar al menos una parte de uno o más sistemas, uno o más diagramas de flujo, uno o más procesos y/o uno o más métodos descritos en el presente documento. Por ejemplo, las instrucciones 632 de procesador pueden configurarse, codificarse y/o encriptarse con instrucciones de acuerdo con al menos una parte de uno o más sistemas, uno o más diagramas de flujo, uno o más métodos y/o uno o más procesos descritos en el presente documento. Aunque el procesador 610 se ilustra como un procesador único, el procesador 610 puede ser o incluir múltiples procesadores. Uno o más de un medio de almacenamiento y un medio de memoria pueden ser un producto de software, un producto de programa y/o un artículo de fabricación. Por ejemplo, el producto de software, el producto de programa y/o el artículo de fabricación pueden configurarse, codificarse y/o encriptarse con instrucciones, ejecutables por un procesador, de acuerdo con al menos una parte de uno o más sistemas, uno o más diagramas de flujo, uno o más métodos y/o uno o más procesos descritos en el presente documento.

El procesador 610 puede incluir cualquier sistema, dispositivo o aparato adecuado operable para interpretar y ejecutar instrucciones de programa, procesar datos o ambos almacenados en un medio de memoria y/o recibidos a través de una red. El procesador 610 puede incluir además uno o más microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC) u otros circuitos configurados para interpretar y ejecutar instrucciones de programas, procesar datos o ambos.

El dispositivo de I/O 640 puede incluir cualquier instrumento o instrumentos que permitan, autoricen y/o habiliten a un usuario para interactuar con el sistema informático 600 y sus componentes asociados facilitando la entrada de un usuario y la salida a un usuario. Facilitar la entrada de un usuario puede permitirle manipular y/o controlar el sistema informático 600, y facilitar la salida a un usuario puede permitir que el sistema informático 600 indique los efectos de la manipulación y/o control del usuario. Por ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede permitir a un usuario ingresar datos, instrucciones o ambos en el sistema informático 600, y de otro modo manipular y/o controlar el sistema informático 600 y sus componentes asociados. Los dispositivos de I/O pueden incluir dispositivos de interfaz de usuario, tales como un teclado, un ratón, una pantalla táctil, una palanca de mango, una lente portátil, un dispositivo de seguimiento de herramientas, un dispositivo de entrada de coordenadas o cualquier otro dispositivo de I/O adecuado para ser utilizado con un sistema.

El dispositivo de I/O 640 puede incluir uno o más buses, uno o más dispositivos en serie y/o una o más interfaces de red, entre otros, que pueden facilitar y/o permitir que el procesador 610 implemente al menos partes de uno o más sistemas, procesos y/o métodos descritos en el presente documento. En un ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede incluir una interfaz de almacenamiento que puede facilitar y/o permitir que el procesador 610 se comunique con un almacenamiento externo. La interfaz de almacenamiento puede incluir una o más de una interfaz de bus serie universal (USB), una interfaz SATA (Serial ATA), una interfaz PATA (Parallel ATA) y una interfaz de sistema informático pequeño (SCSI), entre otras. En un segundo ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede incluir una interfaz de red que puede facilitar y/o permitir que el procesador 610 se comunique con una red. El dispositivo de I/O 640 puede incluir una o más de una interfaz de red inalámbrica y una interfaz de red cableada. En un tercer ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede incluir uno o más de una interfaz de interconexión de componentes periféricos (PCI), una interfaz PCI Express (PCIe), una interfaz de interconexión de periféricos en serie (SPI) y una interfaz de circuito integrado (I<sup>2</sup>C), entre otros. En un cuarto ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede incluir circuitos que pueden permitir que el procesador 610 comunique datos con uno o más sensores. En un quinto ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede facilitar y/o permitir que el procesador 610 comunique datos con uno o más de una pantalla 650 y una MID 660, entre otros. En otro ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede facilitar y/o permitir que el procesador 610 comunique datos con un dispositivo de imágenes 670. Como se ilustra, el dispositivo de I/O 640 puede estar acoplado a una red 680. Por ejemplo, el dispositivo de I/O 640 puede incluir una interfaz de red.

La red 680 puede incluir una red cableada, una red inalámbrica, una red óptica o una combinación de las anteriores, entre otras. La red 680 puede incluir y/o estar acoplada a varios tipos de redes de comunicaciones. Por ejemplo, la red 680 puede incluir y/o estar acoplada a una red de área local (LAN), una red de área amplia (WAN), Internet, una red telefónica pública conmutada (PSTN), una red telefónica celular, una red telefónica satelital, o una combinación de los anteriores, entre otros. Una WAN puede incluir una WAN privada, una WAN corporativa, una WAN pública o una combinación de las anteriores, entre otras.

Un sistema informático descrito en el presente documento puede incluir una o más estructuras y/o una o más funcionalidades como las descritas con referencia al sistema informático 600. En un ejemplo, el sistema informático 112 puede incluir una o más estructuras y/o una o más funcionalidades como las descritas con referencia al sistema informático 600. En un segundo ejemplo, el sistema informático 230 puede incluir una o más estructuras y/o una o más funcionalidades como las descritas con referencia al sistema informático 600. En otro ejemplo, un sistema informático de MID 250 puede incluir una o más estructuras y/o una o más funcionalidades como las descritas con referencia al sistema informático 600.

Volviendo ahora a la Figura 7, se ilustra un ejemplo de un método para operar un sistema médico. En 710, se puede recibir una primera imagen de un ojo de un paciente. Por ejemplo, el sistema informático 230 puede recibir una primera imagen del ojo 122 del paciente 120. El sistema informático 230 puede recibir la primera imagen desde un sensor de imagen. Por ejemplo, el sensor de imagen puede ser o incluir una cámara. La cámara puede transformar la luz en primeros datos digitales que incluyen la primera imagen del ojo 122 del paciente 120. Por ejemplo, la cámara puede proporcionar los primeros datos digitales al sistema informático 230. El sistema informático 230 puede recibir los primeros datos digitales.

En 715, se pueden determinar las ubicaciones de múltiples estructuras de iris del ojo del paciente a partir de la primera imagen del ojo del paciente. Por ejemplo, se pueden determinar las ubicaciones de múltiples estructuras de iris 134A-134C del ojo 122 del paciente 120. En 720, se pueden determinar las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris. Por ejemplo, las múltiples estructuras de iris 134A-134C pueden estar en las primeras posiciones 410-414, como se ilustra en la Figura 4A.

Determinar las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris 134A-134C puede incluir determinar uno o más de  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  y  $\phi$ . Por ejemplo,  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  y  $\phi$ , asociados con las primeras posiciones, pueden estar asociados respectivamente con un primer ángulo, un segundo ángulo y un tercer ángulo. El primer ángulo puede estar asociado con un eje X. El segundo ángulo puede estar asociado con un eje Y. El tercer ángulo puede estar asociado con un eje Z o un eje arbitrario 310. En un ejemplo, si el primer ángulo está asociado con un ángulo distinto de cero o el segundo ángulo está asociado con un ángulo distinto de cero, el tercer ángulo puede estar asociado con una rotación alrededor del eje arbitrario 310. En otro ejemplo, si el primer ángulo es cero y el segundo ángulo es cero, el tercer ángulo puede estar asociado con una rotación alrededor del eje Z.

En 725, puede renderizarse una primera imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional basándose al menos en las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris. Por ejemplo, la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional puede renderizarse basándose al menos en un primer ángulo asociado con un eje X, un segundo ángulo asociado con un eje Y y un ángulo de rotación sobre un eje arbitrario. Como se ilustra en la Figura 8A, puede renderizarse una primera imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional 810 basándose al menos en una posición 820. Como se muestra en la Figura 8B, la imagen superpuesta tridimensional 810 puede incluir una estructura alámbrica 510. Por ejemplo, la estructura alámbrica 510 puede renderizarse basándose al menos en  $\theta_x$ . La estructura alámbrica 510 se puede girar en  $\theta_x$ . Como se ilustra en la Figura 8D, la imagen superpuesta tridimensional 810 puede incluir gráficos 520 y 522. Por ejemplo, los gráficos 520 y 522 pueden renderizarse basándose al menos en  $\theta_x$ . Los gráficos 520 y 522 se pueden girar en  $\theta_x$ . En 730, la primera imagen superpuesta bidimensional puede mostrarse a través de una primera pantalla del sistema médico. Por ejemplo, la primera imagen superpuesta bidimensional puede mostrarse mediante la pantalla 162A. La pantalla 162A puede mostrar la primera imagen superpuesta bidimensional a través del ocular 152A.

En 735, puede renderizarse una segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional basándose al menos en las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y basándose al menos en un desplazamiento horizontal. Por ejemplo, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional puede renderizarse basándose al menos en el primer ángulo asociado con el eje X, el segundo ángulo asociado con el eje Y y el ángulo de rotación sobre el eje arbitrario y basándose al menos en el desplazamiento horizontal. Una segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional 810 puede renderizarse basándose al menos en una posición 822, como se ilustra en la Figura 8A. Por ejemplo, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional 810 puede renderizarse basándose al menos en un desplazamiento horizontal 830, como se muestra en la Figura 8A. El desplazamiento horizontal 830 puede ser una distancia interocular. Por ejemplo, la distancia interocular puede estar asociada con una distancia entre los ojos del cirujano 210. El desplazamiento horizontal 830 puede basarse al menos en una distancia entre los oculares 252A y 252B.

En 740, la segunda imagen superpuesta bidimensional puede visualizarse a través de una segunda pantalla del sistema médico. Por ejemplo, la segunda imagen superpuesta bidimensional puede visualizarse a través de la pantalla 162B. La pantalla 162B puede mostrar la segunda imagen superpuesta bidimensional a través del ocular 152B. La segunda imagen superpuesta bidimensional puede visualizarse simultáneamente con la primera imagen superpuesta bidimensional. Por ejemplo, cuando el cirujano 210 ve la segunda imagen superpuesta bidimensional simultáneamente con la primera imagen superpuesta bidimensional, la segunda imagen superpuesta bidimensional y la primera imagen superpuesta bidimensional pueden proporcionar una imagen superpuesta tridimensional 810 al cirujano 210. El

cirujano 210 puede ver, a través de la MID 250, una imagen superpuesta tridimensional 810, renderizada basándose en al menos  $\theta_x$ , superpuesta en el ojo 122 como se ilustra en la Figura 8C. Aunque los ejemplos mostrados en las figuras 8B-8D ilustran una renderización basada en  $\theta_x$ , una renderización de la imagen superpuesta tridimensional 810 puede basarse en al menos uno o más de  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  y  $\varphi$ .

En 745, se puede recibir una segunda imagen del ojo del paciente. Por ejemplo, el sistema informático 230 puede recibir una segunda imagen del ojo 122 del paciente 120. El sistema informático 230 puede recibir la segunda imagen desde un sensor de imagen. Por ejemplo, el sensor de imagen puede ser o incluir una cámara. La cámara puede transformar la luz en segundos datos digitales. Por ejemplo, la cámara puede proporcionar los segundos datos digitales al sistema informático 230. En 750, se puede determinar que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no están en las primeras posiciones. Por ejemplo, es posible que el ojo 122 se haya movido. Si el ojo 122 se movió, las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris 134A-134C pueden no estar en las primeras posiciones. Por ejemplo, si el ojo 122 se movió, las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris 134A-134C pueden no estar en las primeras posiciones, como se ilustra en la Figura 4A.

En 755, se pueden determinar segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris. En un ejemplo, las múltiples estructuras de iris 134A-134C pueden estar en segundas posiciones 420-424, como se ilustra en la Figura 4B. En un segundo ejemplo, las múltiples estructuras de iris 134A-134C pueden estar en segundas posiciones 430-434, como se ilustra en la Figura 4C. En otro ejemplo, las múltiples estructuras de iris 134A-134C pueden estar en las segundas posiciones 440-444, como se ilustra en la Figura 4D. Las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris pueden determinarse en respuesta a la determinación de que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no están en las primeras posiciones. La determinación de las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris 134A-134C puede incluir determinar uno o más de  $\theta'_x$ ,  $\theta'_y$  y  $\varphi'$ . Por ejemplo,  $\theta'_x$ ,  $\theta'_y$  y  $\varphi'$ , asociados con las segundas posiciones, pueden estar asociados, respectivamente, con el primer ángulo, el segundo ángulo y el tercer ángulo. Al menos uno de  $\theta'_x$ ,  $\theta'_y$  y  $\varphi'$  puede ser diferente de al menos uno de  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  y  $\varphi$ , respectivamente.

En 760, puede renderizarse una tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional basándose al menos en las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris. Por ejemplo, la imagen superpuesta tridimensional 810 puede cambiar basándose en al menos las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris 134A-134C. La tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional puede renderizarse basándose en al menos un cuarto ángulo asociado con un eje X, un quinto ángulo asociado con un eje Y y un ángulo de rotación alrededor de un eje arbitrario. Como se ilustra en la Figura 8A, la tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional 810 puede renderizarse basándose al menos en la posición 820. La estructura alámbrica 510 puede renderizarse basándose al menos en  $\theta'_x$ . La estructura alámbrica 510 se puede girar en  $\theta'_x$ . Los gráficos 520 y 522 pueden renderizarse basándose al menos en  $\theta'_x$ . Los gráficos 520 y 522 se pueden girar en  $\theta'_x$ .

En 765, la tercera imagen superpuesta bidimensional puede mostrarse mediante de la primera pantalla del sistema médico. Por ejemplo, la tercera imagen superpuesta bidimensional puede mostrarse mediante la pantalla 162A. La pantalla 162A puede mostrar la tercera imagen superpuesta bidimensional a través del ocular 152A. En 770, puede renderizarse una cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional basándose al menos en las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y basándose al menos en el desplazamiento horizontal. Por ejemplo, la cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta bidimensional tridimensional puede renderizarse basándose en al menos el cuarto ángulo asociado con el eje X, el quinto ángulo asociado con el eje Y, y el ángulo de rotación alrededor del eje arbitrario y basado al menos en el desplazamiento horizontal. Una cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional 810 puede renderizarse basándose al menos en una posición 822, como se ilustra en la Figura 8A. Por ejemplo, la cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional 810 puede renderizarse basándose al menos en el desplazamiento horizontal 830, como se muestra en la Figura 8A.

En 775, la cuarta imagen superpuesta bidimensional puede mostrarse a través de la segunda pantalla del sistema médico. Por ejemplo, la cuarta imagen superpuesta bidimensional puede mostrarse mediante la pantalla 162B. La pantalla 162B puede mostrar la cuarta imagen superpuesta bidimensional a través del ocular 152B. La cuarta imagen superpuesta bidimensional puede mostrarse simultáneamente con la tercera imagen superpuesta bidimensional. Por ejemplo, cuando el cirujano 210 ve la cuarta imagen superpuesta bidimensional simultáneamente con la tercera imagen superpuesta bidimensional, la cuarta imagen superpuesta bidimensional y la tercera imagen superpuesta bidimensional pueden proporcionar una imagen superpuesta tridimensional 810 al cirujano 210. El cirujano 210 puede ver, a través de la MID 250, una imagen superpuesta tridimensional 810, renderizada basándose en al menos  $\theta'_x$ , superpuesta en el ojo 122 como se ilustra en la Figura 8E. La imagen superpuesta tridimensional 810 puede incluir gráficos 520 y 522, como se muestra en la Figura 8F. Por ejemplo, los gráficos 520 y 522 pueden indicar sitios de incisión del ojo 122. Aunque los ejemplos mostrados en las figuras 8E y 8F ilustran una renderización basada en  $\theta'_x$ , una renderización de la imagen superpuesta tridimensional 810 puede basarse en al menos uno o más de  $\theta'_x$ ,  $\theta'_y$  y  $\varphi'$ .

5 Uno o más del método y/o elementos del proceso y/o una o más partes de un método y/o elementos del procesador pueden realizarse en diferentes órdenes, pueden repetirse o pueden omitirse. Además, se pueden implementar, instanciar y/o realizar elementos de método y/o proceso adicionales, suplementarios y/o duplicados según se desee. Además, se pueden omitir uno o más elementos del sistema y/o se pueden agregar elementos del sistema adicionales según se desee.

10 Un medio de memoria puede ser y/o puede incluir un artículo de fabricación. Por ejemplo, el artículo de fabricación puede incluir y/o puede ser un producto de software y/o un producto de programa. El medio de memoria puede codificarse y/o encriptarse con instrucciones ejecutables por procesador de acuerdo con uno o más diagramas de flujo, sistemas, métodos y/o procesos descritos en el presente documento para producir el artículo de fabricación.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema médico, que comprende:  
 al menos un procesador;  
 5 una pluralidad de pantallas acopladas al procesador; y  
 un medio de memoria que está acoplado al al menos un procesador y que incluye instrucciones, cuando son  
 ejecutadas por el al menos un procesador, hacen que el sistema:  
 reciba una primera imagen de un ojo de un paciente;  
 10 determine ubicaciones de múltiples estructuras de iris del ojo del paciente a partir de la primera imagen del ojo del  
 paciente;  
 determine las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris;  
 renderice, basándose al menos en las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una  
 primera imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional;  
 15 muestre, a través de una primera pantalla de la pluralidad de pantallas, la primera imagen superpuesta bidimensional  
 asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 renderice, basándose en al menos las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y  
 basándose en al menos un desplazamiento horizontal, una segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con  
 la imagen superpuesta tridimensional;  
 20 muestre, a través de una segunda pantalla de la pluralidad de pantallas, la segunda imagen superpuesta bidimensional  
 asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 reciba una segunda imagen del ojo del paciente;  
 determine las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris a partir de la segunda imagen  
 del ojo del paciente;  
 25 renderice, basándose al menos en las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una  
 tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 muestre, a través de la primera pantalla, la tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen  
 superpuesta tridimensional;  
 30 renderice, basándose en al menos las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y  
 basándose en al menos el desplazamiento horizontal, una cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la  
 imagen superpuesta tridimensional; y  
 muestre, a través de la segunda pantalla, la cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen  
 superpuesta tridimensional.
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde las instrucciones además hacen que el sistema:  
 35 determine que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no están en las primeras posiciones.
3. El sistema de la reivindicación 2, en donde la determinación de las segundas posiciones de las ubicaciones de las  
 múltiples estructuras de iris se realiza en respuesta a la determinación de que las ubicaciones de las múltiples  
 40 estructuras de iris no están en las primeras posiciones.
4. El sistema de la reivindicación 1, en donde el desplazamiento horizontal es una distancia interocular.
5. El sistema de la reivindicación 4, que comprende además:  
 una pluralidad de oculares;  
 45 en donde las instrucciones además hacen que el sistema:  
 determine una distancia entre dos oculares de la pluralidad de oculares; y  
 determine la distancia interocular basándose al menos en la distancia entre dos oculares.
6. El sistema de la reivindicación 5, que comprende además:  
 50 una pantalla integrada en un microscopio;  
 en donde la pantalla integrada en un microscopio incluye los dos oculares.
7. El método de la reivindicación 4, en donde la distancia interocular está asociada con una distancia entre los ojos de  
 un cirujano.  
 55
8. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además:  
 una pluralidad de oculares;  
 en donde, para mostrar, a través de la primera pantalla, la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con  
 la imagen superpuesta tridimensional, las instrucciones hacen además que el sistema muestre la primera imagen  
 60 superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional a través de un primer ocular de la  
 pluralidad de oculares; y  
 en donde, para mostrar, a través de la segunda pantalla, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con  
 la imagen superpuesta tridimensional, las instrucciones hacen además que el sistema muestre la segunda imagen  
 superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional a través de un segundo ocular de la  
 65 pluralidad de oculares.

9. El sistema de la reivindicación 1, en donde la imagen superpuesta tridimensional incluye al menos un gráfico que indica una ubicación de incisión asociada con el ojo del paciente.

5 10. El sistema de la reivindicación 1, en donde, para determinar las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, las instrucciones hacen además que el sistema determine al menos uno de un primer ángulo asociado con un eje X, un segundo ángulo asociado con un eje Y y un ángulo de rotación alrededor de un eje arbitrario.

10 11. Un método para operar un sistema médico, que comprende:  
 recibir una primera imagen de un ojo de un paciente;  
 determinar ubicaciones de múltiples estructuras de iris del ojo del paciente a partir de la primera imagen del ojo del paciente;  
 determinar las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris;  
 15 renderizar, basándose al menos en las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una primera imagen superpuesta bidimensional asociada con una imagen superpuesta tridimensional;  
 mostrar, a través de una primera pantalla del sistema médico, la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 renderizar, basándose en al menos las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y basándose en al menos un desplazamiento horizontal, una segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 20 mostrar, a través de una segunda pantalla del sistema médico, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 recibir una segunda imagen del ojo del paciente;  
 determinar las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris a partir de la segunda imagen del ojo del paciente;  
 25 renderizar, basándose al menos en las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris, una tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 mostrar, a través de la primera pantalla del sistema médico, la tercera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional;  
 30 renderizar, basándose en al menos las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris y basándose en al menos el desplazamiento horizontal, una cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional; y  
 mostrar, a través de la segunda pantalla del sistema médico, la cuarta imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional.

35 12. El método de la reivindicación 11, que comprende además:  
 determinar que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no están en las primeras posiciones, en donde la determinación de las segundas posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris se realiza en respuesta a la determinación de que las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris no están en la primera  
 40 posiciones, en donde el desplazamiento horizontal es una distancia interocular;  
 determinar una distancia entre dos oculares del sistema médico; y  
 determinar la distancia interocular basándose al menos en la distancia entre dos oculares, en donde una pantalla integrada en un microscopio del sistema médico incluye los dos oculares, en donde la distancia interocular está asociada con una distancia entre los ojos de un cirujano.

45 13. El método de la reivindicación 11,  
 en donde mostrar, a través de la primera pantalla del sistema médico, la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional incluye mostrar la primera imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional a través de un primer ocular del sistema médico; y  
 50 en donde mostrar, a través de la segunda pantalla del sistema médico, la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional incluye mostrar la segunda imagen superpuesta bidimensional asociada con la imagen superpuesta tridimensional a través de un segundo ocular del sistema médico.

55 14. El método de la reivindicación 11, en donde la imagen superpuesta tridimensional incluye al menos un gráfico que indica una ubicación de incisión asociada con el ojo del paciente.

60 15. El método de la reivindicación 11, en donde la determinación de las primeras posiciones de las ubicaciones de las múltiples estructuras de iris incluye determinar al menos uno de un primer ángulo asociado con un eje X, un segundo ángulo asociado con un eje Y y un ángulo de rotación alrededor de un eje arbitrario.

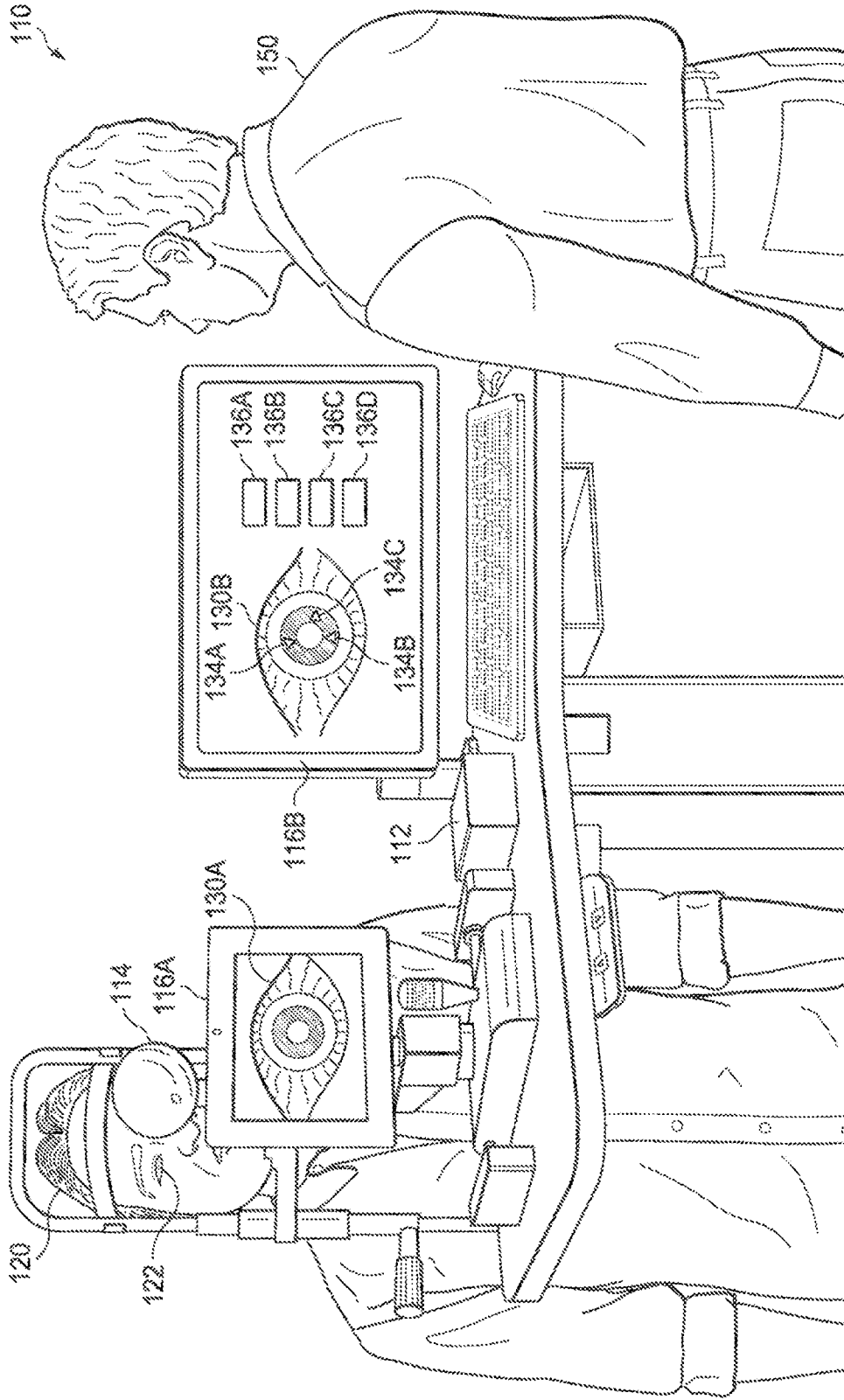


FIG. 1A

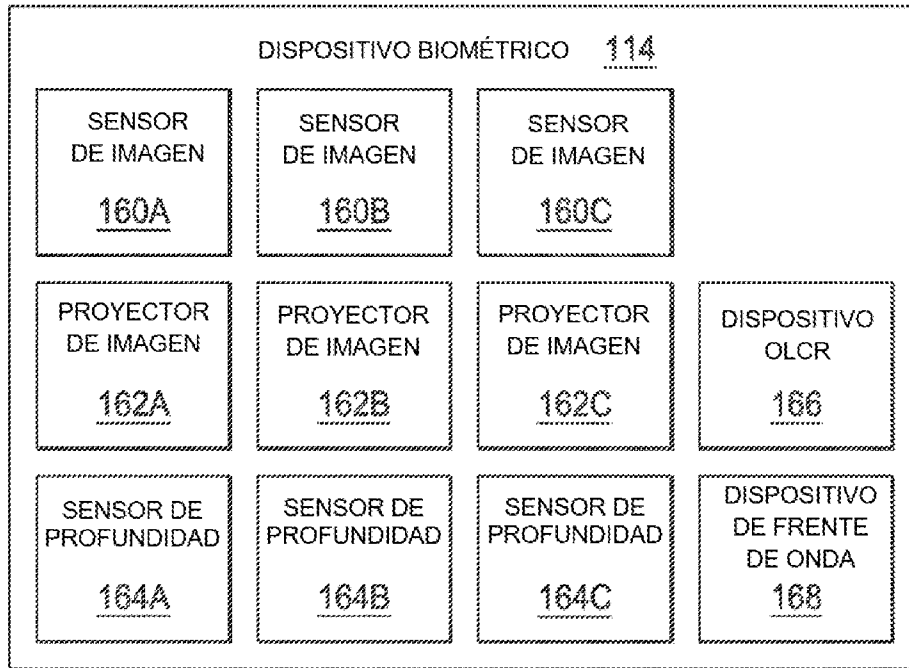


FIG. 1B

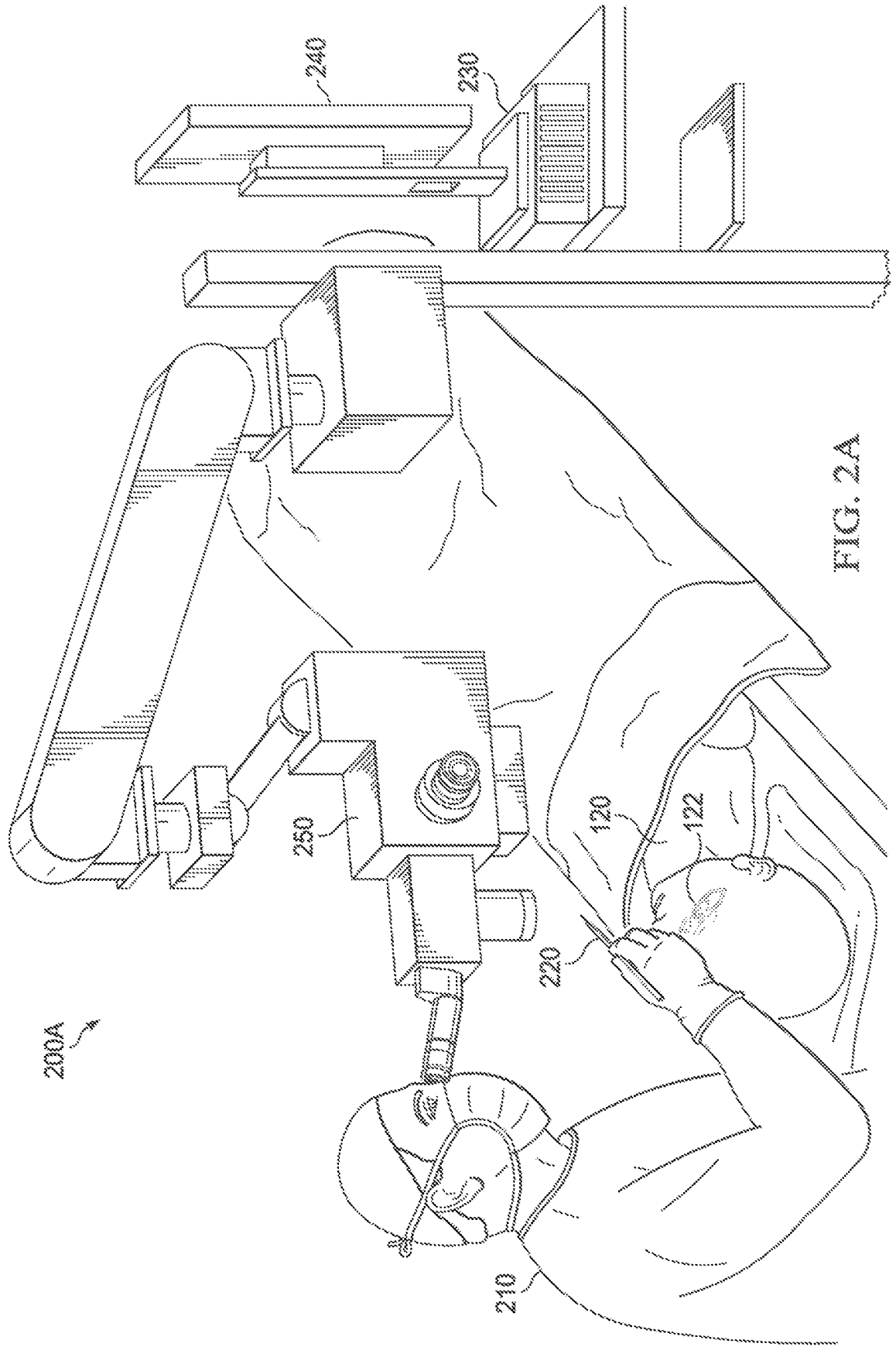
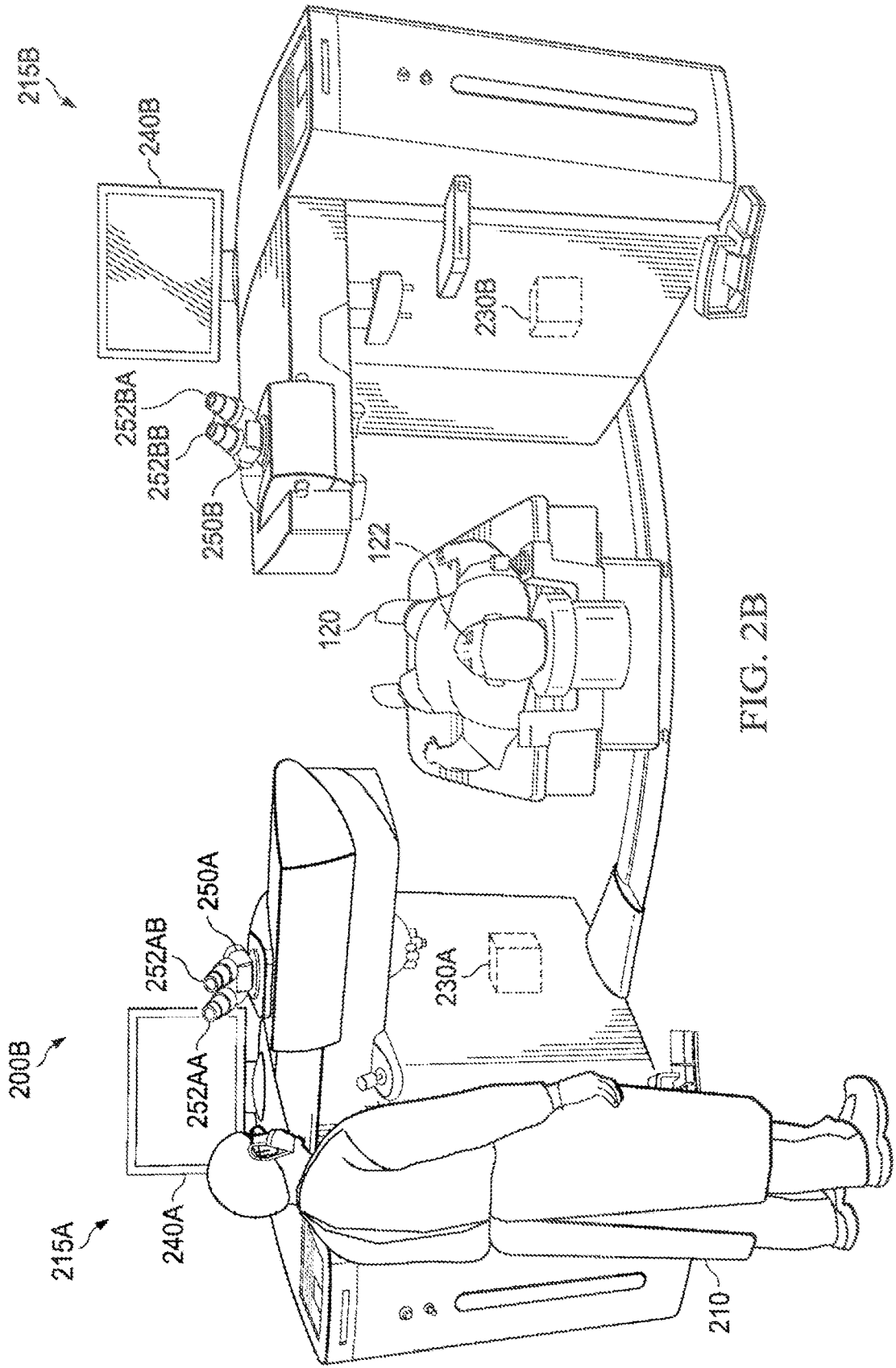


FIG. 2A



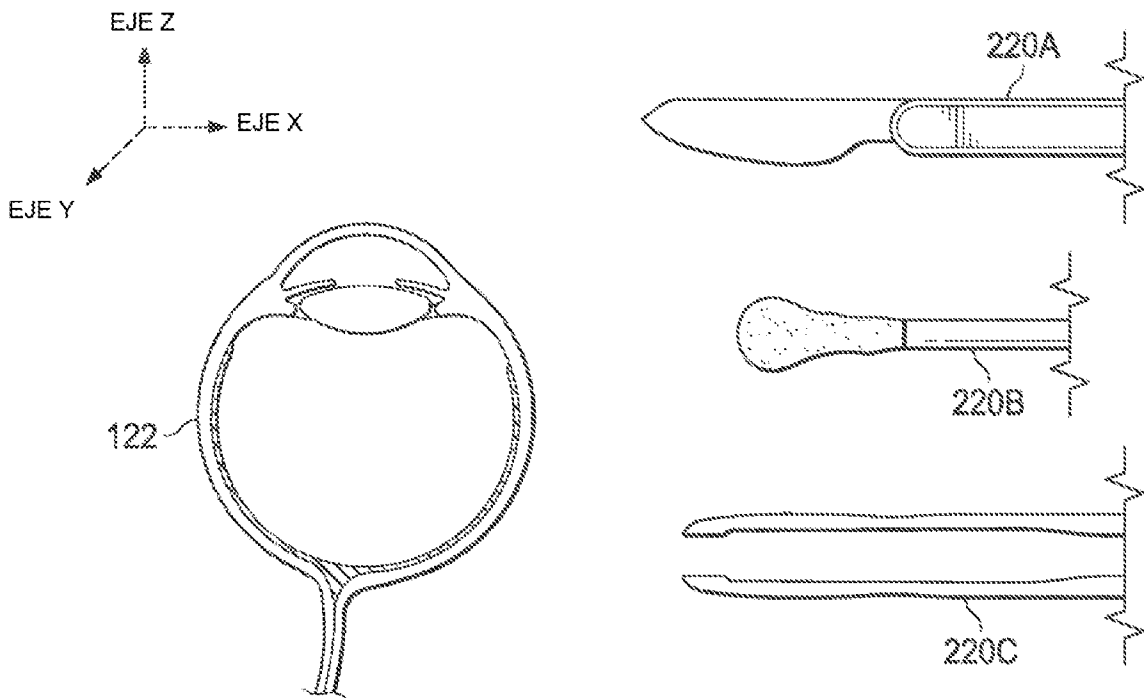
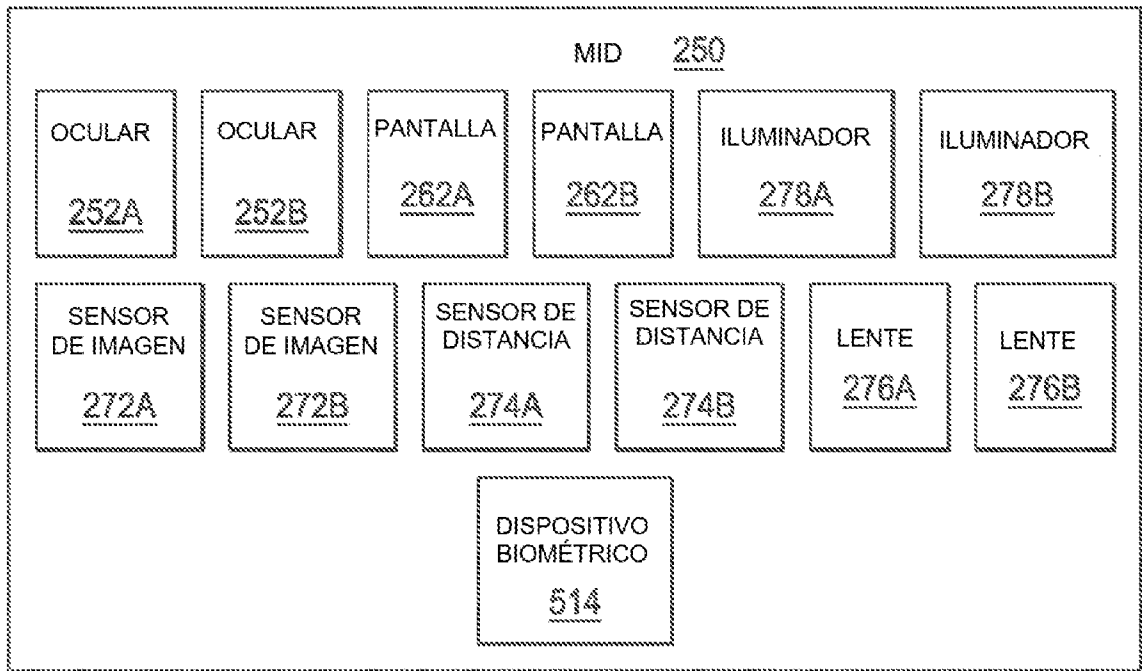


FIG. 2C

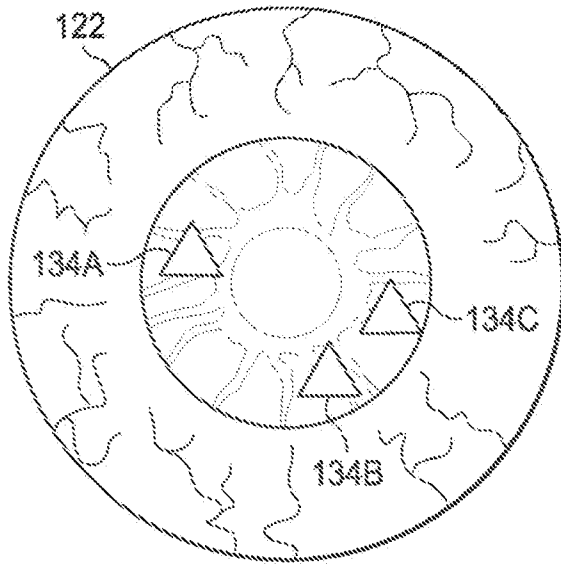


FIG. 3A

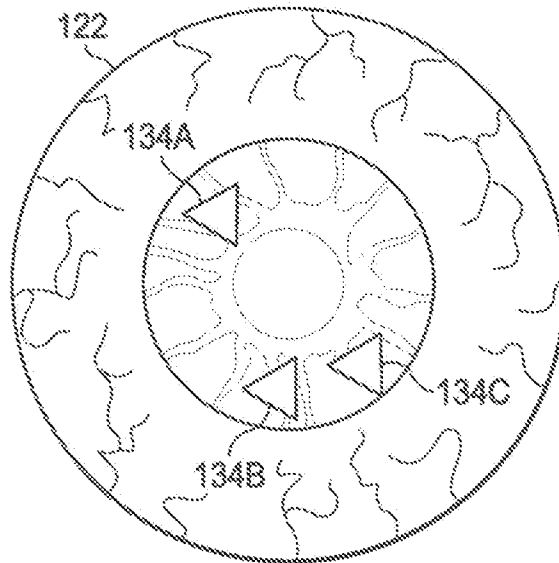


FIG. 3B

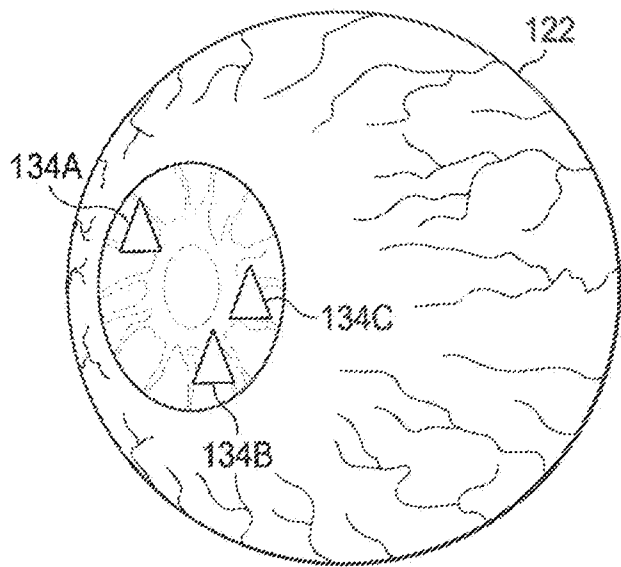


FIG. 3C

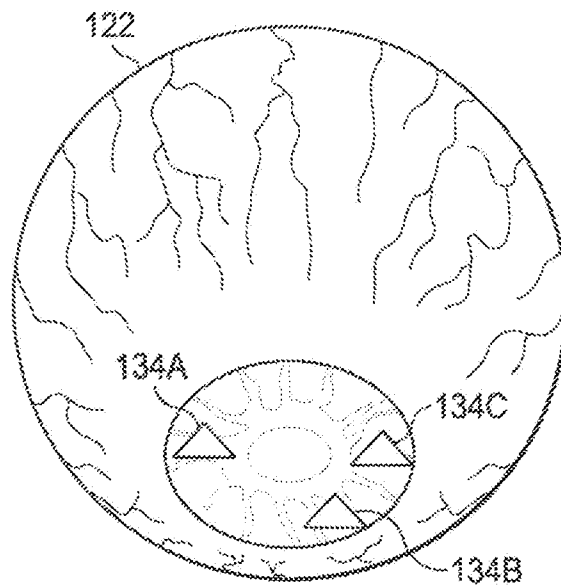


FIG. 3D

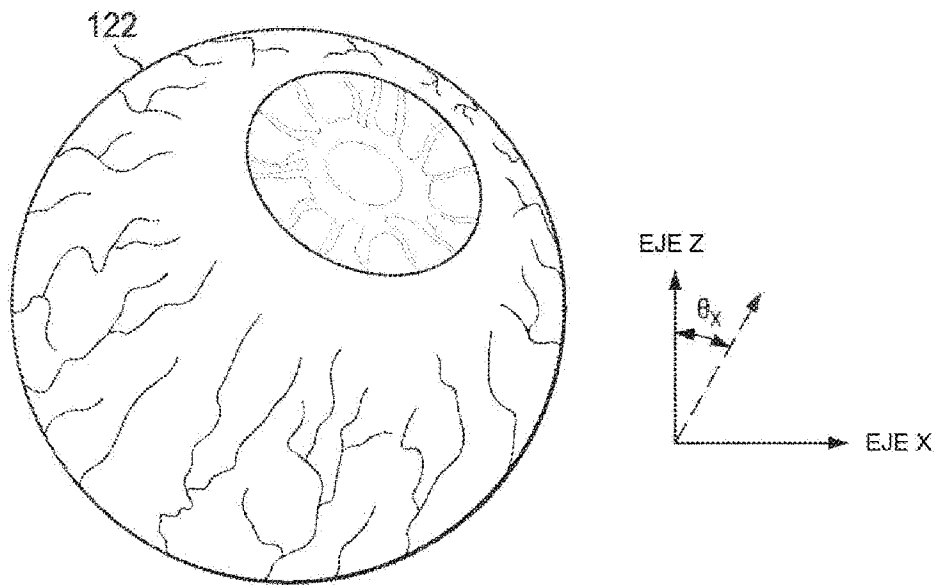


FIG. 3E

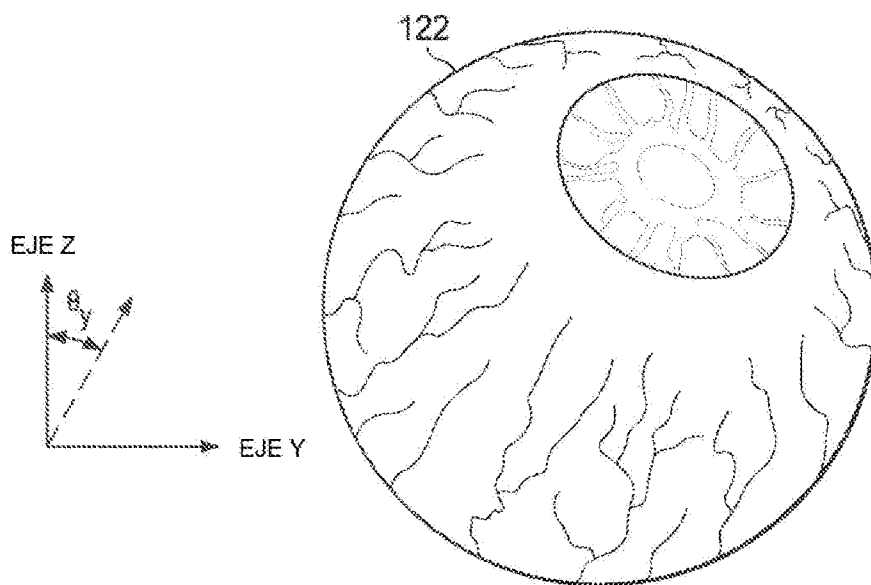


FIG. 3F

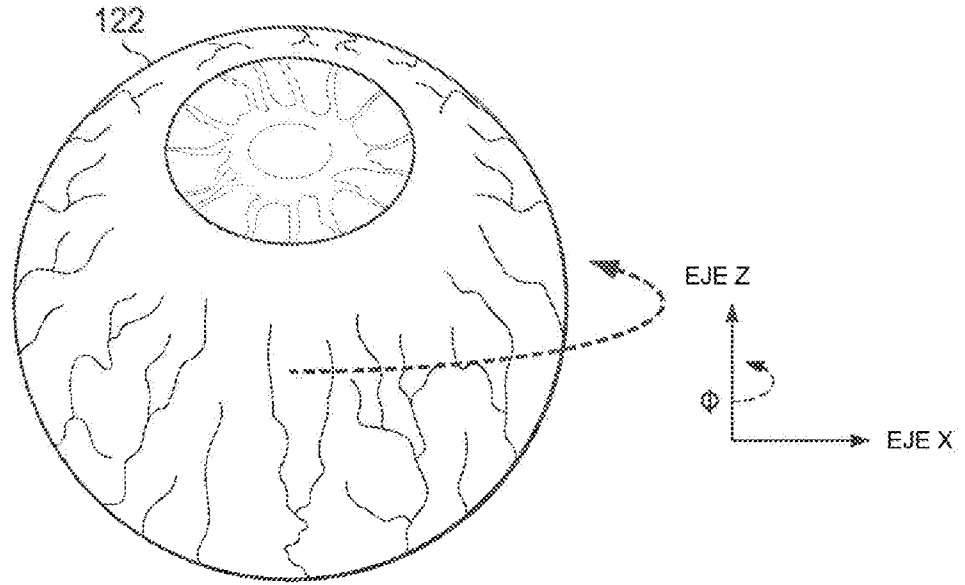


FIG. 3G

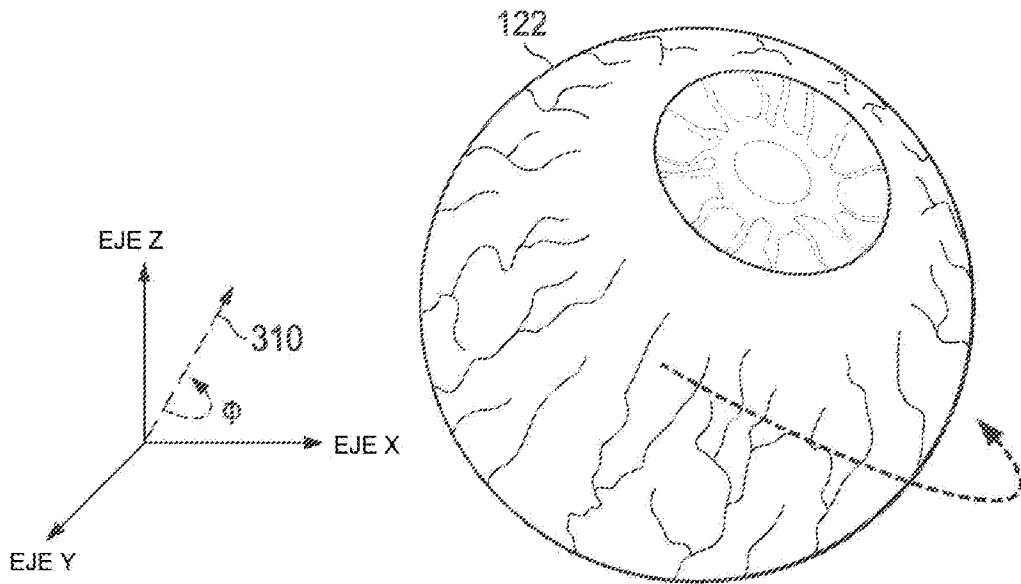


FIG. 3H

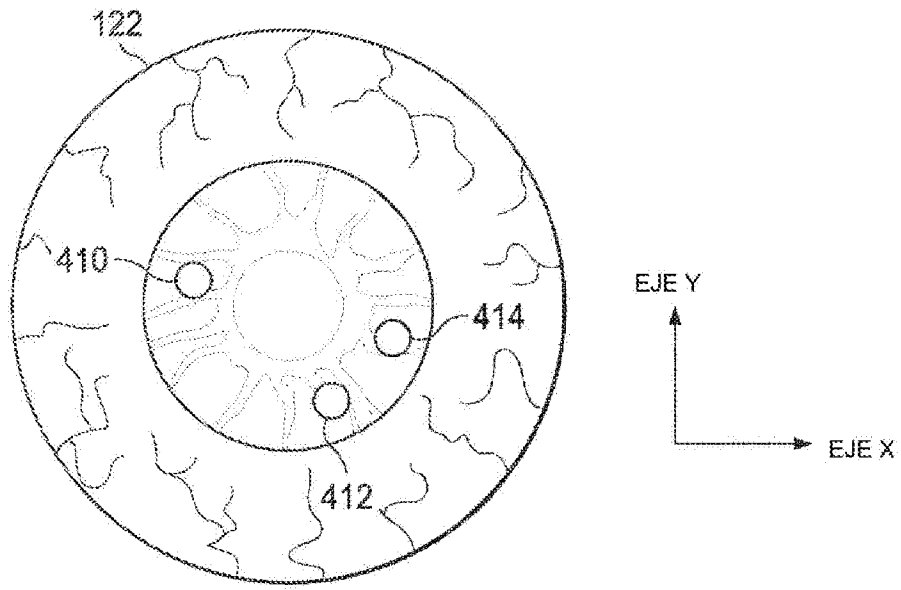


FIG. 4A

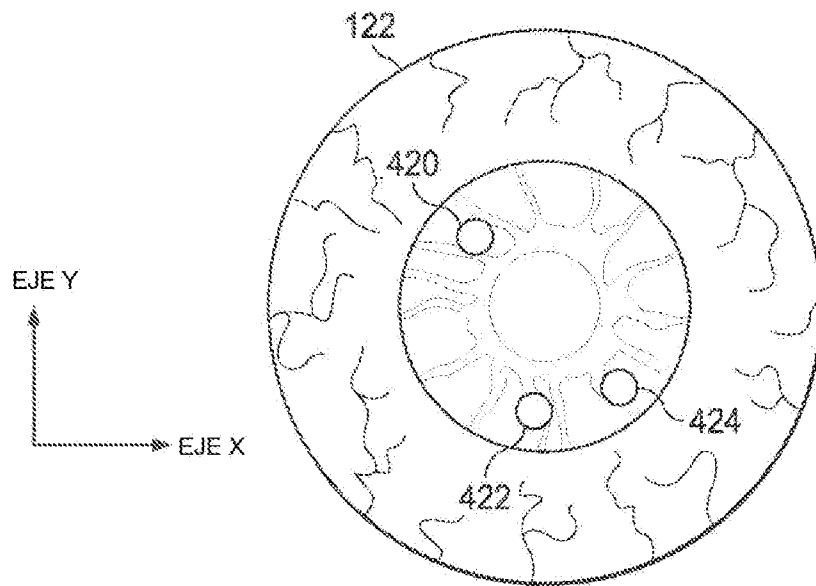


FIG. 4B

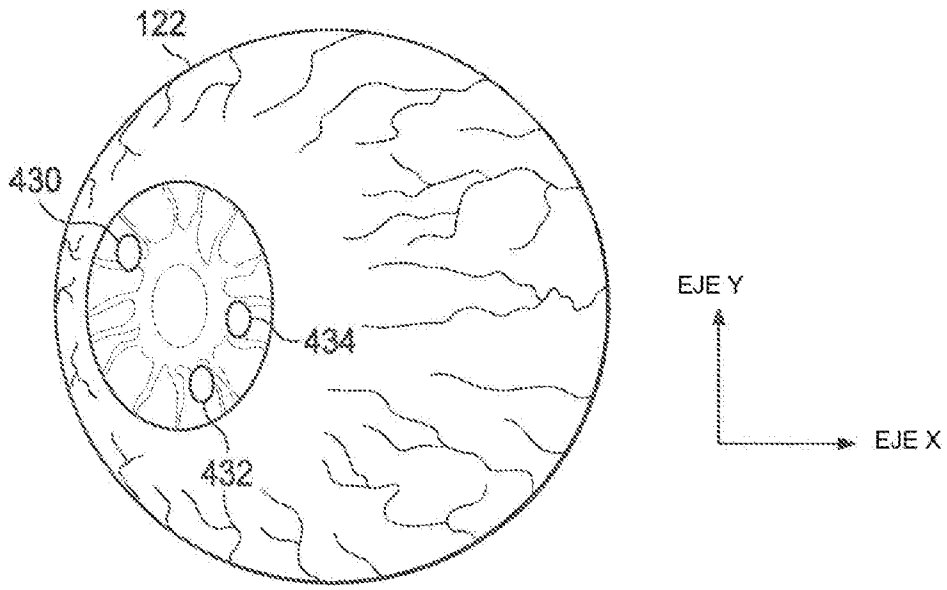


FIG. 4C

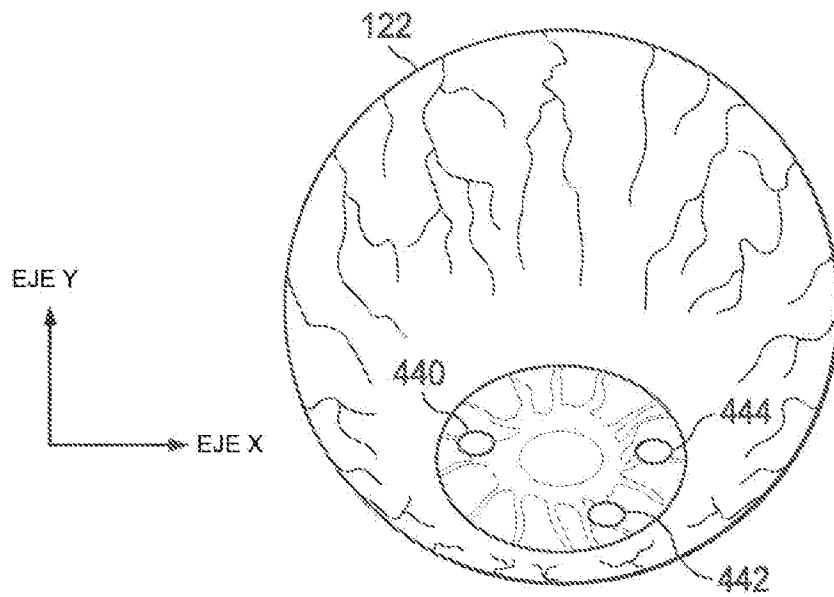


FIG. 4D

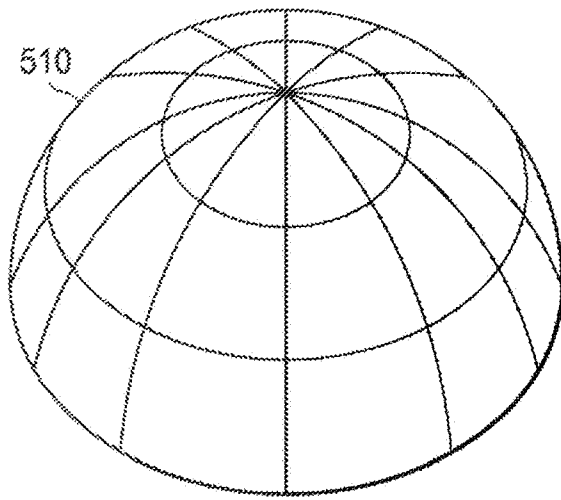


FIG. 5A

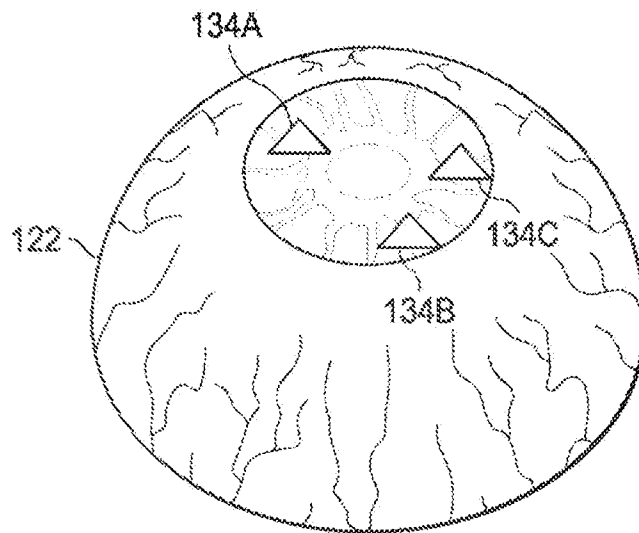


FIG. 5B

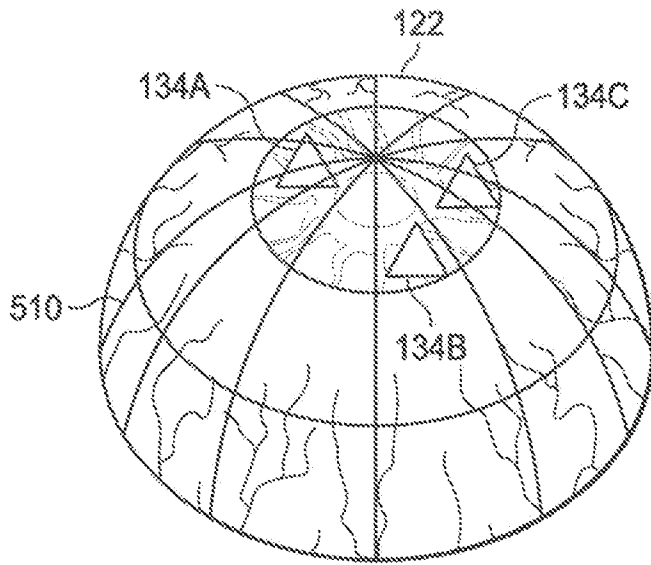


FIG. 5C

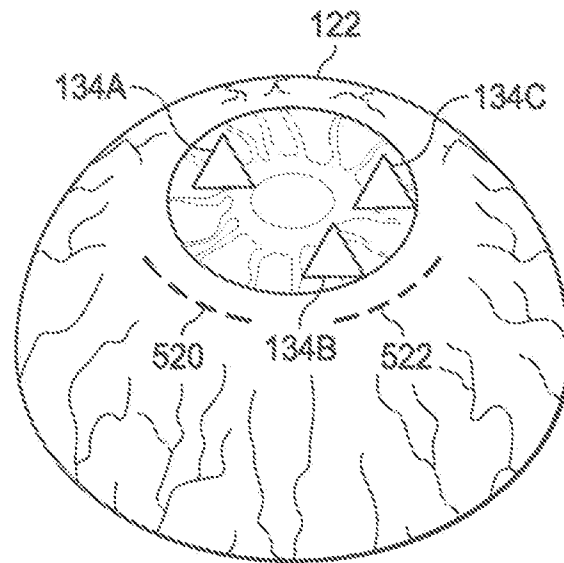


FIG. 5D

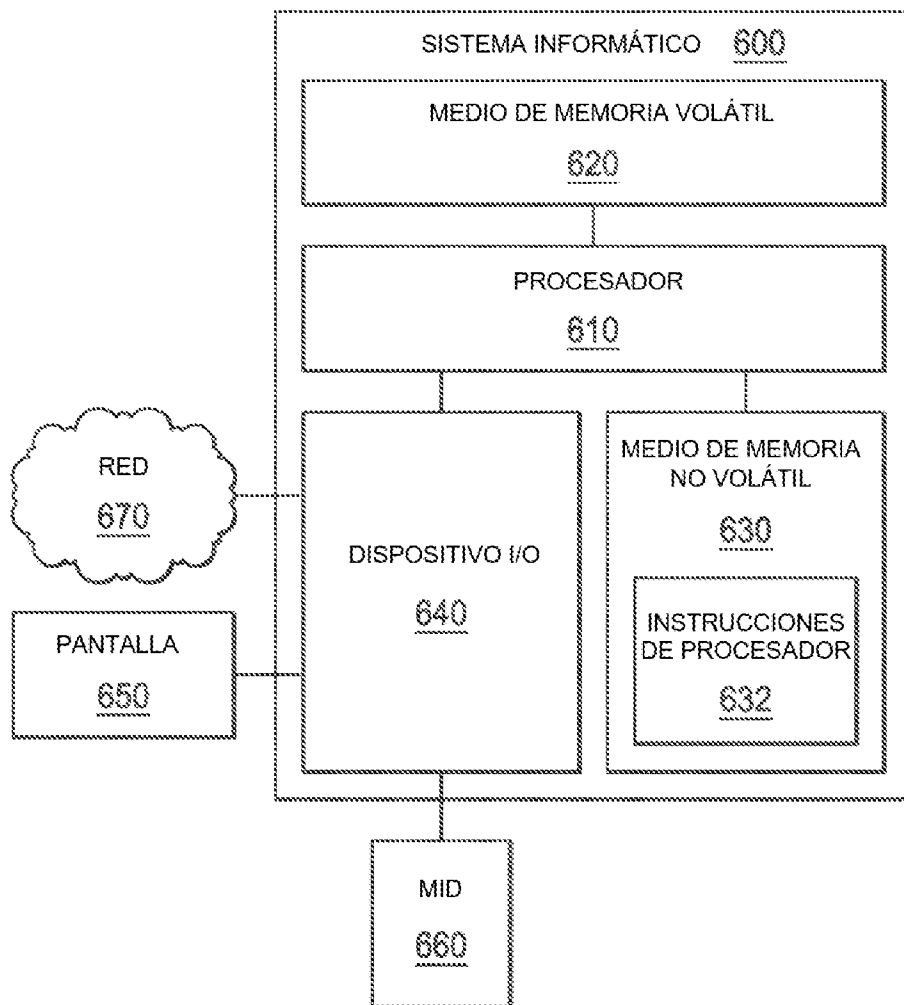


FIG. 6

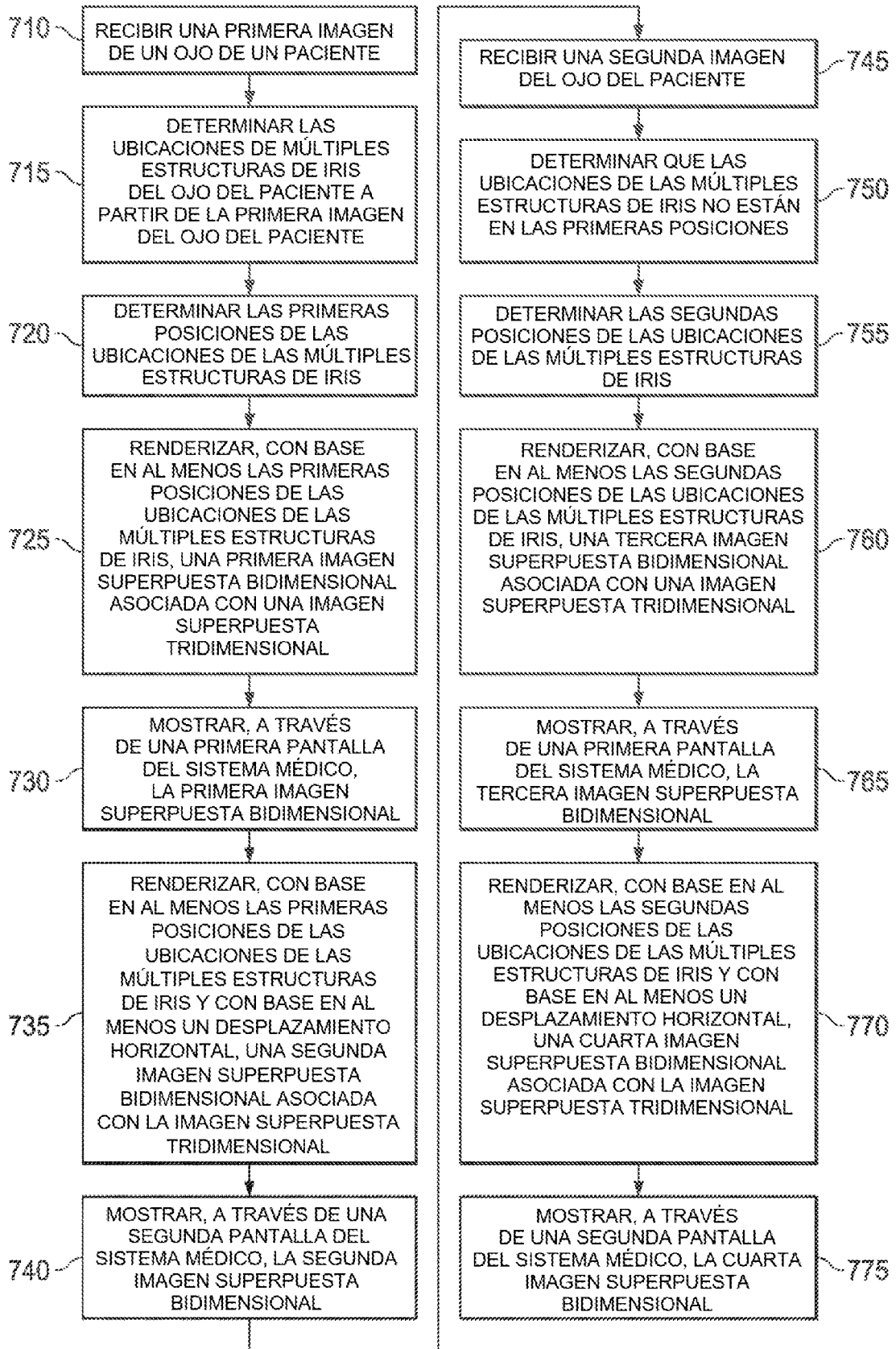


FIG. 7

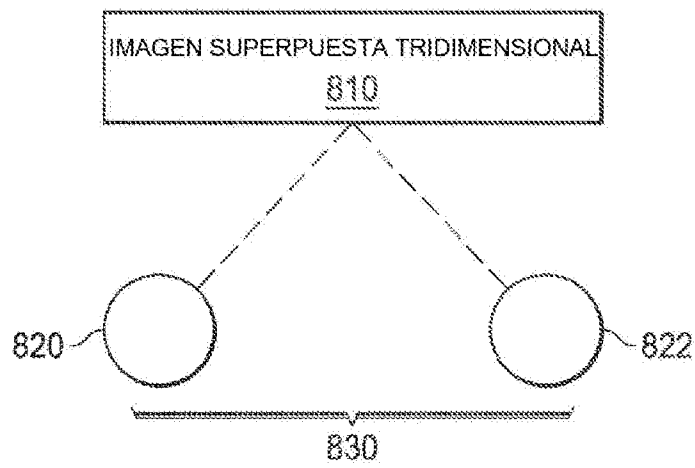


FIG. 8A

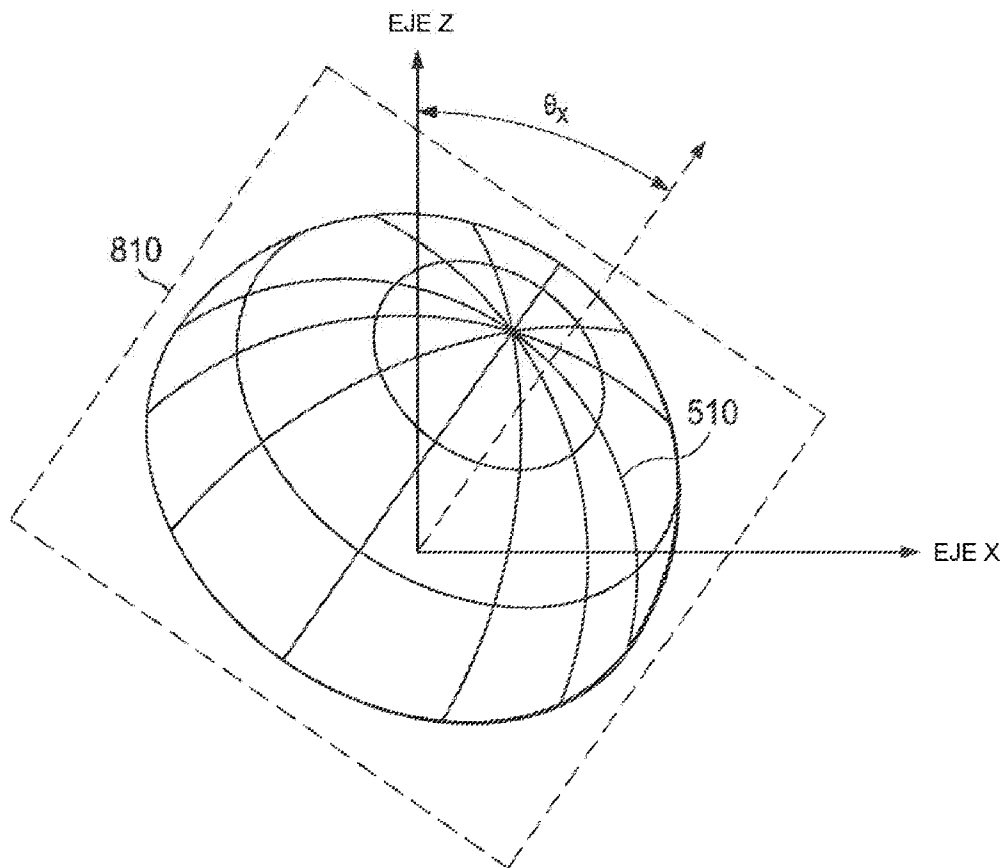


FIG. 8B

