

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 664**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/13** (2006.01)

**A61B 3/14** (2006.01)

**A61B 90/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2019 PCT/IB2019/055112**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.12.2019 WO19244040**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2019 E 19762464 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2023 EP 3773149**

54 Título: **Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar**

30 Prioridad:

**20.06.2018 US 201862687362 P**

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

**03.05.2024**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ABT, NIELS ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 967 664 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar

5 **ANTECEDENTES**

La presente divulgación se refiere a cirugía oftálmica, y más específicamente, a un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar configurado para proporcionar una vista de un campo quirúrgico secundario que abarca un área que incluye el exterior de un ojo y el área circundante, durante la cirugía vitrorretiniana en el ojo.

10 En oftalmología, la cirugía ocular o cirugía oftálmica salva y mejora la visión de decenas de miles de pacientes cada año. Sin embargo, dada la sensibilidad de la visión incluso a las pequeñas variaciones del ojo y la naturaleza diminuta y delicada de muchas estructuras oculares, la cirugía oftálmica es difícil de realizar, y la reducción de errores quirúrgicos incluso menores o poco comunes, o las mejoras moderadas en la precisión de las técnicas quirúrgicas pueden suponer una enorme diferencia en la visión del paciente tras la cirugía.

15 La cirugía oftálmica se realiza en el ojo y las estructuras visuales accesorias. Más específicamente, la cirugía vitrorretiniana abarca diversos procedimientos delicados que implican partes internas del ojo, tales como el humor vítreo y la retina. Se usan diferentes procedimientos quirúrgicos vitrorretinianos, a veces con láser, para mejorar el rendimiento sensorial visual en el tratamiento de muchas enfermedades oculares, incluyendo las membranas epimaculares, la retinopatía diabética, la hemorragia vítrea, el agujero macular, el desprendimiento de retina y las complicaciones de la cirugía de cataratas, entre otros. Durante la cirugía vitrorretiniana, por ejemplo, un oftalmólogo habitualmente usa un microscopio quirúrgico para ver el fondo de ojo a través de la córnea, mientras que pueden introducirse instrumentos quirúrgicos que penetran en la esclerótica para realizar cualquiera de una diversidad de procedimientos diferentes. Normalmente, durante la cirugía vitrorretiniana, el fondo de ojo se ilumina usando endoiluminación, en donde se introduce una fuente de luz, tal como luz de fibra óptica, en la porción interna del ojo a través de la esclerótica y el microscopio quirúrgico proporciona imágenes de gran aumento del fondo de ojo y otras estructuras internas del ojo durante la cirugía vitrorretiniana observable a través de la pupila del ojo.

20 Durante la cirugía vitrorretiniana, la porción interna del ojo puede considerarse el campo quirúrgico primario. Por consiguiente, el campo de visión del microscopio quirúrgico dirigido hacia la porción interna endoiluminada del ojo puede considerarse el campo quirúrgico primario de visión. Durante la cirugía vitrorretiniana, pueden tener lugar diversos procedimientos fuera del campo quirúrgico primario de visión, tales como procedimientos que tienen lugar en o adyacentes a la superficie exterior del ojo, incluida la manipulación de diversos instrumentos, suturas, y así sucesivamente. Adicionalmente, durante la cirugía vitrorretiniana, diversos componentes quirúrgicos fuera del campo quirúrgico primario, tales como líneas de infusión y así sucesivamente, requieren algunas veces inspección visual, de modo que pueda verificarse que los componentes quirúrgicos funcionen tal como se requiera. Los sistemas de cirugía vitrorretiniana existentes no permiten que el cirujano oftálmico y otros en el quirófano observen de manera conveniente y rápida los procedimientos y componentes fuera del campo quirúrgico primario de visión. Sin embargo, el desarrollo de sistemas de cirugía oftálmica que permitan al cirujano oftálmico y otros en el quirófano observar de manera conveniente y rápida procedimientos y componentes fuera del campo quirúrgico primario de visión sigue siendo un desafío.

25 Se hace referencia al documento US2016183779 que se ha mencionado como relacionado con el estado de la técnica. Este documento proporciona una disposición para identificar una región de interés en un campo de visión y proporcionar una vista aumentada de la región de interés. También se ha hecho referencia a los documentos US2017231711 y US2013088414 como relacionados con el estado de la técnica.

50 **SUMARIO**

El alcance de la invención está de acuerdo con las reivindicaciones. Por consiguiente, se proporciona como sistema tal como se define en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se proporcionan características opcionales adicionales.

55 La presente divulgación se refiere a un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar que incluye una cámara de campo quirúrgico auxiliar. La cámara de campo quirúrgico auxiliar está configurada para adquirir una imagen de un campo de visión de un campo quirúrgico secundario, en donde el campo quirúrgico secundario incluye el exterior de un ojo de un paciente que se somete a cirugía vitrorretiniana. El sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar también incluye una pantalla en comunicación electrónica con la cámara de campo quirúrgico auxiliar, en donde la pantalla está configurada para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario, y tras recibir la señal, presentar la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario.

60 En cualquiera de las implementaciones dadas a conocer, el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar puede incluir además los siguientes detalles, que pueden combinarse con el sistema anterior y entre sí en cualquier combinación a menos que sean claramente excluyentes mutuamente:

(i) el ojo puede iluminarse usando endoiluminación;

(ii) el campo quirúrgico secundario puede tener una intensidad de luz de menos de 2000 lux;

(iii) la cámara de campo quirúrgico auxiliar puede ser una cámara de infrarrojos, una cámara para condiciones de poca luz o una cámara de visión nocturna;

(iv) el área del campo de visión del campo quirúrgico secundario puede estar entre aproximadamente 3 cm<sup>2</sup> y 36 cm<sup>2</sup>;

(v) la imagen puede ser una imagen en tiempo real;

(vi) la pantalla puede estar configurada además para recibir, desde una cámara de campo quirúrgico primario configurada para adquirir una imagen de un campo de visión de un campo quirúrgico primario que incluye una vista interna de un ojo de un paciente que se somete a cirugía vitrorretiniana, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico primario, y presentar la imagen del campo de visión del campo quirúrgico primario;

(vii) la pantalla puede estar configurada para presentar simultáneamente la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario y el campo de visión del campo quirúrgico primario;

(viii) la pantalla puede ser una pantalla de definición estándar (SD), una pantalla de alta definición(HD), una pantalla de tubos de rayos catódicos (CRT), una pantalla de proyección, una pantalla de cristal líquido (LCD), un diodo emisor de luz orgánico (OLED), una pantalla de plasma, una pantalla de diodos emisores de luz (LED) o una pantalla tridimensional (3D);

(ix) el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar puede incluir un sistema de visualización 3D NGENUITY®;

(x) el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar puede incluir un procesador y un medio legible por ordenador no transitorio accesible por el ordenador, en donde el medio legible por ordenador no transitorio contiene instrucciones ejecutables por el procesador para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario, y tras recibir la señal, enviar la señal a la pantalla;

(xi) el medio legible por ordenador no transitorio puede incluir instrucciones ejecutables por el procesador para recibir, desde una cámara de campo quirúrgico primario configurada para adquirir una imagen de un campo de visión de un campo quirúrgico primario que comprende una vista interna de un ojo de un paciente que se somete a cirugía vitrorretiniana, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico primario, y tras recibir la señal, enviar la señal a la pantalla;

(xii) el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar puede permitir la visualización en una pantalla de una o más manipulaciones quirúrgicas secundarias, en donde las manipulaciones quirúrgicas secundarias se dirigen a un sitio en o adyacente a la superficie exterior del ojo;

(xiii) las manipulaciones quirúrgicas secundarias pueden incluir una o más manipulaciones seleccionadas de insertar un instrumento en el ojo a través de una cánula de trocar, suturar una superficie exterior del ojo, colocar una cánula de trocar, retirar una cánula de trocar, inspeccionar una función de un componente quirúrgico, recuperar un cuerpo extraño, colocar indentadores o ganchos musculares, usar criosondas, colocar hebillas esclerales y bandas envolventes, y colocar una lente de contacto directa o indirecta;

(xiv) el sistema de visualización de cirugía vitrorretiniana auxiliar puede permitir la visualización en una pantalla de uno o más componentes quirúrgicos en el campo quirúrgico secundario;

(xv) los componentes quirúrgicos en el campo quirúrgico secundario pueden seleccionarse de una cánula de trocar, una línea de infusión, un portaagujas, un indentador, un gancho muscular, una punta de instrumento antes de su inserción a través de una cánula de trocar, un retractor de iris flexible, una lente de contacto directa o indirecta, y una aguja y sutura; y

(xvi) la pantalla puede ser visible por una pluralidad de individuos.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para una comprensión más completa de la presente invención 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:

la figura 1 es un esquema a modo de ejemplo que muestra una vista lateral de un ojo que se somete a un procedimiento quirúrgico vitrorretiniano;

5 la figura 2 es un esquema a modo de ejemplo que muestra una vista de arriba a abajo de un ojo que se somete a un procedimiento quirúrgico vitrorretiniano;

la figura 3A es un esquema que muestra un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar a modo de ejemplo, no según la invención;

10 la figura 3B es otro esquema que muestra un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar a modo de ejemplo, no según la invención;

15 la figura 3C es aún otro esquema que muestra un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar a modo de ejemplo, no según la invención;

la figura 3D es aún otro esquema que muestra un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar según la invención;

20 la figura 4 es un esquema que muestra un ejemplo de una vista de imagen en imagen de una imagen capturada por una cámara de campo quirúrgico auxiliar presentada junto con una imagen de una vista de una porción interior endoiluminada de un ojo que se somete a cirugía vitrorretiniana, tal como se presenta en una pantalla usada como parte de un sistema de visualización 3D NGENUITY®.

25 La figura 5 es un esquema que muestra una posición de unión a modo de ejemplo de una cámara de campo quirúrgico auxiliar en la carcasa de un microscopio quirúrgico.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

30 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 la técnica que las realizaciones divulgadas son a modo de ejemplo y no exhaustivas de todas las posibles realizaciones.

35 La presente divulgación se refiere a cirugía oftálmica, y más específicamente, a un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar configurado para proporcionar una visión de un campo quirúrgico secundario que abarca un área que incluye el exterior del ojo y el área circundante, durante la cirugía vitrorretiniana.

40 Por ejemplo, la figura 1 es un esquema a modo de ejemplo que muestra una vista lateral de un ojo que se somete a un procedimiento quirúrgico vitrorretiniano. En el diagrama esquemático se indican diversas herramientas insertadas en el ojo, incluido un dispositivo de corte vitrector 101 que elimina el gel vítreo del ojo de forma lenta y controlada. También se muestra un tubo de luz 102, que proporciona iluminación dentro del ojo, denominada endoiluminación. También se muestra una cánula de infusión 103, usada para reemplazar el líquido en el ojo por una solución salina y para mantener la presión ocular apropiada. El dispositivo de corte vitrector 101, la cánula de infusión 102 y el tubo de luz 103 se insertan normalmente en el ojo a través de respectivas cánulas de trocar 104, 105 y 106 que se insertan en incisiones en la esclerótica después de un procedimiento que usa un sistema de cánula de trocar, tal como entenderían los expertos en la técnica. Durante una cirugía vitreoretiniana, tal como se muestra en el diagrama esquemático a modo de ejemplo de la figura 1, el cirujano oftálmico visualiza la porción iluminada del fondo de ojo 107 usando un microscopio dirigido a observar la parte interna del ojo a través de la pupila 108.

50 La figura 2 es un esquema que muestra una vista de arriba a abajo a modo de ejemplo, correspondiente a una vista frontal de un ojo que se somete a un procedimiento quirúrgico vitreoretiniano a modo de ejemplo, similar al procedimiento a modo de ejemplo mostrado en vista lateral en la figura 1. En el diagrama esquemático se indican diversas herramientas insertadas en el ojo a través de cánulas de trocar 208, incluidos un dispositivo de corte vitrector 201, una cánula de infusión 202 y un tubo de luz 203. Durante una cirugía vitreoretiniana, tal como se muestra en el diagrama esquemático a modo de ejemplo de la figura 2, el cirujano oftálmico visualiza la porción endoiluminada del fondo de ojo 204 usando un microscopio dirigido a observar la parte interna del ojo a través de la pupila 205.

60 Normalmente, durante la cirugía vitreoretiniana, el cirujano oftálmico observa la porción endoiluminada del ojo con gran aumento. Por consiguiente, con un gran aumento, la región del ojo visible durante las manipulaciones quirúrgicas que implican la porción interna endoiluminada del ojo abarca un área relativamente pequeña de la vista frontal del ojo, por ejemplo tal como se muestra mediante un recuadro de línea discontinua que indica una vista del campo quirúrgico primario 206 en la figura 2.

65 También se muestra en la figura 2 un recuadro de línea discontinua que indica un campo quirúrgico secundario 207. El término "campo quirúrgico secundario" tal como se usa en el presente documento se refiere a una región que generalmente abarca un área que incluye la superficie exterior del ojo y el área circundante, durante la cirugía

vitreo-retiniana. Por consiguiente, el campo quirúrgico secundario abarca una región que incluye una porción exterior del ojo y el área circundante, en la que pueden tener lugar diversas manipulaciones quirúrgicas durante la cirugía vitreo-retiniana, y puede incluir, pero sin limitarse a, las características visibles externamente del ojo, incluidas, por ejemplo, partes visibles externamente de la pupila, iris, córnea, esclerótica, vasos y sitios de incisión, por ejemplo, dentro de la esclerótica, y también puede incluir estructuras faciales que rodean el ojo que pueden ser visibles durante la cirugía oftálmica tales como párpados, pestañas, cejas, nariz, mejillas, etc. El campo quirúrgico secundario también puede incluir diversos componentes quirúrgicos visibles externamente, tales como herramientas quirúrgicas, instrumentos, tubos, abrazaderas, cánulas de infusión, tubos de luz, dispositivos de corte vitrectores, cánulas de trocar, puntas de referencia, paños, espéculo, aparatos de visualización, por ejemplo, BIOM® (Oculus Optikgeräte GmbH, Wetzlar-Dutenhof, Alemania), lentes de contacto directas o indirectas, LIO, inyector, dispositivos de corte, portaagujas, indentadores, ganchos musculares, puntas de instrumentos antes de su inserción a través de una cánula de trocar, retractores de iris flexibles, agujas y suturas y otros objetos identificables por expertos en la técnica, que pueden usarse durante la cirugía oftálmica, que pueden introducirse en el área externa general del ojo que se somete a cirugía. El término "visible externamente", en general, indica algo que es visible dentro del campo quirúrgico secundario, tal como algo que es exterior al ojo, o sobre o cerca de la superficie exterior del ojo. En particular, el término visible externamente se refiere a algo que puede no ser visible dentro del campo quirúrgico primario, tales como las diversas características del ojo y los rasgos faciales circundantes y los instrumentos quirúrgicos descritos en el presente documento. El término campo quirúrgico secundario incluye la porción exterior del ojo que normalmente no puede verse usando endo-iluminación. En consecuencia, el término campo quirúrgico secundario tal como se usa en el presente documento generalmente se refiere a un campo quirúrgico que es complementario, auxiliar o adicional al campo quirúrgico primario, que generalmente incluye una región espacial que incluye la porción externa del ojo y el área circundante del ojo, o adyacente al ojo, durante la cirugía vitreo-retiniana.

Resultará evidente para los expertos en la técnica que el campo quirúrgico secundario es generalmente más grande que el campo quirúrgico primario, y puede abarcar un área aproximadamente frontal cuando se observa de arriba a abajo, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 2, de entre, o entre aproximadamente, 1 cm<sup>2</sup> y 36 cm<sup>2</sup>, por ejemplo un área que abarca aproximadamente un área cuadrada de entre, o aproximadamente entre, por ejemplo, 1 cm x 1 cm, y por ejemplo, 6 cm<sup>2</sup> x 6 cm<sup>2</sup>, aunque son posibles otras formas, tales como áreas rectangulares. El ángulo del plano bidimensional del área frontal del campo quirúrgico externo puede ser el mismo, o puede ser diferente, al ángulo del plano bidimensional del área frontal del campo quirúrgico primario.

En general, los procedimientos quirúrgicos descritos en el presente documento incluyen manipulaciones quirúrgicas primarias y manipulaciones quirúrgicas secundarias. El término "manipulaciones quirúrgicas primarias" se refiere a manipulaciones quirúrgicas que son visibles con gran aumento en el campo quirúrgico primario, tales como manipulaciones que se dirigen al interior del ojo endo-iluminado. Por el contrario, el término "manipulaciones quirúrgicas secundarias" se refiere a manipulaciones quirúrgicas que pueden observarse con menor aumento y pueden realizarse en el campo quirúrgico secundario, tales como manipulaciones que se dirigen generalmente a la porción exterior del ojo o que pueden observarse teniendo lugar en o adyacentes a, o en proximidad estrecha a (por ejemplo, dentro de aproximadamente 5 cm) una superficie exterior del ojo.

Por ejemplo, las manipulaciones quirúrgicas secundarias incluyen procedimientos tales como manipulación de diversos instrumentos, suturas, etc., que tienen lugar en o cerca de la porción exterior del ojo. En particular, por ejemplo, durante la cirugía vitreo-retiniana, la inserción de instrumentos a través de cánulas de trocar requiere la visualización de la ubicación de inserción en el exterior del ojo, de modo que es necesario visualizar el centro de la cánula y la punta del instrumento para una introducción exitosa. Esto requiere visualización con menor aumento, o de un campo de visión más grande, y/o en un plano focal diferente, que el que se usa para visualizar manipulaciones quirúrgicas primarias que se dirigen a estructuras dentro del ojo.

Además, durante la cirugía vitreo-retiniana, puede requerirse de vez en cuando una inspección visual de porciones de diversos componentes quirúrgicos en el campo quirúrgico secundario, tales como líneas de infusión, etc., para poder verificar que los componentes quirúrgicos funcionan tal como se requiere. La inspección visual de los componentes también puede requerir menor aumento, o un campo de visión más grande, y/o un plano focal diferente, que el que se usa para visualizar manipulaciones quirúrgicas primarias que se dirigen a estructuras dentro del ojo.

Además, tal como entenderían los expertos en la técnica, cuando se usa endo-iluminación, las fuentes de luz de iluminación de microscopía externa, tales como una fuente de luz de microscopio externa al ojo, normalmente se apagan, de modo que la porción interior iluminada del ojo visible a través de la pupila del ojo endo-iluminado contrasta con una porción exterior predominantemente oscura, o relativamente no iluminada, del ojo endo-iluminado. Por ejemplo, cuando se usa el sistema de visualización 3D NGENUITY® a modo de ejemplo para realizar cirugía vitreo-retiniana, el interior del ojo se visualiza mediante endo-iluminación y las fuentes de luz externas normalmente se apagan.

En consecuencia, los procedimientos de cirugía vitreo-retiniana que usan endo-iluminación normalmente tienen lugar en un quirófano a oscuras o generalmente tienen lugar en donde el campo quirúrgico secundario es relativamente oscuro. Tal como entenderían los expertos en la técnica, tener un quirófano a oscuras o un campo quirúrgico secundario relativamente oscuro durante la cirugía vitreo-retiniana es útil para aumentar el contraste de la imagen endo-iluminada y reducir el deslumbramiento y el brillo no deseados de la imagen endo-iluminada. Sin embargo, tener

un quirófano a oscuras o un campo quirúrgico secundario relativamente oscuro dificulta la visualización adecuada del campo quirúrgico secundario y, por tanto, dificulta la realización de manipulaciones quirúrgicas secundarias e inspecciones visuales de los componentes en el campo quirúrgico secundario en ausencia de iluminación del campo quirúrgico secundario. Los términos "a oscuras" o "relativamente oscuro" tal como se usan en el presente documento se refieren a niveles de luz que están por debajo, o aproximadamente por debajo, de 2000 lux.

En consecuencia, los enfoques anteriores para visualizar el campo quirúrgico secundario durante la cirugía vitreorretiniana normalmente implican encender una fuente de luz externa al ojo, con el fin de iluminar el campo quirúrgico secundario para la visualización.

Además, un enfoque previo para visualizar el campo quirúrgico secundario implica alejar el campo de visión y/o ajustar el plano focal del microscopio quirúrgico desde el campo quirúrgico primario para permitir la visualización del campo quirúrgico secundario usando el microscopio quirúrgico. Usando este enfoque, después de realizar manipulaciones quirúrgicas exteriores y/o inspecciones visuales en el campo quirúrgico externo, el microscopio quirúrgico debe acercarse nuevamente y/o reenfocarse para que el campo de visión del microscopio quirúrgico se dirija nuevamente al campo quirúrgico primario, y la iluminación exterior se apaga. Resultará evidente para los expertos en la técnica que este enfoque anterior tiene desventajas, ya que es engorroso e interrumpe el procedimiento quirúrgico, ya que requiere tiempo y reajuste del microscopio, lo que alarga el tiempo requerido para la cirugía.

Como alternativa a alejar el campo de visión del microscopio quirúrgico, otro enfoque anterior para visualizar el campo quirúrgico externo durante la cirugía vitreorretiniana implica el uso de una lente óptica auxiliar tal como una lupa o lente de aumento, o un conjunto auxiliar de oculares de menor aumento, configurados para proporcionar al cirujano oftálmico una visión general del campo quirúrgico secundario. Por ejemplo, un enfoque anterior usa una lente de aumento o lupa auxiliar unida adicionalmente a la carcasa del microscopio quirúrgico cerca de los oculares del microscopio quirúrgico. Este enfoque anterior también tiene desventajas. Por ejemplo, usando un enfoque de este tipo, el campo externo visible a través de tales ópticas auxiliares sólo puede observarlo el cirujano oftálmico y no puede observarlo simultáneamente el resto del personal en el quirófano. Además, el uso de lentes de aumento ópticas auxiliares u oculares auxiliares también requiere normalmente que se enciendan luces externas para iluminar adecuadamente el campo quirúrgico externo para su visualización.

En el presente documento se describe un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar que puede usarse durante la cirugía oftálmica, tal como la cirugía vitreorretiniana, para permitir que el cirujano oftálmico y otras personas en el quirófano observen convenientemente el campo quirúrgico secundario, permitiendo de ese modo convenientemente la visualización de manipulaciones quirúrgicas secundarias y la realización de comprobaciones visuales de componentes fuera del campo de visión quirúrgico primario.

En particular, tras la lectura de la presente divulgación, resultará evidente para los expertos en la técnica que el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar descrito en el presente documento tiene diversas ventajas con respecto a enfoques anteriores porque permite que se realicen, por ejemplo, diversas manipulaciones quirúrgicas secundarias y comprobaciones visuales en el campo quirúrgico secundario sin la necesidad de reenfoque del campo de visión del microscopio quirúrgico lejos del campo quirúrgico primario. Por consiguiente, el microscopio quirúrgico puede permanecer enfocado en el campo quirúrgico primario. Además, el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar descrito en el presente documento permite al cirujano oftálmico y a otras personas de un equipo quirúrgico en el quirófano, tales como enfermeras y técnicos, observar simultáneamente el campo quirúrgico externo, lo que permite que el equipo quirúrgico tenga una comprensión mejorada del procedimiento quirúrgico en proceso, una comunicación mejorada y un flujo de trabajo mejorado entre los miembros del equipo quirúrgico.

La figura 3A es un esquema que muestra una implementación de un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar a modo de ejemplo, no según la invención. En la figura 3A, se muestra una vista lateral de un ojo que se somete a un procedimiento quirúrgico vitreorretiniano tal como se muestra en la figura 1, que incluye diversas herramientas insertadas en el ojo, incluido el dispositivo de corte vitrector 101, el tubo de luz 102 y la cánula de infusión 103, insertados en el ojo a través de las respectivas cánulas de trocar 104, 105 y 106. En la figura 3A, el campo quirúrgico primario que incluye la porción iluminada del fondo de ojo 107 y otras estructuras internas del ojo se observan a través de la pupila 108 usando un microscopio quirúrgico 301, por ejemplo que tiene oculares 302. Las líneas discontinuas 303 indican límites a modo de ejemplo del campo de visión del campo quirúrgico primario tal como se observa mediante el microscopio quirúrgico 301. El sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar incluye una cámara auxiliar 304. La cámara de campo quirúrgico auxiliar está configurada para adquirir una imagen de un campo de visión de un campo quirúrgico secundario, en donde el campo quirúrgico secundario incluye el exterior de un ojo de un paciente que se somete a cirugía vitreorretiniana. Las líneas discontinuas 305 indican límites a modo de ejemplo del campo de visión del campo quirúrgico secundario. Una pantalla, denominada pantalla auxiliar 306, en comunicación electrónica 307 con la cámara de campo quirúrgico auxiliar 304, está configurada para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar 304, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario, y tras recibir la señal, presentar la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario. Las líneas continuas 307 en el presente documento indican comunicación electrónica o eléctrica y, en diversas implementaciones, puede ser comunicación por cable o inalámbrica. Las líneas discontinuas 303 y 305 en el presente documento indican

límites a modo de ejemplo de un campo de visión óptico, respectivamente, de un campo quirúrgico primario y un campo quirúrgico secundario.

5 El término "cámara", tal como se usa en el presente documento, se refiere a un dispositivo que incluye un fotosensor. Un fotosensor es un sensor electromagnético que responde a la luz y produce o la convierte en una señal eléctrica que puede transmitirse a un receptor para el procesamiento de la señal u otras operaciones y, en última instancia, leerla u observarla mediante un instrumento o un observador.

10 En consecuencia, una cámara es un dispositivo usado para capturar imágenes, o bien como fotografías fijas o bien como secuencias de imágenes en movimiento (películas o vídeos). Una cámara consiste generalmente en un hueco cerrado con una abertura (apertura) en un extremo para que entre la luz, y una superficie de grabación o visualización para capturar la luz en el otro extremo. La superficie de grabación puede ser química, como con una película, o electrónica. Las cámaras pueden tener una lente situada frente a la abertura de la cámara para captar la luz entrante y enfocar toda o parte de la imagen sobre la superficie de grabación. El diámetro de la apertura está controlado a  
15 menudo por un mecanismo de diafragma, pero alternativamente, cuando sea apropiado, las cámaras tienen una apertura de tamaño fijo.

Los fotosensores electrónicos a modo de ejemplo según la presente divulgación incluyen, pero no se limitan a, sensores semiconductores de óxido de metal complementarios (CMOS) o sensores de dispositivos de carga acoplada (CCD). Ambos tipos de sensores realizan la función de capturar la luz y convertirla en señales eléctricas. Un CCD es un dispositivo analógico. Cuando la luz incide en el CCD, se mantiene como una pequeña carga eléctrica. Las cargas se convierten en voltaje, un píxel a la vez, a medida que se leen del CCD. Un chip CMOS es un tipo de sensor de píxeles activo fabricado usando el proceso de semiconductores CMOS. Los circuitos electrónicos generalmente ubicados al lado de cada fotosensor convierten la energía luminosa recibida en un voltaje eléctrico y luego circuitos  
20 adicionales convierten el voltaje en datos digitales que pueden transmitirse o grabarse.

La señal de vídeo en tiempo real transmitida puede ser una señal de vídeo digital que es una representación digital de señales de tiempo discreto. Muchas veces, las señales digitales se derivan de señales analógicas. Tal como entenderían los expertos en la técnica, una señal de tiempo discreto es una versión muestreada de una señal analógica  
30 donde el valor del dato se anota a intervalos fijos (por ejemplo, cada microsegundo) en lugar de anotarse continuamente. Cuando los valores de tiempo individuales de la señal de tiempo discreto, en lugar de medirse con precisión (lo que requeriría un número infinito de dígitos), se aproximan a una cierta precisión (lo que, por tanto, sólo requiere un número específico de dígitos), entonces el flujo de datos resultante se denomina señal "digital". El proceso de aproximar el valor preciso dentro de un número fijo de dígitos o bits se llama cuantización. Por tanto, una señal digital es una señal de tiempo discreto cuantizada, que a su vez es una señal analógica muestreada. Las señales digitales pueden representarse como números binarios, por lo que su precisión de cuantización se mide en bits.

Los expertos habituales en la técnica apreciarán que la cámara de campo quirúrgico auxiliar descrita en el presente documento incluye, en algunas implementaciones, una cámara configurada para adquirir una imagen correspondiente a una vista óptica de un campo quirúrgico secundario y transmitir esa información como señal de vídeo en tiempo real que puede grabarse o presentarse para su visualización y observación.

En algunas implementaciones, la señal de vídeo digital transmitida es capaz de producir una imagen que tiene una resolución adecuada, tal como una resolución de al menos aproximadamente 1280 líneas por 720 líneas. Esta resolución corresponde a la resolución mínima típica que un experto en la técnica consideraría que es una señal de alta definición o HD. También se contemplan otras resoluciones adecuadas, tales como resolución estándar, por ejemplo 640 líneas por 480 líneas, y así sucesivamente.

"Tiempo real", tal como se usa en el presente documento, se refiere generalmente a la actualización de información al mismo ritmo que se reciben los datos. Más específicamente, en el contexto de la presente invención "tiempo real" significa que los datos de imágenes se adquieren, se procesan y se transmiten desde el fotosensor a una velocidad de datos suficientemente alta y un retraso suficientemente bajo como para que, cuando se presenten los datos, los objetos se muevan suavemente, sin vibraciones ni latencia perceptibles por el usuario. Normalmente, esto ocurre cuando se adquieren, procesan y transmiten nuevas imágenes a una velocidad de al menos aproximadamente 30  
55 fotogramas por segundo (fps) y se presentan a aproximadamente 60 fps y cuando el procesamiento combinado de la señal de vídeo no tiene más de aproximadamente 1/30º segundo de retraso.

En el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar descrito en el presente documento, la señal de vídeo se recibe y se presenta en una pantalla de vídeo que tiene las capacidades de resolución correspondientes. Las pantallas visuales a modo de ejemplo incluyen tubos de rayos catódicos, pantallas de proyección, pantallas de cristal líquido, pantallas de diodos emisores de luz orgánicos, paneles de pantalla de plasma y pantallas de diodos emisores de luz, entre otras identificables por los expertos en la técnica.

La cámara auxiliar puede ser o bien una cámara convencional o bien una cámara 3D con dos lentes. La cámara auxiliar descrita en el presente documento puede incluir, en algunas implementaciones, lentes estereoscópicas configuradas para proporcionar una imagen tridimensional estereoscópica. Cuando la señal de vídeo en tiempo real descrita en el

presente documento incluye múltiples vistas del objeto o tejido objetivo, la pantalla de vídeo puede hacerse tridimensional ("3D") de modo que se presente la profundidad de campo al cirujano oftálmico. Los tipos a modo de ejemplo de pantallas de vídeo 3D de alta resolución incluyen pantallas 3D estereoscópicas que usan gafas polarizadas tales como las desarrolladas por Truevision Systems, Inc. Alternativamente, pueden usarse pantallas 3D autoestereoscópicas que no requieren el uso de gafas especiales u otros dispositivos para la cabeza para dirigir diferentes imágenes a cada ojo. De manera similar, también se contempla que las pantallas holográficas 3D estén dentro del alcance de la presente divulgación.

La cámara de campo quirúrgico auxiliar puede tener una o más lentes configuradas para proporcionar un aumento adecuado del campo quirúrgico externo. Por ejemplo, pueden usarse una o más lentes configuradas para proporcionar un aumento de entre, o entre aproximadamente, 1x y 10x en la cámara de campo quirúrgico auxiliar. Por ejemplo, el aumento puede estar entre, o entre aproximadamente, 1x - 1,5x, 1,5 - 2x, 2x - 2,5x, 2,5x - 3x, 3x - 3,5x, 3,5x - 4x, 4x - 4,5x, 4,5x - 5x, 5x - 5,5x, 5,5x - 6x, 6x - 6,5x, 6,5x - 7x, 7x - 7,5x, 7,5x - 8x, 8x - 8,5x, 8,5x - 9x, 9x - 9,5x o 9,5x - 10x.

Tal como entenderán los expertos en la técnica, el nivel de aumento normalmente empleado por la cámara de campo quirúrgico auxiliar será relativamente menor que el gran aumento usado por el microscopio quirúrgico para observar el campo quirúrgico primario. El término "gran aumento" tal como se usa en el presente documento puede referirse a cualquier valor o intervalo de aumento que pueda usarse normalmente para la visualización de manipulaciones quirúrgicas primarias durante la cirugía oftálmica, tal como la cirugía vitreorretiniana, identificables por expertos en la técnica. Por ejemplo, en algunas implementaciones, un gran aumento a modo de ejemplo puede referirse a un valor de aumento dentro de un intervalo de aproximadamente 2x a 100x, o de aproximadamente 10x a 40x, o de aproximadamente 10x a 20x, entre otros intervalos identificables por los expertos en la técnica. En algunas implementaciones, un gran aumento puede referirse a un valor de aumento de aproximadamente 5x a 20x, 10x a 15x o 10x, 15x o 20x.

El aumento de un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar particular, o de un microscopio quirúrgico, puede calcularse teniendo en cuenta factores de las lentes, tales como la distancia focal y el factor de aumento establecido en los componentes de ampliación del sistema, entre otros factores identificables por expertos en la técnica. En la presente divulgación se contemplan métodos y sistemas que incluyen componentes que tienen capacidad de ampliación óptica y/o digital.

El fotosensor de una cámara puede ser capaz de responder o detectar cualquiera o todas las longitudes de onda de luz que forman el espectro electromagnético. Alternativamente, el fotosensor puede ser particularmente sensible a un intervalo más restringido de longitudes de onda. En particular, en algunas implementaciones descritas en el presente documento, debido a que la cirugía vitreorretiniana normalmente se realiza en un quirófano a oscuras, la cámara de campo quirúrgico auxiliar descrita en el presente documento puede incluir un fotosensor adecuado para capturar una imagen de infrarrojos, una imagen en condiciones de poca luz o una imagen de visión nocturna.

Tal como entenderían los expertos en la técnica, el término "cámara de infrarrojos", conocida de otro modo como cámara termográfica o cámara de imágenes térmicas, es un dispositivo que forma una imagen usando radiación infrarroja, similar a una cámara común que forma una imagen usando luz visible. Las longitudes de onda de infrarrojos se extienden desde el borde rojo nominal del espectro visible a 700 nanómetros (frecuencia 430 THz) hasta 1 milímetro (300 GHz). En lugar del intervalo típico de 400 a 700 nm de la cámara de luz visible, las cámaras de infrarrojos normalmente pueden funcionar en longitudes de onda de hasta 14.000 nm (14  $\mu\text{m}$ ). Las lentes usadas en las cámaras de infrarrojos normalmente están hechas de materiales tales como cristales de germanio o zafiro en lugar de vidrio, ya que el vidrio bloquea la luz infrarroja de onda larga. Las imágenes de las cámaras de infrarrojos pueden ser monocromáticas o pseudocoloreadas. Las cámaras termográficas pueden dividirse ampliamente en dos tipos: aquellas con detectores de imágenes de infrarrojos refrigerados y aquellas con detectores no refrigerados. Los detectores refrigerados normalmente están contenidos en una caja o Dewar sellado al vacío y refrigerados criogénicamente. La refrigeración normalmente es necesaria para el funcionamiento de los materiales semiconductores usados. Los materiales usados para la detección de infrarrojos refrigerada incluyen fotodetectores basados en una amplia gama de semiconductores de espacio estrecho, incluidos antimonio de indio (3-5  $\mu\text{m}$ ), arseniuro de indio, telururo de mercurio y cadmio (MCT) (1-2  $\mu\text{m}$ , 3-5  $\mu\text{m}$ , 8-12  $\mu\text{m}$ ), sulfuro de plomo y seleniuro de plomo. Los fotodetectores de infrarrojos pueden crearse con estructuras de semiconductores de banda prohibida alta, tales como los fotodetectores de infrarrojos Quantum Well. Las cámaras térmicas no refrigeradas usan un sensor que funciona a temperatura ambiente o un sensor estabilizado a una temperatura cercana a la ambiental mediante pequeños elementos de control de temperatura. Los modernos detectores no refrigerados usan normalmente sensores que funcionan mediante el cambio de resistencia, voltaje o corriente cuando se calientan con radiación infrarroja. Luego, estos cambios se miden y se comparan con los valores a la temperatura de funcionamiento del sensor. Los detectores no refrigerados se basan principalmente en materiales piroeléctricos y ferroeléctricos o tecnología de microbolómetros. Los materiales se usan para formar píxeles con propiedades altamente dependientes de la temperatura, que se aíslan térmicamente del entorno y se leen electrónicamente. Los detectores ferroeléctricos funcionan cerca de la temperatura de transición de fase del material del sensor; la temperatura del píxel se lee como carga de polarización altamente dependiente de la temperatura. Los microbolómetros de silicio incluyen una capa de silicio amorfo o un elemento sensor de óxido de vanadio de película delgada suspendido sobre un puente de nitruro de silicio por encima de la electrónica de barrido a base de silicio. Los materiales usados para los conjuntos de sensores de plano focal no refrigerados incluyen silicio

5 amorfo (a-Si), óxido de vanadio (V) (VOx), manganita de lantano y bario (LBMO), titanato de circonato de plomo (PZT), titanato de circonato de plomo dopado con lantano (PLZT), tantalato de plomo y escandio (PST), titanato de plomo y lantano (PLT), titanato de plomo (PT), niobato de plomo y zinc (PZN), titanato de plomo y estroncio (PSrT), titanato de bario y estroncio (BST), titanato de bario (BT), sulfuro de antimonio (SbSI) y poli(difluoruro de vinilideno) (PVDF), entre otros identificables por los expertos en la técnica. Los ejemplos de cámaras de infrarrojos disponibles comercialmente incluyen cámaras termográficas disponibles de proveedores tales como FLIR y FLUKE, entre otros identificables por los expertos en la técnica.

10 El término "cámara para condiciones de poca luz" tal como se usa en el presente documento se refiere a una cámara que puede tener una lente de gran apertura que permite que incidan más fotones en el fotosensor y/o un fotosensor con mayor sensibilidad. Tal como entenderían los expertos en la técnica, la apertura de la lente normalmente se especifica como un número f, la razón de la distancia focal con respecto al diámetro de apertura efectivo. Una lente tiene normalmente un conjunto de "pasos f" marcados en los que puede establecerse el número f. Un número f más bajo denota una mayor apertura de apertura, lo que permite que llegue más luz a la película o al sensor de imagen. El término fotográfico "un paso f" se refiere a un factor de cambio de  $\sqrt{2}$  (aprox. 1,41) en el número f, que a su vez corresponde a un factor de cambio de 2 en la intensidad de la luz. Por ejemplo, los intervalos de apertura típicos usados en las cámaras son aproximadamente f/2,8-f/22 o f/2-f/16, cubriendo 6 pasos, que pueden, por ejemplo, dividirse en ancho, medio y estrecho de 2 pasos cada uno, aproximadamente f/2-f/4, f/4-f/8 y f/8-f/16 o (para lentes más lentas) f/2,8-f/5,6, f/5,6-f/11 y f/11-f/22. Los fotosensores de alta sensibilidad normalmente están diseñados con píxeles grandes para que tengan un área grande para recoger la luz. Los fotosensores usados en cámaras para condiciones de poca luz también tienen normalmente una alta eficiencia cuántica para convertir fotones de luz en electrones. Los sensores de alta sensibilidad incluyen, por ejemplo, sensores de silicio dopado para una conversión óptima de fotones de longitudes de onda de luz en el espectro de luz visible. Algunas cámaras para condiciones de poca luz usan sensores de transferencia de fotogramas o de fotogramas completos y, por tanto, usan el área de pixel completa para la recogida de luz. Otras cámaras para condiciones de poca luz incluyen una microlente ubicada sobre cada píxel para recoger la luz de un área más grande y enfocarla sobre el área más pequeña del píxel de recogida de luz.

30 El término "visión nocturna" puede dividirse en tres categorías principales: intensificación de imagen, iluminación activa y obtención de imágenes térmicas. Por ejemplo, un intensificador de imagen puede referirse a un dispositivo de tubo de vacío para aumentar la intensidad de la luz disponible para permitir su uso en condiciones de poca luz, o para la conversión de fuentes de luz no visibles, tales como el infrarrojo cercano o el infrarrojo de onda corta en visible. Los intensificadores de imágenes normalmente funcionan convirtiendo fotones de luz en electrones, amplificando los electrones (por ejemplo, con una placa de microcanal) y luego convirtiendo los electrones amplificados nuevamente en fotones para su visualización. Por ejemplo, se usan intensificadores de imágenes en dispositivos tales como gafas de visión nocturna. En los intensificadores de imágenes, cuando la luz incide en una placa de fotocátodo cargada, se emiten electrones a través de un tubo de vacío que inciden en la placa de microcanal, lo que hace que la pantalla de imagen se ilumine con una imagen con el mismo patrón que la luz que incide en el fotocátodo, y está en una frecuencia que el ojo humano puede ver. La iluminación activa combina la tecnología de intensificación de imágenes con una fuente de iluminación activa en la banda de infrarrojo cercano (NIR) o de infrarrojo de onda corta (SWIR). Los ejemplos de tales tecnologías incluyen diversas cámaras para condiciones de poca luz. La visión nocturna de infrarrojos activa normalmente combina iluminación de infrarrojos de un intervalo espectral de 700 a 1000 nm (justo por debajo del espectro visible del ojo humano) con cámaras CCD sensibles a esta luz. La imagen resultante normalmente se muestra en monocromo. La obtención de imágenes activada por intervalo láser es otra forma de visión nocturna activa que utiliza una fuente de luz pulsada de alta potencia para la iluminación y obtención de imágenes. La activación por intervalo es una técnica que controla los pulsos de láser junto con la velocidad del obturador de los detectores de la cámara. La tecnología de obtención de imágenes activada puede dividirse en disparo único, donde el detector captura la imagen a partir de un único pulso de luz, y de disparo múltiple, donde el detector integra los pulsos de luz de múltiples disparos para formar una imagen.

50 Durante la cirugía oftálmica, debido al pequeño tamaño y la naturaleza delicada de las estructuras oculares, los cirujanos normalmente usan un microscopio para aumentar la visualización de un ojo de un paciente o de una parte del ojo que está operándose. Normalmente, en el pasado, durante la cirugía oftálmica, los cirujanos usaban oculares, conocidos de otra forma como piezas oculares, para observar el ojo o parte del mismo que está aumentándose por el microscopio. Durante la cirugía oftálmica, normalmente se usan microscopios estereoscópicos que tienen dos oculares visibles con ambos ojos simultáneamente para una visión binocular. Algunos procedimientos de cirugía oftálmica pueden tardar varias horas en realizarse y, por tanto, anteriormente, durante la cirugía oftálmica, a menudo se requería que los cirujanos oftálmicos miraran a través de los oculares binoculares de sus microscopios durante horas y horas.

60 Más recientemente, como alternativa al uso de oculares, o además, durante la cirugía oftálmica, los avances en la microscopía digital han permitido que una imagen del ojo o parte del mismo que se aumenta por el microscopio se muestre en una pantalla visible para el cirujano y otro personal en un quirófano. Entre los beneficios de usar una pantalla de visualización, en lugar de usar oculares de microscopio, para visualizar las estructuras del ojo durante la cirugía oftálmica, se incluyen una disminución de la fatiga y una mayor comodidad para el cirujano. Además, a diferencia de los oculares de microscopios, debido a que la pantalla puede observarse por más de una persona a la

vez, el uso de una pantalla es útil para enseñar y mejora la comunicación respecto al procedimiento quirúrgico entre el personal en el quirófano.

La figura 3B es un esquema que muestra otra implementación de un sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar a modo de ejemplo, no según la invención. Como en la figura 3A, el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar incluye una cámara auxiliar 304 configurada para adquirir una imagen de un campo de visión del campo quirúrgico secundario, mostrada por líneas discontinuas 305 que indican límites a modo de ejemplo del campo de visión del campo quirúrgico secundario. Una pantalla auxiliar 306, en comunicación electrónica 307 con la cámara de campo quirúrgico auxiliar 304, está configurada para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar 304, una señal que comprende la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario, y tras recibir la señal, presentar la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario. En contraste con la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 3A, la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 3B incluye un microscopio quirúrgico digital 301 en comunicación electrónica 307 con una cámara primaria digital 308 configurada para capturar una imagen del campo quirúrgico primario indicado por líneas discontinuas 303. En la figura 3B, una pantalla 309 recibe una señal desde la cámara primaria 308. En consecuencia, el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar a modo de ejemplo mostrado en la figura 3B tiene una pantalla auxiliar 306 separada de la pantalla 309 usada para presentar la imagen aumentada del campo quirúrgico primario 303.

Las plataformas de visualización de cirugía oftálmica que utilizan microscopía digital y pantallas de visualización aplicables a diversas implementaciones del sistema descrito en el presente documento generalmente incluyen al menos un fotosensor de alta resolución tal como una cámara o un dispositivo de carga acoplada (CCD) que es capaz de recibir y adquirir una pluralidad de vistas ópticas de un ojo bajo aumento por un microscopio. Los expertos en la técnica apreciarán que recibir luz en longitudes de onda visibles además de longitudes de onda fuera de las longitudes de onda de la luz visible normal también está dentro del alcance de la presente divulgación. En general, el fotosensor de alta resolución transmite entonces una señal de vídeo de alta resolución en tiempo real resultante que se transmite, o bien directamente o bien por medio de un procesador que ejecuta instrucciones contenidas en un medio legible por ordenador no transitorio, a al menos una pantalla de vídeo de alta resolución. En algunas configuraciones, debido a las múltiples vistas ópticas de alta resolución transmitidas y presentadas en la pantalla, el operario de la plataforma de visualización, u otros, puede ver una imagen visual tridimensional de alta definición en tiempo real del objeto o tejido objetivo.

El término "pantalla", tal como se usa en el presente documento, se refiere a cualquier dispositivo capaz de presentar una imagen fija o de vídeo. Preferiblemente, las pantallas de la presente divulgación presentan imágenes fijas e imágenes de vídeo o vídeos de alta definición (HD) que proporcionan al cirujano un mayor nivel de detalle que una señal de definición estándar (SD). En algunas implementaciones, las pantallas presentan tales fotografías e imágenes HD en tres dimensiones (3D). Las pantallas a modo de ejemplo incluyen monitores de HD, tubos de rayos catódicos, pantallas de proyección, pantallas de cristal líquido, pantallas de diodos emisores de luz orgánicos, paneles de pantallas de plasma, diodos emisores de luz (LED) o LED orgánicos (OLED), equivalentes 3D de los mismos y similares. Se considera que los sistemas de visualización holográfica 3D HD están dentro del alcance de la presente divulgación.

Los ejemplos de sistemas para microscopía digital que utilizan pantallas de visualización para la visualización durante la cirugía oftálmica incluyen el sistema de visualización 3D NGENUITY® de Alcon Laboratories (Alcon, Inc. Corporation Suiza, Hunenberg Suiza), una plataforma para cirugía vitreoretiniana asistida digitalmente (DAVS). El sistema de visualización 3D NGENUITY® permite a los cirujanos de retina visualizar el campo quirúrgico primario en una pantalla 3D de alta definición, en lugar de mirar a través del ocular de un microscopio quirúrgico.

En algunas implementaciones, el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar descrito en el presente documento puede incluir además un procesador y un medio legible por ordenador no transitorio, también denominado en el presente documento "memoria", accesible por el procesador, en donde el medio legible por ordenador no transitorio contiene instrucciones ejecutables por el procesador para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario, y tras recibir la señal, enviar la señal a una pantalla.

Por ejemplo, la figura 3C es un esquema que muestra otra implementación a modo de ejemplo del sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar, no según la invención, que incluye una cámara auxiliar 304 configurada para adquirir una imagen de un campo de visión del campo quirúrgico secundario, mostrado por líneas discontinuas 305 que indican los límites a modo de ejemplo del campo de visión del campo quirúrgico secundario. La implementación a modo de ejemplo del sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar incluye un procesador 310 y una memoria 311 accesible por el procesador 310, en donde la memoria 311 contiene instrucciones ejecutables por el procesador 310 para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar 304, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario 305, y tras recibir la señal, enviar la señal a la pantalla auxiliar 306.

Por ejemplo, el procesador 310 puede incluir cualquier ordenador adecuado que tenga un sistema operativo tal como UNIX o uno similar a UNIX, un sistema operativo de la familia Windows u otro sistema operativo adecuado. El medio

legible por ordenador no transitorio o memoria 311 puede abarcar medios persistentes y volátiles, medios fijos y extraíbles, y medios magnéticos y semiconductores, entre otros identificables por los expertos habituales en la técnica. Además, cualquier interfaz de comunicación adecuada identificable por los expertos en la técnica puede usarse como medio para la transmisión y recepción de señales de comunicación electrónica entre los componentes del sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar descrito en el presente documento.

La figura 3D es un esquema que muestra una implementación del sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar, no según la invención. La figura 3D muestra la cámara auxiliar 304 configurada para adquirir una imagen de un campo de visión del campo quirúrgico secundario, mostrada por líneas discontinuas 305 que indican límites a modo de ejemplo del campo de visión del campo quirúrgico secundario. La implementación a modo de ejemplo del sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar incluye el procesador 310 y la memoria 311 accesible por el procesador 310, en donde la memoria 311 contiene instrucciones ejecutables por el procesador 310 para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar 304, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico secundario 305, y tras recibir la señal, enviar la señal a la pantalla 309. En la implementación a modo de ejemplo mostrada en la figura 3D, la memoria 311 también contiene instrucciones ejecutables por el procesador 310 para recibir, desde la cámara de campo quirúrgico primario 308 configurada para adquirir una imagen de un campo de visión de un campo quirúrgico primario indicado por líneas discontinuas 303 que incluye una vista interna de un ojo de un paciente que se somete a cirugía vitrorretiniana, una señal que incluye la imagen del campo de visión del campo quirúrgico primario, y tras recibir la señal, enviar la señal a la pantalla 309. Por consiguiente, en diversas implementaciones, la imagen del campo quirúrgico secundario puede presentarse en una pantalla auxiliar 306, tal como la mostrada en la figura 3A, figura 3B o figura 3C (no según la invención), o, según la invención, se presenta en la misma pantalla 309 que la imagen del campo quirúrgico primario, por ejemplo, o bien una pantalla 2D, o bien una pantalla 3D, tales como las usadas en el sistema NGENUITY®. Por consiguiente, el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar a modo de ejemplo mostrado en la figura 3D está configurado para presentar la imagen del campo quirúrgico secundario y/o el campo quirúrgico primario. El sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar está configurado para presentar simultáneamente las imágenes del campo de visión del campo quirúrgico secundario y el campo de visión del campo quirúrgico primario.

En algunas implementaciones, el procesador 310 y la memoria 311 pueden ser opcionales, porque la pantalla 309 puede estar configurada para recibir o bien directa o bien indirectamente, desde la cámara primaria 308, una señal que contiene una imagen del campo quirúrgico primario, y para recibir directa o indirectamente, desde la cámara auxiliar 304, una señal que contiene una imagen del campo quirúrgico secundario.

En algunas implementaciones, el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar descrito en el presente documento puede incluir además un panel de control u otra interfaz de usuario adecuada accesible para un usuario, tal como el cirujano u otras personas del equipo quirúrgico, en donde el panel de control está en comunicación electrónica con el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar y está configurado para permitir a un usuario seleccionar entre la imagen del campo quirúrgico primario de visión y/o el campo quirúrgico secundario de visión que van a presentarse en la pantalla.

Tal como se muestra en el esquema a modo de ejemplo en la figura 4, en algunas implementaciones, la imagen del campo quirúrgico primario de visión 401 y la imagen del campo quirúrgico secundario de visión 402 pueden presentarse simultáneamente en la pantalla 403 como una disposición de "imagen en imagen". Por ejemplo, la disposición de imagen en imagen puede presentarse en una pantalla tal como la usada en un sistema NGENUITY®. Tal como entenderían los expertos en la técnica, el término "imagen en imagen" tal como se usa en el presente documento se refiere a una disposición en donde se presenta una imagen como una inserción de otra imagen. En diversas implementaciones, la imagen del campo quirúrgico secundario puede presentarse como una inserción en la imagen del campo quirúrgico primario, o viceversa. En otras implementaciones, las imágenes presentadas simultáneamente del campo quirúrgico primario y el campo quirúrgico secundario pueden presentarse una al lado de la otra, o cualquier otra disposición adecuada en una única pantalla. En diversas implementaciones, la imagen del campo quirúrgico primario puede presentarse de aproximadamente el mismo tamaño, o más grande o más pequeña que la imagen del campo quirúrgico secundario.

La figura 5 es un esquema que muestra una ubicación a modo de ejemplo de una cámara auxiliar incluida en el sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar tal como se describe en el presente documento. La figura 5 muestra un cirujano oftálmico 501 operando a un paciente 502. La cámara auxiliar 503 se muestra montada, o unida, sobre la carcasa de un microscopio quirúrgico 504. El panel A muestra una trayectoria óptica a modo de ejemplo del campo de visión del campo quirúrgico primario 505 tal como se observa a través del microscopio quirúrgico 504, y el panel B muestra una trayectoria óptica a modo de ejemplo del campo de visión del campo quirúrgico secundario 506 tal como se observa a través de la cámara auxiliar 503. La cámara auxiliar 503 puede estar ubicada en posiciones diferentes a la mostrada en la figura 5. Los expertos habituales en la técnica pueden identificar otras posiciones adecuadas que permiten que la cámara auxiliar capture una imagen del campo quirúrgico secundario tras la lectura de la presente divulgación.

Tal como se usan en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una" y "el/la" incluyen referentes en plural a menos que el contenido indique claramente lo contrario. El término "pluralidad"

incluye dos o más referentes a menos que el contenido dicte claramente lo contrario. A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto habitual en la técnica a la que pertenece la divulgación.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar que comprende:  
 una cámara de campo quirúrgico primario (308) configurada para:  
 5 adquirir una imagen de un campo de visión de un campo quirúrgico primario (303, 401) que comprende una vista interna de un ojo de un paciente que se somete a cirugía vitrorretiniana,  
 generar una primera señal que comprende la imagen del campo de visión del campo quirúrgico primario (303, 401);  
 una cámara de campo quirúrgico auxiliar (304) que comprende una cámara para condiciones de poca luz y un  
 10 fotosensor electrónico, configurada para  
 adquirir una imagen de un campo de visión de un campo quirúrgico secundario (305) y generar una segunda señal  
 que comprende el campo de visión del campo quirúrgico secundario (305, 402), en donde el campo quirúrgico  
 secundario comprende el exterior de un ojo de un paciente que se somete a cirugía vitrorretiniana y uno o más  
 componentes quirúrgicos (101, 102) en el campo quirúrgico secundario seleccionados de una cánula de trocar, una  
 15 línea de infusión, un portaagujas, un indentador, un gancho muscular, una punta de instrumento antes de su inserción  
 a través de una cánula de trocar, un retractor de iris flexible, una lente de contacto directa o indirecta, y una aguja y  
 sutura; y  
 una pantalla (309, 403) en comunicación electrónica (307) con la cámara de campo quirúrgico primario (308) y la  
 cámara de campo quirúrgico auxiliar (304), en donde la pantalla está configurada para:  
 20 recibir la primera señal de la cámara de campo quirúrgico primario y presentar la imagen del campo de visión del  
 campo quirúrgico primario; y  
 recibir la segunda señal y desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar para presentar la imagen del campo de visión  
 del campo quirúrgico secundario; y  
 en donde la pantalla (309, 403) está configurada para presentar simultáneamente la imagen del campo de visión (305,  
 25 402) del campo quirúrgico secundario y el campo de visión (303, 401) del campo quirúrgico primario. .#
2. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 1, en donde el ojo se ilumina usando  
 endo-iluminación.
3. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 1, en donde el campo quirúrgico  
 30 secundario (305) tiene una intensidad de luz de menos de 2000 lux.
4. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 1, en donde la cámara de campo quirúrgico  
 auxiliar (304) es una cámara de infrarrojos o una cámara de visión nocturna.
- 35 5. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 1, en donde el área del campo de visión  
 del campo quirúrgico secundario (305) está entre aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> y 36 cm<sup>2</sup>.
6. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 1, en donde la imagen es una imagen en  
 tiempo real.
- 40 7. El sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 1, en donde la pantalla (309) es una  
 pantalla de definición estándar (SD), una pantalla de alta definición (HD), una pantalla de tubos de rayos catódicos  
 (CRT), una pantalla de proyección, una pantalla de cristal líquido (LCD), un diodo emisor de luz orgánico (OLED), una  
 pantalla de plasma, una pantalla de diodos emisores de luz (LED) o una pantalla tridimensional (3D).
- 45 8. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 1, que comprende además:  
 un procesador (310); y  
 un medio legible por ordenador no transitorio (311) accesible por el procesador, en donde el medio legible por  
 ordenador no transitorio contiene instrucciones ejecutables por el procesador (310) para:  
 50 recibir, desde la cámara de campo quirúrgico auxiliar (304), una señal que comprende la imagen del campo de visión  
 (305) del campo quirúrgico secundario, y tras recibir la señal, enviar la señal a la pantalla (309).
9. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 8, en donde el medio legible por ordenador  
 no transitorio (311) comprende además instrucciones ejecutables por el procesador (310) para:  
 55 recibir, desde una cámara de campo quirúrgico primario (308) configurada para adquirir una imagen de un campo de  
 visión (303) de un campo quirúrgico primario que comprende una vista interna de un ojo de un paciente que se somete  
 a cirugía vitrorretiniana, una señal que comprende la imagen del campo de visión del campo quirúrgico primario, y tras  
 recibir la señal, enviar la señal a la pantalla (309).
- 60 10. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 8, en donde el sistema de visualización  
 de campo quirúrgico auxiliar permite la visualización en una pantalla de una o más manipulaciones quirúrgicas  
 secundarias, en donde las manipulaciones quirúrgicas secundarias se dirigen a un sitio en o adyacente a la superficie  
 exterior del ojo.
- 65 11. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 10, en donde las manipulaciones  
 quirúrgicas secundarias comprenden una o más manipulaciones seleccionadas de insertar un instrumento en el ojo a

través de una cánula de trocar, suturar una superficie exterior del ojo, colocar una cánula de trocar, retirar una cánula de trocar, inspeccionar una función de un componente quirúrgico, recuperar un cuerpo extraño, colocar indentadores o ganchos musculares, usar criosondas, colocar hebillas esclerales y bandas envolventes, y colocar una lente de contacto directa o indirecta.

- 5
12. Sistema de visualización de campo quirúrgico auxiliar de la reivindicación 8, en donde el sistema de visualización de cirugía vitrorretiniana auxiliar permite la visualización en una pantalla de uno o más componentes quirúrgicos en el campo quirúrgico secundario.

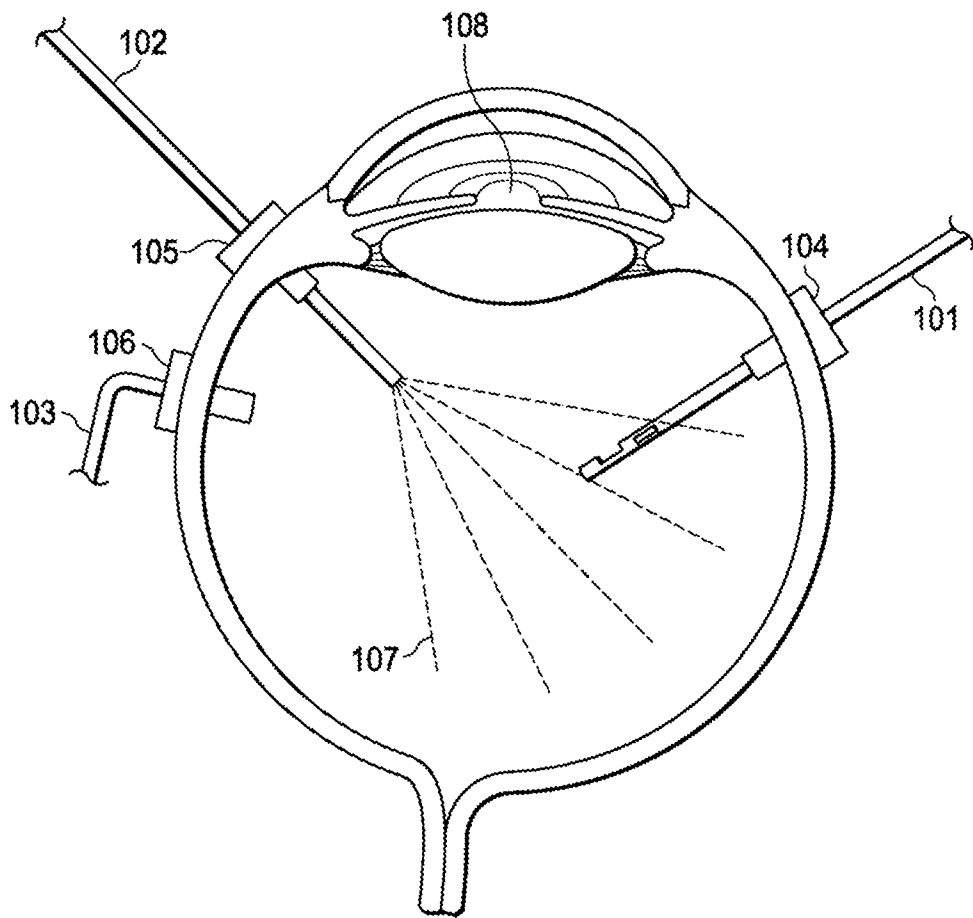


FIG. 1

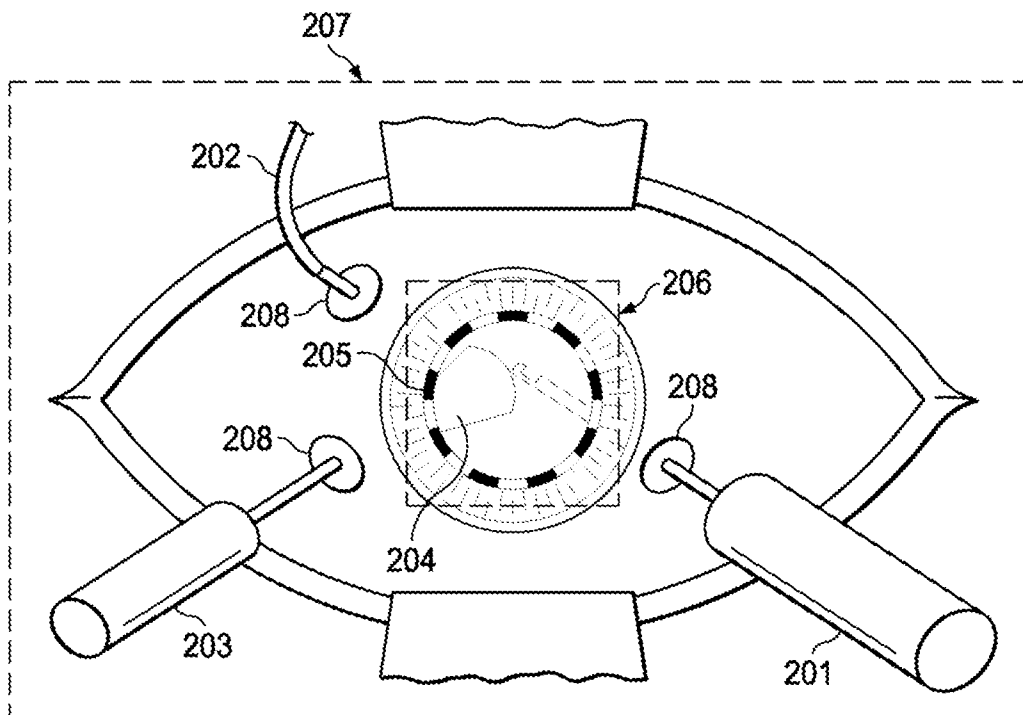


FIG. 2

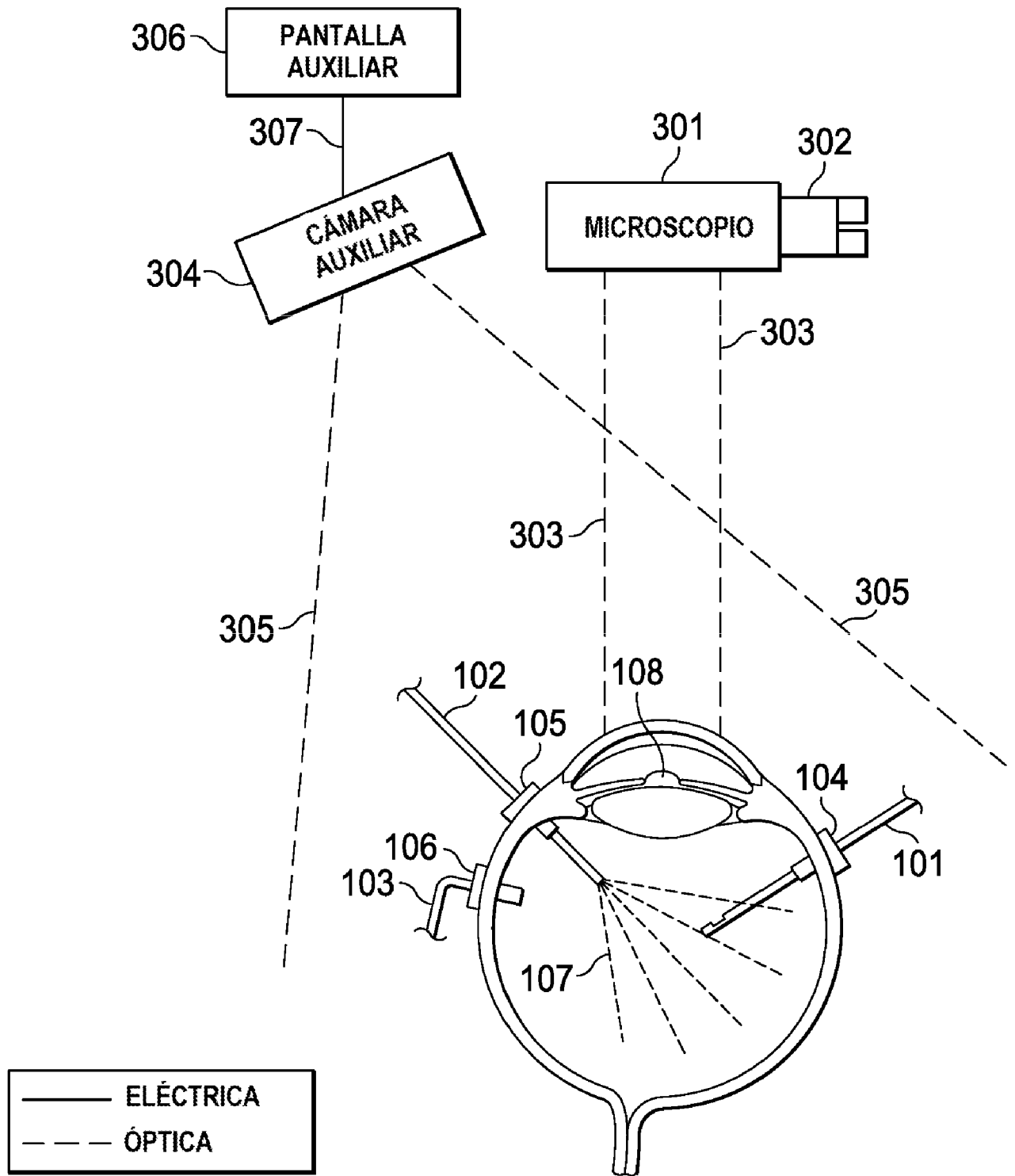


FIG. 3A

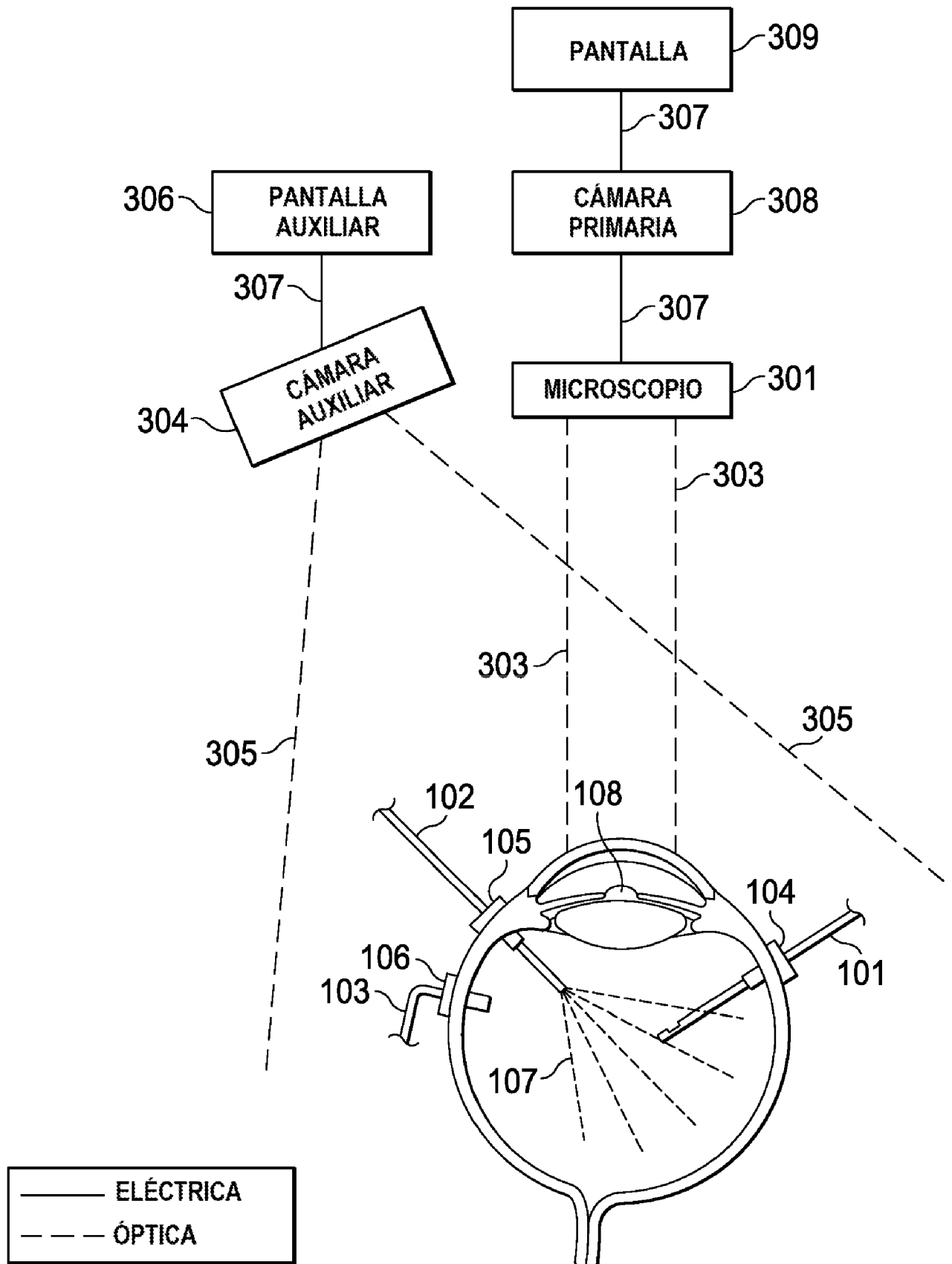


FIG. 3B

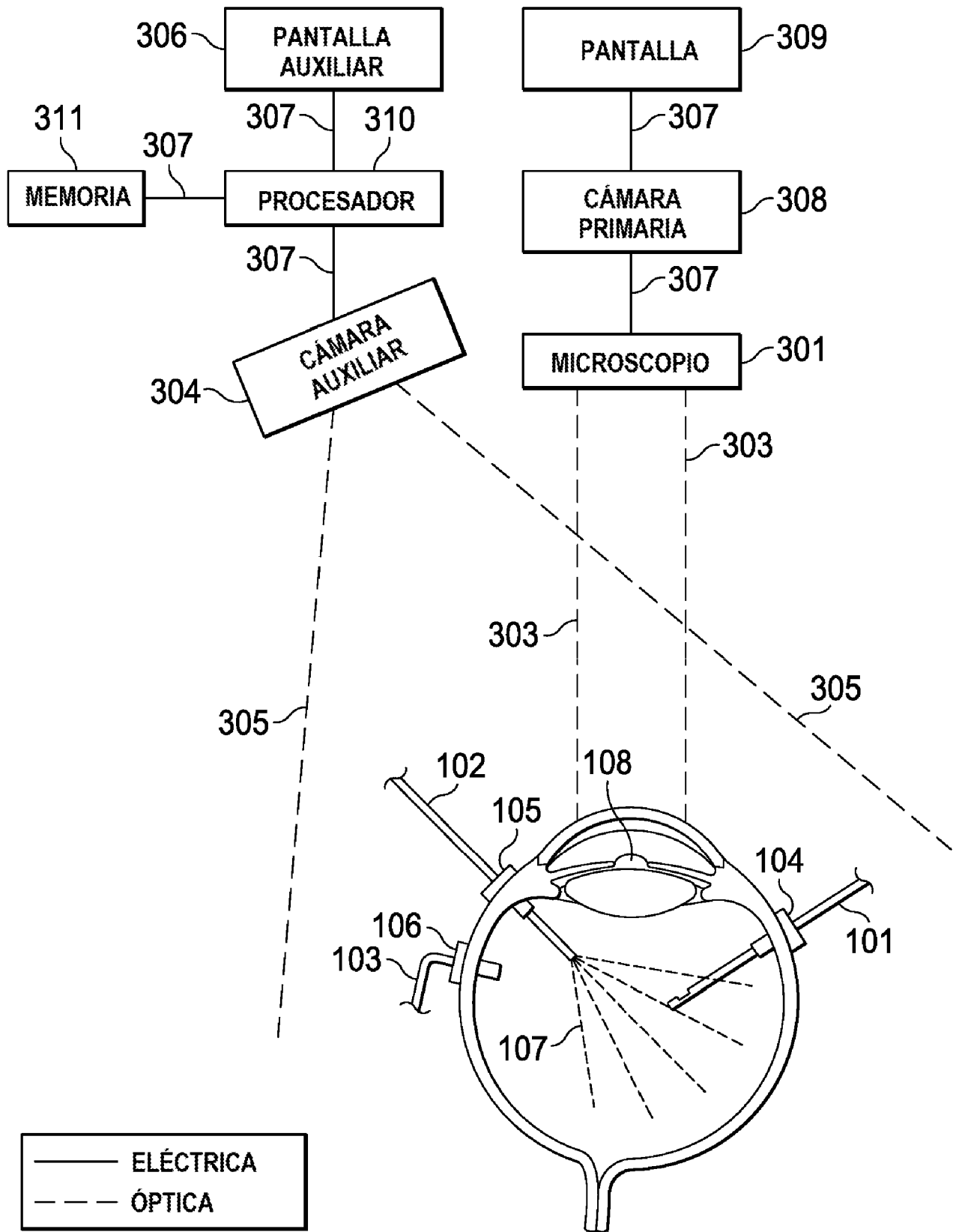


FIG. 3C

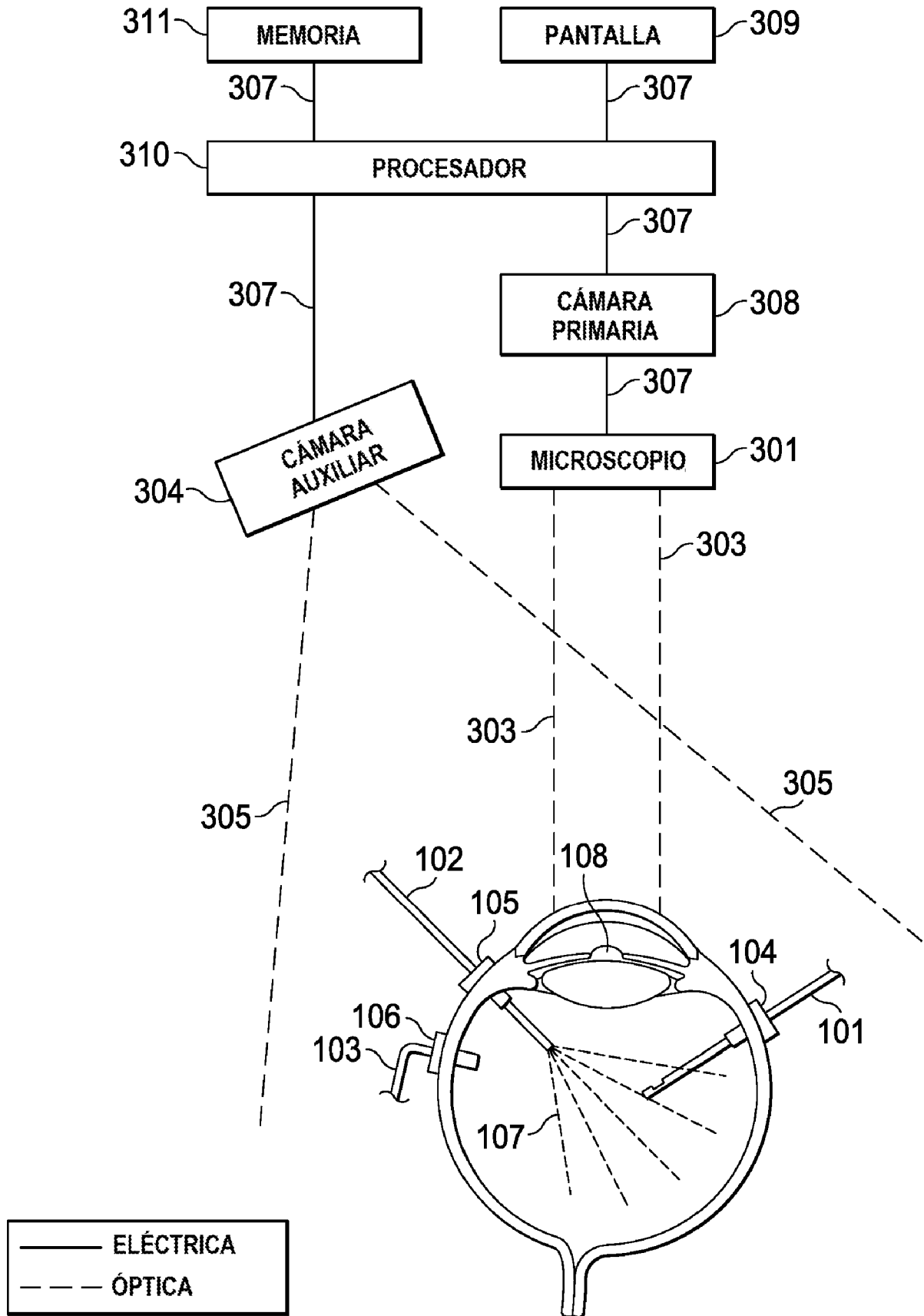


FIG. 3D

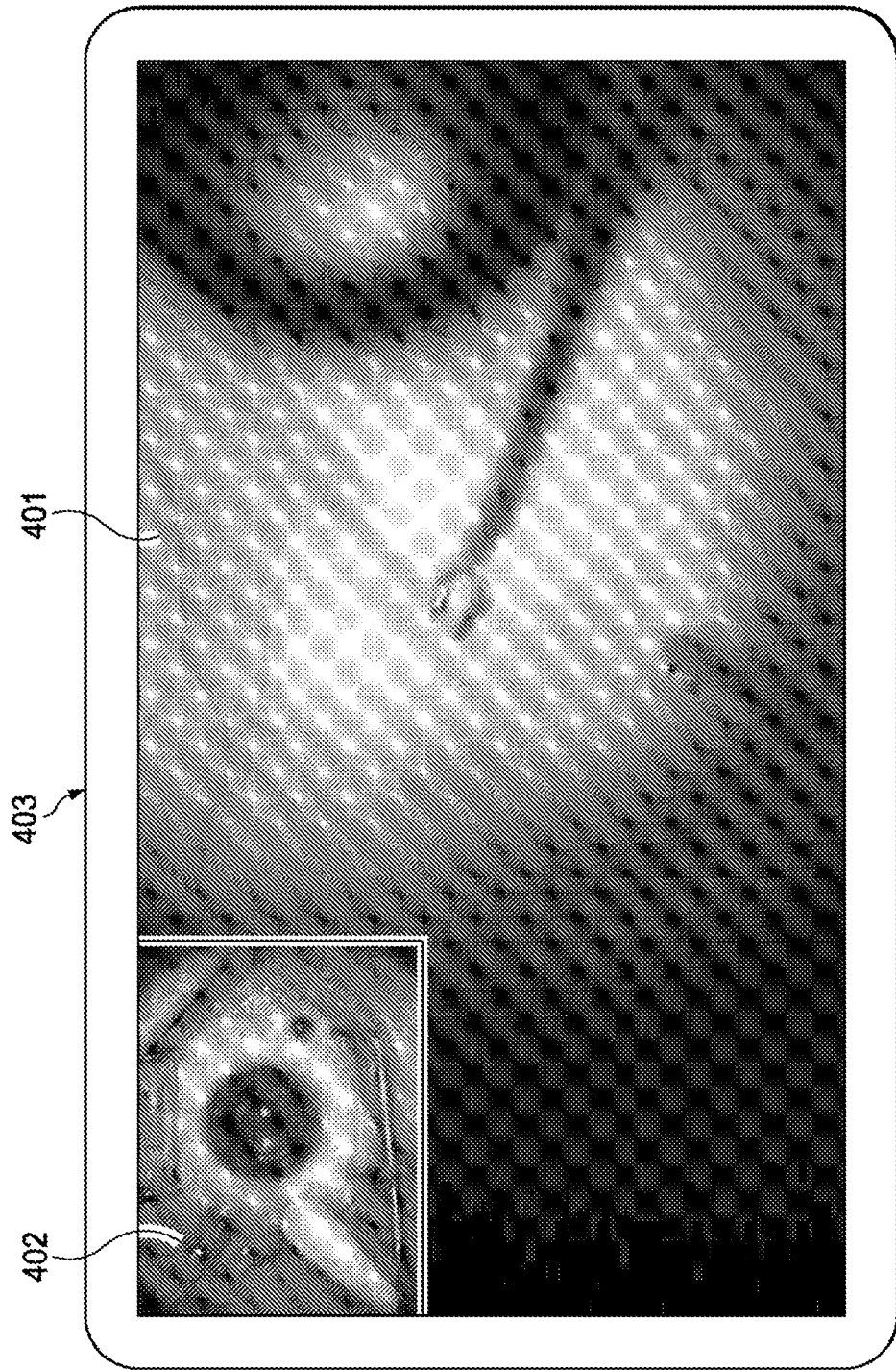


FIG. 4

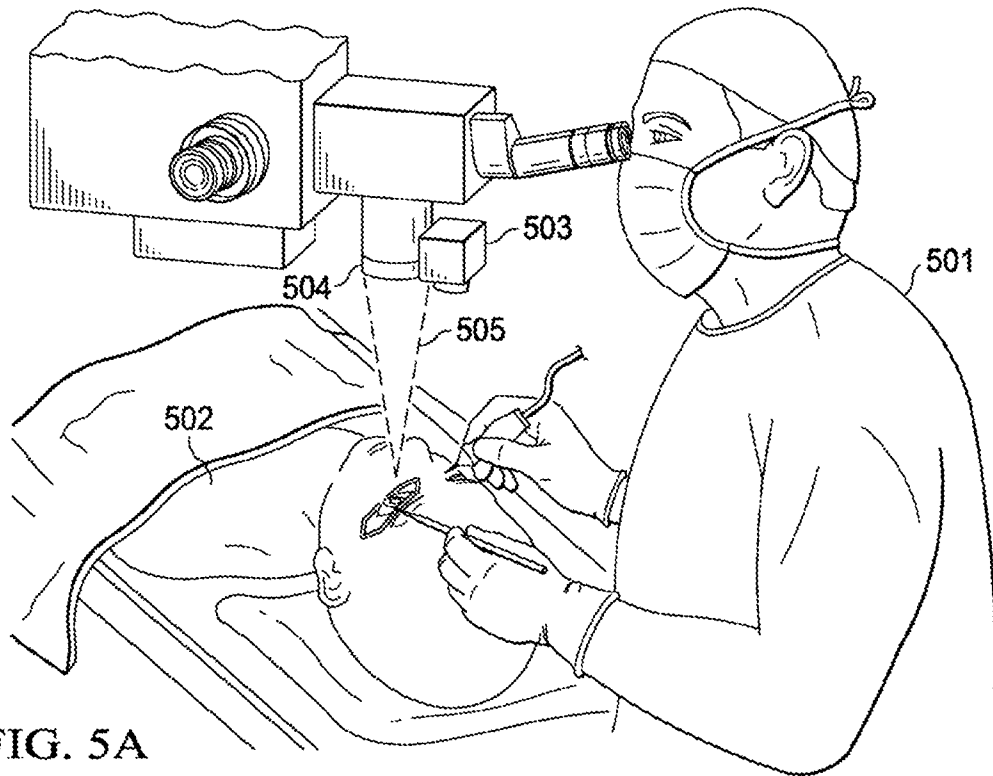


FIG. 5A

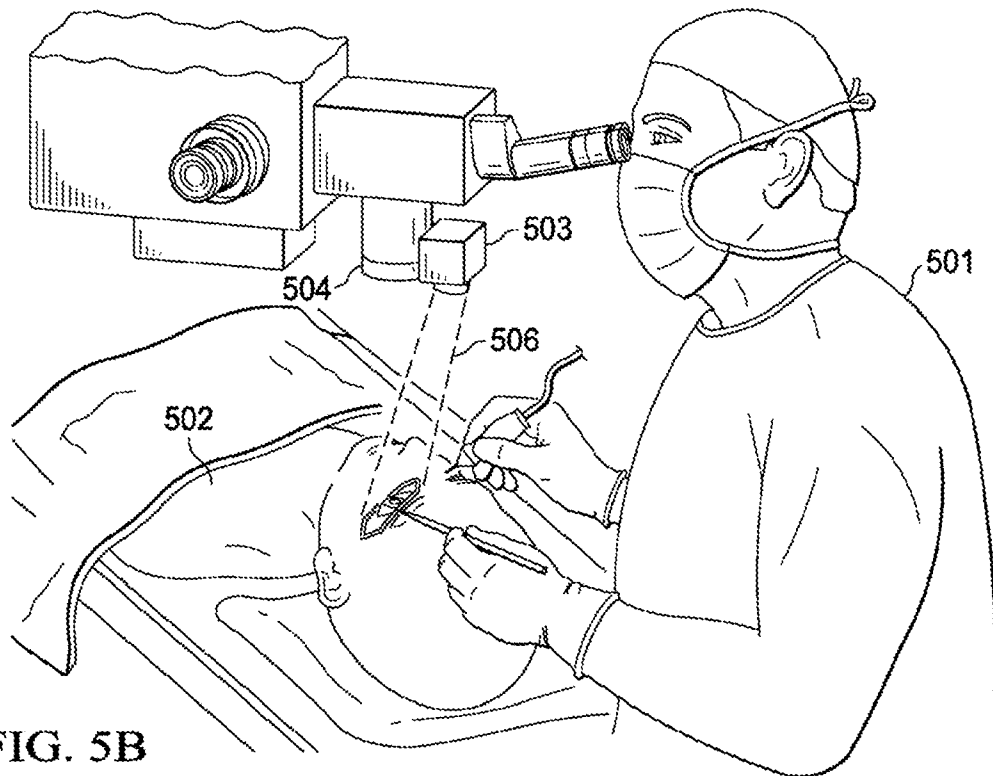


FIG. 5B