

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 720**

51 Int. Cl.:

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 7/70 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2016 PCT/IB2016/052834**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2016 WO16185363**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2016 E 16726656 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3265995**

54 Título: **Modificación de imagen de TCO**

30 Prioridad:

19.05.2015 US 201562163831 P
07.10.2015 US 201514877638

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2019

73 Titular/es:

NOVARTIS AG (100.0%)
Lichtstrasse 35
4056 Basel, CH

72 Inventor/es:

YU, LINGFENG;
REN, HUGANG y
PAPAC, MICHAEL J.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 726 720 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

Modificación de imagen de TCO

Campo de la técnica

5 La presente exposición está dirigida a métodos y sistemas para procedimientos médicos oftálmicos, y más particularmente, a métodos y sistemas que implican la formación de imágenes por Tomografía de Coherencia Óptica (TCO) para dichos procedimientos.

Antecedentes

10 Muchos procedimientos microquirúrgicos requieren el corte y/o retirada de distintos tejidos corporales. Por ejemplo, la retirada de la Membrana Limitante Interna (MLI) y la retirada de la membrana epirretiniana (MER) son tratamientos quirúrgicos útiles de diferentes enfermedades superficiales de la mácula. Sin embargo, las técnicas quirúrgicas para el desprendimiento de las MLI y MER requieren experiencia y paciencia. Se utilizan Instrumentos quirúrgicos contruidos de manera precisa y cuidadosa para cada segmento de la técnica quirúrgica.

15 Los procedimientos de MLI y MER utilizan una técnica de dos operaciones. La primera operación incluye a acceder a un borde de la membrana y la segunda operación incluye sujetar y desprender la membrana. Algunos operadores utilizan un rascador para acceder al borde de la membrana. El operador rasca suavemente la membrana para separar los bordes de la membrana de manera que un borde quede listo para ser sujetado. A continuación, el operador introduce un fórceps especial para sujetar y desprender la membrana. Sin embargo, como cada operación requiere paciencia y precisión, un operador puede algunas veces rascar y a continuación intentar sujetar el tejido muchas veces durante un único procedimiento quirúrgico.

20 Para ayudar al operador con estos tipos y otros tipos de procedimientos quirúrgicos, los operadores pueden utilizar un sistema de formación de imágenes que presenta una vista al microscopio del tejido que ha de ser tratado, tal como el tejido de un ojo de un paciente. Por consiguiente, el usuario de tal sistema de formación de imágenes puede ser provisto con una vista en primer plano de los instrumentos quirúrgicos, tales como fórceps u otros instrumentos, así como la región del ojo que es de interés. En algunos casos, el operador puede también ser provisto con una imagen de Tomografía de Coherencia Óptica (TCO) de la región del ojo que es de interés. La formación de imágenes de TCO utiliza generalmente luz infrarroja y es capaz de obtener o generar imágenes del tejido situado por debajo de la superficie. Sin embargo, los instrumentos en el ojo pueden generar sombras que inhiben la capacidad del sistema de TCO para proporcionar un nivel de claridad deseado. Existe la necesidad de una mejora continuada en el uso y operatividad de sistemas y herramientas quirúrgicos para distintos procedimientos oftálmicos.

30 Se hace referencia a Ehlers et al "integrative Advances for OCT – Guided Ophtalmic Surgery and Intraoperative OCT : Microscope Integration, Surgical Instrumentation, and Heads-Up Display Surgeon Feedback" 20 de agosto de 2014.

Resumen

35 El alcance es según las reivindicaciones. En consecuencia se ha proporcionado un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 11. Además se ha proporcionado un sistema de acuerdo con la reivindicación 17. Otras disposiciones ópticas son proporcionadas en las reivindicaciones dependientes.

40 Según algunos ejemplos, métodos para la modificación de imagen de TCO puede incluir la recepción de una imagen de TCO de una región de interés del tejido de un paciente procedente de un sistema de formación de imágenes por TCO configurado para dirigir un haz de TCO en la región de interés y determinar que un instrumento transparente de TCO está dentro de una imagen de TCO. El método puede incluir detectar un artefacto en la imagen de TCO. El artefacto puede resultar del instrumento transparente de TCO está dentro de una trayectoria del haz de TCO. En respuesta a la detección del artefacto, el método puede incluir la creación de un plano de modificación de imagen para retirar el artefacto de la imagen de TCO. El método puede incluir ejecutar el plan de modificación de imagen para retirar el artefacto de la imagen de TCO.

45 Según algunos ejemplos métodos para la modificación de imagen de TCO de una región oftálmica de interés pueden incluir recibir una imagen de TCO de una región de interés de tejido oftálmico procedente de un sistema de formación de imágenes de TCO. El método puede incluir determinar que un instrumento transparente de TCO está dentro de la imagen de TCO. En respuesta a la determinación de que un instrumento transparente de TCO está dentro de la imagen, el método puede incluir la determinación de un conjunto de parámetros asociados con el instrumento transparente de TCO. Los parámetros pueden incluir características del instrumento transparente de TCO y la situación del instrumento transparente de TCO. El método puede incluir, basándose en el conjunto de parámetros, la modificación de la imagen de TCO para retirar un artefacto del interior de la imagen de TCO. El artefacto puede ser un resultado del instrumento transparente de TCO que está dentro de una trayectoria de un haz de TCO utilizado por el sistema de formación de imágenes de TCO.

Según algunos ejemplos, los sistemas de formación de imágenes oftálmicas pueden incluir un sistema de formación de imágenes de TCO dispuesto para capturar imágenes en tiempo real de una región de interés y pueden incluir un sistema de presentación para presentar imágenes capturadas por el sistema de formación de imágenes de TCO a un usuario. El sistema de formación de imágenes oftálmicas puede incluir un sistema de control que comprende un procesador y una memoria. La memoria puede incluir instrucciones legibles por máquina que cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el sistema de control reciba una imagen de una región de interés procedente del sistema de formación de imágenes de TCO, determine que un instrumento transparente de TCO está dentro de la imagen, y en respuesta a la determinación de que un instrumento transparente de TCO está dentro de la imagen, obtenga un conjunto de parámetros asociados con el instrumento transparente de TCO. Las instrucciones legibles por máquina pueden hacer que el sistema cree un plan de modificación de imagen basándose en el conjunto de parámetros. El plan de modificación de imagen puede estar dispuesto para retirar un artefacto del interior de la imagen. Las instrucciones legibles por máquina pueden hacer que el sistema ejecute el plan de modificación de imagen para crear una imagen modificada y presente la imagen modificada a través del sistema de presentación.

Ha de entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son de naturaleza ejemplar y explicativa y están destinadas a proporcionar una comprensión de la presente exposición sin limitar el alcance de la presente exposición. A este respecto, aspectos, características y ventajas adicionales de la presente exposición serán evidentes para un experto en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos ilustran realizaciones de los dispositivos y métodos descritos en este documento y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente exposición.

La fig. 1 es un diagrama que muestra un sistema quirúrgico oftálmico ilustrativo.

La fig. 2 es un diagrama que muestra una imagen ilustrativa de un ojo de un paciente como puede verse a través de un microscopio habilitado en TCO durante un procedimiento quirúrgico.

Las figs. 3A y 3B son diagramas de flujo que muestran métodos ilustrativos para modificación de imagen de TCO.

Las figs. 4A y 4B ilustran respectivamente imágenes de TCO ilustrativas estilizadas antes y después de un proceso de modificación de imagen.

Las figs. 5A y 5B muestran respectivamente imágenes de TCO ilustrativas estilizadas antes y después de un proceso de modificación de imagen.

Descripción detallada

Con el propósito de promover una comprensión de los principios de la presente exposición, se hará referencia a continuación a las realizaciones ilustradas en los dibujos, y se utilizará un lenguaje específico para describir las mismas. Se comprenderá sin embargo que no se ha pretendido limitación del alcance de la exposición. Cualesquiera alteraciones y modificaciones adicionales de los dispositivos, instrumentos, métodos y de cualquier otra aplicación descritos de los principios de la presente exposición son contempladas completamente como le ocurriría normalmente a un experto en la técnica a la que se refiere la exposición. En particular, se ha contemplado completamente que las características, componentes y/u operaciones descritas con respecto a una realización pueden ser combinadas con las características, componentes, y/u operaciones descritas con respecto a otras realizaciones de la presente exposición. Por simplicidad, en algunos casos se han utilizado los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a las mismas partes o a partes similares.

La presente exposición está dirigida a métodos y sistemas para modificar o corregir para una mayor claridad una imagen de TCO que ha sido afectada por el uso o presencia de un instrumento quirúrgico transparente de TCO. En distintos procedimientos, un usuario puede observar una región de interés, tal como un ojo de un paciente, utilizando tanto un sistema de formación de imágenes que incluye un sistema de formación de imágenes por microscopio como un sistema de formación de imágenes de TCO. Tal sistema de formación de imágenes permite que un usuario observe tanto una imagen de un microscopio convencional como una imagen de TCO al tiempo que utiliza un instrumento quirúrgico para realizar un procedimiento quirúrgico oftálmico tal como una retirada de MLI. La imagen de microscopio convencional es observada utilizando luz que está dentro del espectro visible que tiene una longitud de onda que oscila entre aproximadamente 400 nm y 700 nm. La imagen de TCO es usualmente generada utilizando luz en el intervalo infrarrojo cercano que tiene una longitud de onda dentro de un intervalo de aproximadamente 700 nm a 1700 nm. Sin embargo, es también posible obtener imágenes de TCO utilizando luz en el intervalo del espectro visible. Así, una imagen de TCO puede ser obtenida utilizando luz dentro de cualquier intervalo de longitud de onda practicable. En algunos casos, la imagen de TCO puede proporcionar una vista en sección transversal de la región de interés dentro del ojo y puede ser utilizada para visualizar el tejido por debajo del tejido superficial exterior. Un instrumento quirúrgico convencional bloqueará la luz dentro del espectro de TCO que es utilizado por el sistema de formación de imágenes de TCO, bloqueando así la vista completa de la región de interés por debajo de la superficie del tejido. En contraste, un

instrumento transparente de TCO puede aún ser visto dentro de la imagen del microscopio y aún no bloquee toda la luz utilizada para generar la imagen de TCO.

Los instrumentos transparentes de TCO pueden ser situados en la trayectoria del haz de TCO entre el tejido cuya imagen se está formando y el dispositivo de captura de TCO que mide la luz de TCO para capturar una imagen. La naturaleza transparente de TCO de tales instrumentos permite que la luz de TCO pase y así el tejido situado debajo del instrumento de TCO pueda aún ser capturado. Pero, un instrumento transparente de TCO puede aún tener un pequeño efecto sobre el haz de TCO. Así, el instrumento transparente de TCO puede algunas veces hacer que haya artefactos presentes dentro de la imagen de TCO. Por ejemplo, un artefacto puede ser una interrupción en la imagen del tejido situado por debajo de la ubicación actual del instrumento transparente del TCO. Dicha interrupción es un resultado de una longitud de trayectoria óptica más larga entre el dispositivo de captura de TCO y el tejido situado por debajo del instrumento transparente de TCO. Hay una diferente longitud de trayectoria óptica debido a que el índice de refracción del instrumento transparente de TCO es diferente del índice de refracción de los fluidos circundantes. Debido al índice de refracción diferente del instrumento transparente de TCO, la luz de TCO que pasa a través del instrumento transparente de TCO se desplaza a una distancia mayor que la luz que no pasa a través del instrumento transparente de TCO.

De acuerdo con los principios descritos en este documento, la presente exposición está dirigida a modificar una imagen de TCO para corregir cualesquiera artefactos causados por la presencia del instrumento transparente de TCO. En algunos ejemplos, esto puede hacerse analizando la imagen de TCO para detectar características del artefacto y haciendo ajustes en la imagen de TCO para retirar el artefacto. En otros ejemplos, pueden obtenerse los parámetros del instrumento transparente de TCO, tales como posición, orientación, forma, e índice de refracción. Utilizando dichos parámetros, puede crearse un plan de modificación de imagen. El plan de modificación de imagen puede estar diseñado para utilizar los parámetros conocidos para "invertir" los efectos que el instrumento transparente de TCO tiene sobre la imagen de TCO. El plan de modificación de imagen puede a continuación ser ejecutado y la imagen modificada puede ser presentada a un usuario. Cuando el instrumento transparente de TCO cambia de posición y orientación en tiempo real, el proceso de modificación de imagen es aplicado a imágenes capturadas de nuevo para proporcionar a un usuario con una vista modificada en tiempo real, de la imagen de TCO.

La fig. 1 es un diagrama que muestra un sistema 100 de formación de imágenes oftálmicas ilustrativo. De acuerdo con el presente ejemplo, el sistema 100 de formación de imágenes oftálmicas incluye un visor 104 de imagen, un sistema 106 de formación de imágenes con microscopio, un sistema 108 de formación de imágenes de TCO, y un sistema de control 112. El sistema 100 de formación de imágenes oftálmicas proporciona a un usuario 102 con una vista de microscopio y una imagen de TCO de la región de interés dentro de una región objetivo del cuerpo de un paciente. En este ejemplo, la región objetivo es un ojo 110 del paciente.

El sistema 106 de formación de imágenes con microscopio obtiene imágenes del ojo 110 de un paciente utilizando luz dentro del espectro visible. El espectro visible define el intervalo de longitudes de onda de luz que es visible para el ojo humano. El espectro visible incluye radiación electromagnética que tiene una longitud de onda que está, como se ha indicado anteriormente, generalmente dentro de un intervalo de aproximadamente 400 nm a 700 nm, aunque éste intervalo de longitud de onda puede variar ligeramente para individuos diferentes. El sistema 106 de formación de imágenes con microscopio puede utilizar un sistema de lentes para proporcionar una vista en primer plano del ojo 110 de un paciente o incluso una región específica de interés dentro del ojo 110 de un paciente. Dicha imagen puede a continuación ser proporcionada al visor 104 de imagen.

El sistema 108 de formación de imágenes de TCO obtiene imágenes de TCO de un ojo 110 de un paciente. Utiliza distintas técnicas para obtener imágenes resueltas en profundidad del tejido de un paciente por debajo de la superficie del tejido que no pueden ser obtenidas a partir del uso de un microscopio estándar. Esto se hace utilizando sincronización de coherencia basada en la luz que está dentro del espectro de TCO. Como se indicado anteriormente, este intervalo incluye radiación electromagnética que tiene una longitud de onda de entre aproximadamente 700 nm y 2600 nm, y en algunos casos puede extenderse al intervalo de luz visible de aproximadamente 400 nm a 700 nm. Utilizando sincronización de coherencia, el sistema 108 de formación de imágenes de TCO puede presentar una imagen de tejido por debajo del tejido superficial y generar una vista en sección transversal de dicho tejido. Como tal, el sistema 108 de formación de imágenes de TCO puede ser utilizado para obtener una vista en sección transversal de la región de interés en la que está operando el usuario 102. Una ventaja de esto es que el usuario 102 es capaz de ver cómo las interacciones entre el instrumento quirúrgico y la superficie de una MLI afectan al tejido por debajo de la superficie de la MLI. Específicamente, el uso de 102 puede utilizar la imagen en sección transversal para ayudar a evitar un daño accidental en la retina subyacente. En algunos ejemplos, el sistema 108 de formación de imágenes de TCO está integrado con el sistema 106 de formación de imágenes con microscopio convencional. En algunos ejemplos, sin embargo, el sistema 108 de formación de imágenes de TCO puede ser un aparato separado que proporciona las imágenes de TCO al visor 104 de imagen.

El sistema 108 de formación de imágenes de TCO incluye distintos componentes que son utilizados para realizar la función de formación de imágenes de TCO. Por ejemplo, el sistema 108 de formación de imágenes de TCO puede incluir una fuente 118 de luz de TCO para proyectar un haz de TCO en una región de interés. El sistema 108 de formación de imágenes de TCO puede también incluir un dispositivo 120 de captura de TCO que detecta la luz de TCO reflejada desde la región de interés. El sistema 108 de formación de imágenes de TCO a continuación utiliza la información

obtenida por el dispositivo 120 de captura de TCO para construir una imagen de la región de interés. En algunos ejemplos, la imagen puede ser una sección transversal bidimensional de la región de interés que proporciona una vista por debajo de la superficie del tejido dentro de la región de interés. En algunos ejemplos, la imagen puede ser una imagen tridimensional que también proporciona una vista tridimensional por debajo de la superficie.

5 El visor 104 de imagen presenta a un usuario 102 u otro operador, las imágenes obtenidas tanto por el sistema 106 de formación de imágenes con microscopio como por el sistema 108 de formación de imágenes de TCO. El visor 104 de imagen puede presentar las imágenes de una variedad de maneras, tal como en un monitor, pantalla de presentación, en el ocular del microscopio, o de otras formas. En algunos ejemplos, el sistema 106 de formación de imágenes con microscopio puede proporcionar imágenes estereoscópicas formadas por al menos dos imágenes. El visor 104 de imagen puede presentar al menos las dos imágenes en ojos diferentes del usuario 102, creando así un efecto tridimensional.

15 El sistema 112 de control es un sistema informático que puede procesar imágenes obtenidas procedentes del sistema 108 de formación de imágenes de TCO. Estas imágenes, que pueden contener artefactos, pueden ser modificadas por el sistema 112 de control para retirar los artefactos. Las imágenes modificadas pueden a continuación ser proporcionadas al visor 104 de imagen. En algunos ejemplos, el sistema 112 de control puede estar integrado con el sistema 108 de formación de imágenes de TCO. En algunos ejemplos, el sistema 112 de control puede estar integrado con el visor 104 de imagen. En algunos ejemplos, el sistema 112 de control es un componente discreto que está separado de y en comunicación con, el visor 104 de imagen y el sistema 108 de formación de imágenes de TCO.

20 El sistema 112 de control también incluye un procesador 114 y una memoria 116. La memoria 116 puede incluir distintos tipos de memoria incluyendo memoria volátil (tal como memoria de acceso aleatorio (RAM)) y memoria no volátil (tal como un almacenamiento de estado sólido). La memoria 116 puede almacenar instrucciones legibles por ordenador, que cuando son ejecutadas por el procesador 114, hacen que el sistema 112 de control realice distintas funciones, incluyendo las funciones de modificación de imagen descritas en este documento. La memoria 116 puede también almacenar datos que representan imágenes capturadas por el sistema 108 de formación de imágenes de TCO así como versiones modificadas de esas imágenes. La memoria 116 puede también almacenar parámetros asociados con un instrumento transparente de TCO. Dichos parámetros serán descritos con mayor detalle a continuación.

25 La fig. 2 es un diagrama que muestra una vista 200 de microscopio y de TCO combinada ilustrativo de un ojo de un paciente según es presentada o visualizada por el visor 104 de imagen. Según el presente ejemplo, el visor 104 de imagen (fig. 1) solapa una imagen 210 de TCO sobre una imagen 202 de microscopio. Así, el usuario puede ver una región potencial de interés 206 junto con el instrumento quirúrgico 204 que está siendo utilizado para operar dentro de la región de interés 206. La línea de puntos 208 en la fig. 2 representa la línea en sección transversal en la que es tomada la imagen 210 de TCO en sección transversal. Así, como puede verse, el visor de imagen (por ejemplo 104, fig. 1) proyecta la imagen 210 de TCO sobre la imagen 202 de microscopio de una manera que permite al usuario observar visualmente ambas imágenes 202, 210 a la vez.

30 La fig. 3A es un diagrama de flujo que muestra un método ilustrativo 300 para modificación de imagen de TCO basándose en parámetros de un instrumento transparente de TCO. En algunos ejemplos, el método 300 es realizado por un sistema de control (por ejemplo, 112, fig. 1). Según el presente ejemplo, el método 300 incluye una operación 302 para recibir una imagen de TCO procedente de un sistema de formación de imágenes de TCO (por ejemplo, 108, fig. 1). La imagen de TCO puede ser una imagen bidimensional o una imagen tridimensional.

35 El método 300 incluye además una operación 304 para determinar si un instrumento transparente de TCO está presente dentro de la imagen. Esto puede hacerse de una variedad de formas. En algunos ejemplos, el sistema de control analiza la propia imagen para determinar si está presente un instrumento transparente de TCO. En dicho caso, el sistema de control determina que un instrumento transparente de TCO está presente dentro de la imagen de TCO realizando las operaciones asociadas con dicho análisis. Este análisis puede ser hecho analizando el área de la imagen por encima de la región de interés en donde es probable que esté un instrumento transparente de TCO. Un instrumento transparente de TCO no es completamente transparente y así puede aún aparecer de alguna forma reconocible mediante una función diseñada para analizar la imagen de TCO, tal como identificando artefactos o discrepancias de longitud de onda o de imagen que se manifiestan por sí mismas en los datos de imagen.

40 En algunos casos, un instrumento transparente de TCO puede estar hecho de un material que es semitransparente a la luz de TCO. Esto permite al usuario visualizar mejor el instrumento dentro de la imagen de TCO así como permitir que la luz de TCO pase a través del instrumento y proporcione una imagen del tejido situado por debajo del instrumento. En algunos ejemplos, pueden utilizarse otros mecanismos para ayudar a ver el instrumento transparente de TCO dentro de la imagen de TCO. Por ejemplo, un sistema de formación de imágenes por ultrasonidos de alta frecuencia puede ser utilizado en combinación con el sistema de formación de imágenes de TCO para producir una imagen tanto del instrumento transparente de TCO como del tejido subyacente juntos.

45 En algunos ejemplos, un usuario puede indicar al sistema de control que se está utilizando un instrumento transparente de TCO. En dicho caso, el sistema de control determina que un instrumento transparente de TCO está presente dentro de la imagen de TCO recibiendo tal indicación procedente del usuario. Dicha indicación puede ser hecha a través de una

interfaz de usuario asociada con el sistema de control y puede incluir una entrada u otra configuración. Otros métodos para determinar que está presente un instrumento transparente de TCO son también contemplados. Por ejemplo, el sistema de control puede determinar que un instrumento transparente de TCO está presente dentro de la imagen de TCO recibiendo datos procedentes de sensores o detectores, tales como formadores de imagen de fondo de ojo que detectan la presencia de dicho instrumento cerca de la región de interés que está siendo observada por el sistema de formación de imágenes de TCO.

Si se ha determinado que no hay instrumento transparente de TCO dentro de la imagen de TCO, entonces el sistema de control no puede realizar un procesamiento adicional de la imagen. En dicha situación, el método 300 prosigue a la operación 316 en la que se presenta la imagen de TCO original. Pero, si en la operación 304 se determina que hay un instrumento transparente de TCO dentro de la imagen, entonces el método 300 prosigue a la operación 306.

La operación 306 es una operación de identificación de un conjunto de parámetros asociados con el instrumento transparente de TCO. La operación 306 incluye una operación 308 para identificar características del instrumento transparente de TCO. Dichas características pueden incluir, por ejemplo, la forma del instrumento transparente de TCO y el índice de refracción del instrumento transparente de TCO. Dichos parámetros pueden ser denominados como parámetros estáticos debido a que no cambian. Otros parámetros estáticos son también contemplados.

Los parámetros estáticos pueden ser identificados de una variedad de formas. En algunos ejemplos, el sistema de control puede tener una base de datos que almacena datos relacionados con una pluralidad de diferentes instrumentos transparentes de TCO. Para cada instrumento transparente de TCO diferente, puede haber una entrada dentro de la base de datos que proporciona la forma del instrumento, su índice de refracción, y otros parámetros estáticos. Para determinar cuál de la pluralidad de instrumentos transparentes de TCO está presente dentro de una imagen de TCO, puede aplicarse una función a la imagen de TCO que reconoce e identifica automáticamente el instrumento. Por ejemplo, el sistema de control puede determinar la forma en sección transversal del instrumento transparente de TCO y hacerle corresponder con una de las entradas dentro de la base de datos. En algunos ejemplos, sin embargo, un usuario puede simplemente introducir el tipo de instrumento transparente de TCO que está siendo utilizado y basándose en la entrada, el sistema de control puede buscar las características de ese instrumento transparente de TCO en la base de datos para determinar los parámetros estáticos apropiados, tales como, por ejemplo, la forma e índice de refracción para ese instrumento transparente de TCO.

La operación 306 incluye además una operación 310 para identificar una posición y una orientación del instrumento transparente de TCO. Dichos parámetros cambiarán en tiempo real cuando el usuario manipule el instrumento transparente de TCO para realizar operaciones quirúrgicas relacionadas. Así, dichos parámetros pueden ser denominados como parámetros dinámicos. Los parámetros dinámicos son importantes debido a que la posición y orientación del instrumento transparente de TCO pueden afectar al artefacto dentro de la imagen de TCO. Aunque los parámetros dinámicos de posición y orientación están identificados, pueden también utilizarse otros parámetros dinámicos.

Los parámetros dinámicos, tales como posición y orientación, del instrumento transparente de TCO pueden ser determinados de una variedad de maneras. En algunos ejemplos, el instrumento transparente de TCO puede tener dispositivos de detección de posición u orientación unidos a él o integrados dentro de él que pueden detectar dicha información. Por ejemplo, el instrumento transparente de TCO puede tener un giroscopio asociado con él para determinar la orientación actual. En algunos otros ejemplos, sin embargo, los parámetros dinámicos tales como posición y orientación pueden ser determinados por análisis de la propia imagen de TCO. Específicamente, puede aplicarse una función que detecta los límites del instrumento transparente de TCO dentro de la imagen. La función puede también determinar los límites del tejido dentro de la región de interés. Así, la posición del instrumento transparente de TCO con respecto al tejido puede ser determinada. Otras disposiciones utilizan una combinación de entradas de detector y análisis para detección. Aún otras disposiciones y sistemas se han contemplado también.

El método 300 incluye además una operación para crear un plan 312 de modificación de imagen. El plan de modificación de imagen está basado en los parámetros obtenidos, tanto estáticos como dinámicos. Utilizando dichos parámetros, el sistema de control puede determinar cómo se verá afectada la imagen del tejido subyacente para crear el artefacto. Estos efectos pueden a continuación ser "invertidos" para retirar el artefacto. En algunos ejemplos, el plan de modificación de imagen puede estar diseñado para tener en cuenta la diferencia en la longitud de trayectoria óptica en posiciones del tejido que están por debajo del instrumento transparente de TCO. Así, el plan de modificación de imagen puede referirse a traslaciones de partes del tejido dentro de la imagen de TCO para retirar el artefacto. En algunos ejemplos, el plan de modificación de imagen puede ajustar la intensidad de la imagen de TCO que estaba afectada por la presencia del instrumento transparente de TCO. En algunos ejemplos, el plan de modificación de imagen puede realizar un ajuste de fase para ayudar a retirar el artefacto. En otras palabras, el plan de modificación de imagen tiene en cuenta la diferencia de fase en el haz de TCO resultante de pasar a través del instrumento transparente de TCO. El plan de modificación de imagen puede también tener en cuenta diferencias en la intensidad de señal de TCO resultantes de que el haz de TCO pase a través del instrumento transparente de TCO. Así, la creación del plan de modificación de imagen puede implicar la determinación de una diferencia en la longitud de trayectoria óptica, una diferencia en la intensidad de señal de TCO, y/o una diferencia en la fase de señal de TCO resultantes de que la señal de TCO pase a través del

instrumento transparente de TCO. Dichas diferencias pueden entonces ser utilizadas para determinar cómo retirar los artefactos creados por la imagen transparente de TCO.

5 En una operación 314, el sistema de control ejecuta el plan de modificación de imagen. En otras palabras, el sistema de control modifica la imagen de TCO para retirar sustancialmente el artefacto. En algunos ejemplos, se crea y almacena una nueva imagen digital de TCO dentro de la memoria del sistema de control.

10 En la operación 316, la imagen de TCO es presentada a un usuario. La imagen presentada es o bien la imagen original en el caso de que no haya presente instrumento transparente de TCO, o la imagen modificada en el caso de que haya presente un instrumento transparente de TCO. En algunos ejemplos, el sistema de control puede estar configurado para presentar imágenes de una manera que proporcione al usuario con una vista modificada de la región de interés. Por ejemplo, el usuario puede ser provisto de un flujo de video que comprende una serie de imágenes de TCO que han sido modificadas para retirar sustancialmente los artefactos resultantes del instrumento transparente de TCO. Esto puede hacerse en tiempo real de tal forma que la imagen aparece como un video en vivo para un usuario. Alternativamente, esto puede hacerse en que aparezca como imágenes fijas. Cada imagen puede ser modificada con su propio plan de modificación de imagen cuando la posición y orientación del instrumento transparente de TCO se mueve dentro del espacio quirúrgico.

15 La fig. 3B es un diagrama de flujo que muestra un método 320 ilustrativo para modificación de imagen de TCO basado en características de un artefacto. En algunos ejemplos, un plan de modificación de imagen puede ser formado sin análisis de los parámetros asociados con el instrumento transparente de TCO. Por ejemplo, después de determinar que está presente un instrumento transparente de TCO, el método 320 incluye una operación 322 para detectar qué está presente un artefacto dentro de la imagen de TCO. El sistema de control puede también determinar, por la naturaleza del artefacto, que dicho artefacto es el resultado de un instrumento transparente de TCO que está presente.

20 El método 320 incluye además una operación 324 para detectar distintas características del artefacto. Dichas características pueden ser útiles para determinar cómo retirar el artefacto. Dichas características pueden incluir, por ejemplo, límites de una interrupción. Dichas características pueden también incluir diferencias en la intensidad o fase de la imagen de TCO. Las características del artefacto pueden ser utilizadas para determinar un plan de modificación de imagen como se ha descrito anteriormente con referencia la operación 312. Por ejemplo, el plan de modificación de imagen puede definir cómo han de ser trasladadas las partes de la imagen de TCO que están dentro de los límites. La traslación de dichas partes de la imagen de TCO con respecto a partes de la imagen de TCO fuera de los límites del artefacto hace que aparezca la imagen de TCO como si no hubiera artefactos resultantes de la presencia del instrumento transparente de TCO. En otras palabras, la traslación retira sustancialmente los artefactos. En algunos ejemplos, tanto los parámetros de la imagen transparente de TCO como las características de la interrupción pueden ser determinados y utilizados para crear un plan de modificación de imagen.

25 Las figs. 4A y 4B muestran imágenes 400, 420 de TCO ilustrativas antes y después de un proceso de modificación de imagen, respectivamente. Presente dentro de la imagen 400 de TCO de la fig. 4A está el tejido 408 dentro de la región de interés 402, una sección transversal de un instrumento transparente 404 de TCO, y artefactos 406-1 y 406-2 resultantes de la presencia del instrumento transparente 404 de TCO. Un haz 410 de TCO, aunque no realmente visible dentro de la imagen 400 de TCO real, está ilustrado con propósitos de comprensión.

30 En el presente ejemplo, el instrumento transparente 404 de TCO puede ser un fórceps. Así, la vista en sección transversal del instrumento transparente 404 de TCO dentro de la imagen 400 de TCO tiene dos secciones correspondiendo cada sección a un brazo del fórceps. Como se ha descrito anteriormente, aunque el instrumento transparente 404 de TCO permite que el haz 410 de TCO pase a su través, afecta aún al haz 410 de TCO y así a la imagen capturada por el dispositivo de captura. Específicamente, el instrumento transparente 404 de TCO tiene un índice de refracción diferente que el material circundante 412. En el ejemplo de una cirugía retiniana, el material circundante 412 puede ser fluido retiniano.

35 Así, la presencia del instrumento transparente 404 de TCO crea los artefactos 406-1 y 406-2 como se ha ilustrado. En el presente ejemplo, los artefactos 406-1 y 406-2 aparecen como interrupciones dentro de la superficie del tejido 408. Las interrupciones son resultados de la diferencia en la longitud de la trayectoria óptica entre regiones del tejido 408 que son bloqueadas por el instrumento transparente 404 de TCO y regiones del tejido 408 que no son bloqueadas por el instrumento transparente 404 de TCO.

40 Como se ha descrito anteriormente, se determinan distintos parámetros asociados con el instrumento transparente 404 de TCO. Específicamente, conociendo uno o más parámetros estáticos y uno o más parámetros dinámicos, tales como por ejemplo, el índice de refracción y/o la forma del instrumento transparente 404 de TCO así como su posición con respecto a la superficie del tejido 408, el sistema de control puede determinar el efecto que la presencia del instrumento transparente 404 de TCO tendrá en el tejido 408 situado por debajo. La imagen 400 de TCO puede a continuación ser modificada para invertir estos efectos.

45 En algunos ejemplos, la posición del instrumento transparente 404 de TCO es determinada utilizando una función de segmentación. La función de segmentación determina los límites relevantes del instrumento transparente 404 de TCO.

- 5 Específicamente, la función de segmentación puede producir líneas superiores 414 y línea inferiores 416 que representan la superficie superior y la superficie inferior del instrumento transparente 404 de TCO respectivamente. Conociendo las posiciones de tales límites, pueden determinarse los parámetros estáticos y dinámicos. Por ejemplo, conociendo la posición de tales límites, el grosor del instrumento transparente 404 de TCO así como la distancia entre el instrumento transparente 404 de TCO y el tejido 408 pueden ser determinados. Así, la segmentación puede proporcionar datos utilizados para determinar parámetros estáticos en la operación 308 y parámetros dinámicos en la operación 310 de la fig. 3A. Esta información puede ser utilizada para determinar cuánto debería ser trasladada o modificada de otro modo la región de tejido 408 situada por debajo del instrumento transparente 404 de TCO para retirar los artefactos 406-1 y 406-2.
- 10 Mientras la fig. 4A ilustra un caso en el que el instrumento transparente 404 de TCO es igual en grosor y distancia desde el tejido 408 a lo largo de la anchura de la imagen, las situaciones prácticas pueden no ser claras. El usuario puede estar manteniendo el instrumento transparente 404 de TCO en un ángulo y así las superficies superior e inferior no serán líneas rectas paralelas a la superficie del tejido 408. En algunos ejemplos, la función que determina cuánto hay que trasladar las partes de la imagen 400 de TCO correspondientes al tejido subyacente 408 implica dividir la imagen en un conjunto de rebanadas verticales. Para cada rebanada, el grosor del instrumento transparente 404 de TCO puede ser determinado. Conociendo el grosor y el índice de refracción del material transparente de TCO, la diferencia en la longitud de trayectoria óptica puede ser calculada. Utilizando dicha información, puede determinarse cuánto debería ser trasladada la parte de tejido de la rebanada respectiva para retirar los artefactos 406-1 y 406-2. La anchura de cada rebanada puede estar basada en la resolución de la imagen 400 de TCO.
- 15
- 20 La fig. 4B ilustra una imagen 420 modificada que corresponde a la imagen 400 de TCO original, excepto en que los artefactos 406-1 y 406-2 han sido retirados por el sistema de control. Específicamente, utilizando los métodos descritos anteriormente con respecto a la fig. 3, el sistema de control ha modificado la imagen 400 de TCO para crear la imagen 420 de TCO modificada.
- 25 Como se ha descrito anteriormente, en algunos ejemplos, un plan de modificación de imagen puede ser formado sin análisis de los parámetros asociados con el instrumento transparente 404 de TCO. En el presente ejemplo, los artefactos 406-1 y 406-2 aparecen como interrupciones dentro de la imagen. Un tipo de característica que puede ser determinada por el sistema de control son las ubicaciones de los límites de los artefactos 406-1 y 406-2.
- 30 Las características de los artefactos 406-1, 406-2 tales como la ubicación de los límites, pueden ser utilizadas para determinar un plan de modificación de imagen que retira los artefactos 406-1, 406-2. Por ejemplo, el plan de modificación de imagen puede definir cómo han de ser trasladadas partes de la imagen 400 de TCO que están dentro de los límites. La traslación de tales partes de la imagen 400 de TCO con respecto a partes de la imagen 400 de TCO exteriores a los límites del artefacto hace que la imagen 400 de TCO aparezca como si no hubiera artefactos resultantes de la presencia del instrumento transparente 404 de TCO. En otras palabras, la traslación retira sustancialmente los artefactos 406-1, 406-2.
- 35 Las figs. 5A y 5B muestran imágenes 500, 520 de TCO ilustrativas adicionales antes y después de un proceso de modificación de imagen. En algunos ejemplos, el instrumento transparente 502 de TCO puede tener una forma curvada que actúa como una lente y enfoca así el haz 410 de TCO de maneras indeseables y crea así un artefacto más completo. Pero, conociendo la curvatura del instrumento transparente 502 de TCO, el plan de modificación de imagen puede tener dichos efectos de foco en cuenta e invertir efectivamente dichos efectos.
- 40 La fig. 5A ilustra una imagen 500 de TCO antes de ser modificada. Presente dentro de la imagen 500 de TCO está el tejido 408 dentro de la región de interés 402, una sección transversal de un instrumento transparente 502 de TCO, y artefactos 506-1 y 506-2 resultantes de la presencia del instrumento transparente 502 de TCO. Un haz 410 de TCO, aunque no realmente visible dentro de la imagen 500 de TCO, está ilustrado de nuevo con propósitos de comprensión.
- 45 En este ejemplo, el instrumento transparente 502 de TCO tiene bordes redondeados. De nuevo, el instrumento transparente 502 de TCO puede ser un fórceps. La vista en sección transversal muestra así un primer brazo 502-1 y un segundo brazo 502-2. El primer brazo 502-1 está a una primera distancia 508 de la superficie del tejido 408. El segundo brazo 502-2 está a una segunda distancia 510 de la superficie del tejido 408.
- 50 La naturaleza curvada de las superficies superior e inferior del instrumento transparente 502 de TCO creará un efecto de lente sobre el haz 410 de TCO. En otras palabras, el haz 410 de TCO será redirigido en ángulos diferentes a diferentes puntos a lo largo de la superficie. Pero, la naturaleza de tal efecto de enfoque puede ser determinada conociendo parámetros estáticos tales como la curvatura de las superficies superior e inferior así como parámetros dinámicos tales como la distancia entre las superficies curvadas y el tejido subyacente 408. Dichos parámetros pueden ser determinados como se ha descrito anteriormente con referencia a las figs. 3, 4A y 4B. Dichos parámetros pueden así ser utilizados para invertir los efectos que causan los artefactos 506-1 y 506-2 y crear así una imagen modificada que está sustancialmente libre de artefactos.
- 55 La fig. 5B ilustra una imagen modificada 520 que corresponde a la imagen original 500, excepto en que el sistema de control ha retirado los artefactos 506-1, 506-2. Específicamente, utilizando los métodos descritos anteriormente con

respecto a la fig. 3, la imagen 500 de TCO de la fig. 5A es modificada para crear la imagen 520 de TCO modificada en la fig. 5B.

5 Se ha observado que los artefactos 406-1, 406-2, 506-1, 506-2 ilustrados en las figs. 4A y 5A no son necesariamente representativos de un artefacto que sería producido por las formas del instrumento transparente de TCO ilustrado. En su lugar, los artefactos 406-1, 406-2, 506-1, 506-2 están mostrados con propósitos de claridad y comprensión.

10 En algunos ejemplos, el plan de modificación de imagen puede incluir otras operaciones para modificar una imagen que ha de estar sustancialmente libre de artefactos. Por ejemplo, además de cambios espaciales como se ha mostrado y descrito con referencia a las figs. 4A, 4B, 5A y 5B, el sistema de control puede modificar la intensidad de imagen de los artefactos 406-1, 406-2, 506-1, 506-2 también. Por ejemplo, la intensidad de imagen de un artefacto puede ser alterada como resultado de que el haz 410 de TCO pasa a través del instrumento transparente 404, 502 de TCO. Así, en algunos ejemplos, el sistema de control compensa la diferencia de intensidad de imagen de los artefactos 406-1, 406-2, 506-1, 506-2. En algunos ejemplos, para conseguir esto, el sistema de control puede utilizar una función para analizar la intensidad de imagen en partes del tejido 408 que no se encuentran debajo del instrumento transparente de TCO. El sistema de control puede a continuación modificar partes de la imagen correspondientes a la región del tejido 408 situado debajo del instrumento transparente de TCO para tener una intensidad de imagen similar a las otras partes del tejido 408.

15 Aunque los ejemplos en las figs. 4A, 4B, 5A y 5B se refieren a imágenes bidimensionales, algunas realizaciones pueden realizar funciones similares sobre imágenes tridimensionales. Específicamente, los parámetros de un instrumento transparente de TCO pueden ser utilizados para determinar el efecto sobre un tejido 408 subyacente en tres dimensiones. Dichos efectos pueden a continuación ser invertidos para proporcionar una imagen tridimensional modificada que está sustancialmente libre de artefactos.

20 Utilizando los principios descritos en este documento, una imagen de TCO proporcionada al usuario de un sistema de formación de imágenes puede ser modificada automáticamente para retirar artefactos causados por la presencia del instrumento transparente de TCO. Dichos artefactos pueden provocar confusión al observador. Así, retirando dichos artefactos el usuario está provisto de una vista mejor del tejido subyacente. Esta imagen mejorada se traduce en una información más precisa para el usuario, y puede conducir a mejores resultados con el paciente.

25 Expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones abarcadas por la presente exposición no están limitadas a las realizaciones ejemplares particulares descritas anteriormente. A este respecto, aunque se han mostrado y descrito realizaciones ilustrativas, se ha contemplado un amplio intervalo de modificación, cambio y sustitución en la exposición anterior. Se ha comprendido que dichas variaciones pueden ser hechas en lo anterior sin salir del alcance de la presente exposición. Por consiguiente, es apropiado que las reivindicaciones adjuntas sean consideradas ampliamente y de una manera consistente con la presente exposición.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la modificación de imágenes de Tomografía de Coherencia Óptica – TCO – siendo realizado el método por un sistema informático, comprendiendo el método:
- 5 recibir una imagen (302) de TCO de una región de interés (206) de un tejido (408) de un paciente procedente desde un sistema (108) de formación de imágenes de TCO configurado para dirigir un haz (410) de TCO sobre la región de interés (402);
- caracterizado por que el método comprende además:
- determinar que un instrumento transparente (404) de TCO está dentro de la imagen (304) de TCO;
- 10 detectar un artefacto en la imagen (322) de TCO, estando el artefacto (406-1, 406-2, 506-1, 506-2) resultante del instrumento transparente de TCO dentro de una trayectoria del haz de TCO;
- en respuesta a la detección del artefacto, crear un plan (312) de modificación de imagen para retirar el artefacto de la imagen de TCO; y
- ejecutar el plan (314) de modificación de imagen para retirar el artefacto de la imagen de TCO.
2. El método según la reivindicación 1, en donde el artefacto (406-1, 406-2, 506-1, 506-2) comprende una interrupción en una parte de la imagen.
- 15 3. El método según la reivindicación 2, que comprende además:
- detectar límites de la interrupción; y
- trasladar una parte de la imagen al interior de los límites de modo que se elimine la interrupción.
4. El método según la reivindicación 1, que comprende además determinar un conjunto de parámetros (306) asociados con el instrumento transparente (404) de TCO, en donde el conjunto de parámetros es utilizado por el plan de modificación de imagen para retirar el artefacto (406-1, 406-2, 506-1, 506-2) de la imagen (304) de TCO.
- 20 5. El método según la reivindicación 4, en donde el conjunto de parámetros incluye una posición del instrumento transparente (404) de TCO, una orientación del instrumento transparente de TCO, un grosor del instrumento transparente de TCO, un índice de refracción del instrumento transparente de TCO, y una forma del instrumento transparente de TCO.
- 25 6. El método según la reivindicación 5, que comprende además, utilizando los parámetros, determinar una diferencia en longitud de la trayectoria óptica resultante desde el instrumento transparente (404) de TCO que está en una trayectoria entre la fuente del haz (410) de TCO y el tejido (408) dentro de la región (402) de interés.
7. El método según la reivindicación 6, que comprende además, trasladar la imagen de la región (402) de interés basándose en la diferencia en la longitud de la trayectoria óptica.
- 30 8. El método según la reivindicación 1, en donde el plan de modificación de imagen es proporcionado de acuerdo con una o más de los siguientes puntos:
- (i) en el que el plan de modificación de imagen está dispuesto para retirar el artefacto (406-1, 406-2, 506-1, 506-2) en parte teniendo en cuenta las curvas del instrumento transparente (404) de TCO que crean un efecto de lente sobre el haz (410) de TCO;
- 35 (ii) en el que el plan de modificación de imagen está dispuesto para retirar el artefacto en parte teniendo en cuenta al menos de una de: diferencias en intensidad resultantes del haz de TCO que pasa a través del instrumento transparente de TCO y diferencias en fase resultantes del haz de TCO que pasa a través del instrumento transparente de TCO.
9. El método según la reivindicación 1, que comprende además utilizar un sistema de formación de imágenes por ultrasonidos en combinación con el sistema (108) de formación de imágenes de TCO para hacer que la imagen (302) de TCO incluya el instrumento transparente (404) de TCO.
- 40 10. El método según la reivindicación 1, en el que determinar que el instrumento transparente (404) de TCO está dentro de la imagen comprende al menos uno de entre: analizar la imagen y recibir datos procedentes de un sensor.
- 45 11. Un método para la modificación de imágenes de Tomografía de Coherencia Óptica – TCO – de una región oftálmica (402) de interés, siendo realizado el método por un sistema informático, comprendiendo el método:

recibir desde un sistema (108) de formación de imágenes de TCO, una imagen (302) de TCO de una región de interés (402) de tejido oftálmico (408);

caracterizado por que el método comprende además:

determinar que un instrumento transparente (404) de TCO está dentro de la imagen (304) de TCO;

5 en respuesta a la determinación de que un instrumento transparente de TCO está dentro de la imagen de TCO, la determinación de un conjunto (306) de parámetros asociados con el instrumento transparente de TCO, incluyendo los parámetros características del instrumento transparente de TCO y la situación del instrumento transparente de TCO; y

10 basándose en el conjunto de parámetros, modificar la imagen de TCO para retirar un artefacto (406-1, 406-2, 506-1, 506-2) de la imagen de TCO, siendo el artefacto un resultado de que el instrumento transparente de TCO está dentro de una trayectoria de un haz (410) de TCO utilizado por el sistema de formación de imágenes de TCO.

12. El método según la reivindicación 11, en el que las características del instrumento (404) de TCO comprenden un índice de refracción de un material que forma el instrumento transparente de TCO y una forma del instrumento transparente de TCO,

15 y en el que la situación del instrumento transparente de TCO comprende la posición del instrumento transparente de TCO y la orientación del instrumento transparente de TCO.

13. El método según la reivindicación 12, en el que la situación del instrumento (404) de TCO es determinada a través de al menos uno de entre: análisis de la imagen y recepción de datos procedentes de un sensor.

14. El método según la reivindicación 11, que comprende además, basándose en los parámetros, la determinación de al menos una de entre:

20 una diferencia en la longitud de la trayectoria óptica causada por que el instrumento transparente (404) de TCO está en una trayectoria entre la fuente del haz (410) de TCO y el tejido (408) dentro de la región (402) de interés,

una diferencia en la intensidad de señal de TCO, y

una diferencia en la fase de señal de TCO.

15. El método según la reivindicación 11, que comprende además,

25 recibir imágenes adicionales procedentes del sistema (108) de formación de imágenes de TCO;

recibir conjuntos de parámetros modificados para las imágenes adicionales, siendo los conjuntos de parámetros modificados dependientes de posiciones y orientaciones variables del instrumento transparente (404) de TCO;

ajustar imágenes adicionales basadas en los conjunto de parámetros para crear imágenes modificadas adicionales; y

30 presentar las imágenes adicionales a un usuario en tiempo real.

16. El método según la reivindicación 11, en donde la imagen es una imagen tridimensional.

17. Un sistema de formación de imágenes oftálmicas que comprende:

un sistema (108) de formación de imágenes de Tomografía de Coherencia Óptica - TCO - adaptado para capturar imágenes en tiempo real de una región (402) de interés;

35 un sistema (104) de presentación adaptado para presentar imágenes capturadas por el sistema de formación de imágenes de TCO a un usuario;

un sistema (112) de control que comprende un procesador (114) y una memoria (116), comprendiendo la memoria instrucciones legibles por máquina que cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el sistema de control:

40 TCO; reciba una imagen (302) de una región (402) de interés procedente del sistema de formación de imágenes de

caracterizado por que el procesador y la memoria son además operables para hacer que el sistema de control:

determine que un instrumento transparente (404) de TCO está dentro de la imagen (304);

en respuesta a la determinación de que un instrumento transparente de TCO está dentro de la imagen, obtener un conjunto de parámetros (306) asociados con el instrumento transparente de TCO;

5 crear un plan (312) de modificación de imagen basándose en el conjunto de parámetros obtenidos estando dispuesto el plan de modificación de imagen para retirar un artefacto en el interior de la imagen, siendo el artefacto un resultado de que el instrumento transparente de TCO está dentro de una trayectoria de un haz (410) de TCO utilizado por el sistema de formación de imágenes de TCO;

ejecutar el plan (314) de modificación de imagen para crear una imagen modificada; y

presentar la imagen (316) modificada a través del sistema de presentación.

10 18. El sistema según la reivindicación 17, en el que las instrucciones legibles por máquina hacen además que el sistema de control:

reciba imágenes adicionales procedentes del sistema (108) de formación de imágenes de TCO;

reciba conjuntos de parámetros modificados para el instrumento transparente (404) de TCO en las imágenes adicionales, estando basados los conjuntos de parámetros modificados en posiciones y orientaciones del instrumento transparente de TCO; y

15 modifique las imágenes adicionales basándose en los conjuntos de parámetros para crear imágenes modificadas adicionales, y

en el que las instrucciones legibles por máquina hacen además que el sistema de control (112) presente imágenes modificadas adicionales en tiempo real.

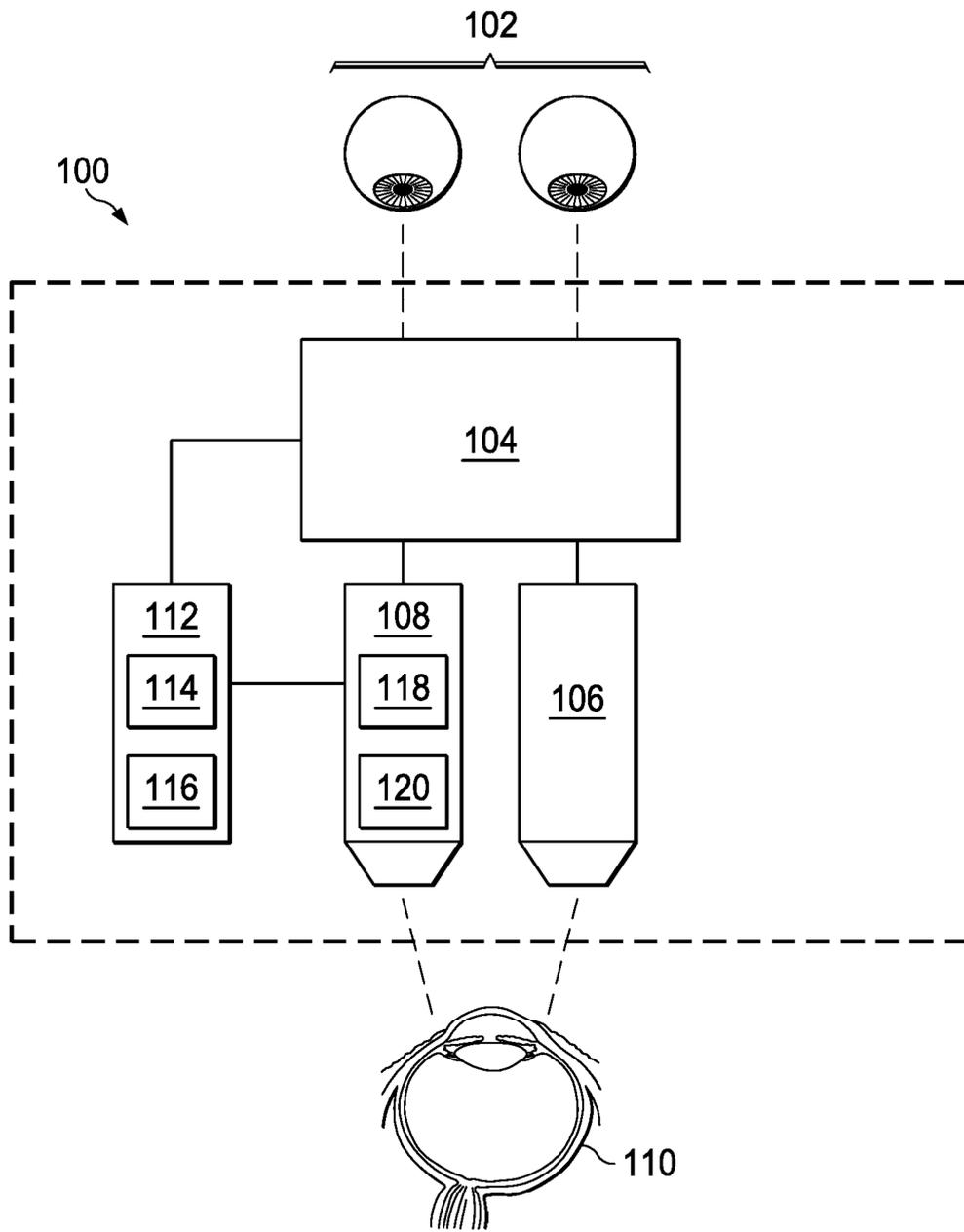


Fig. 1

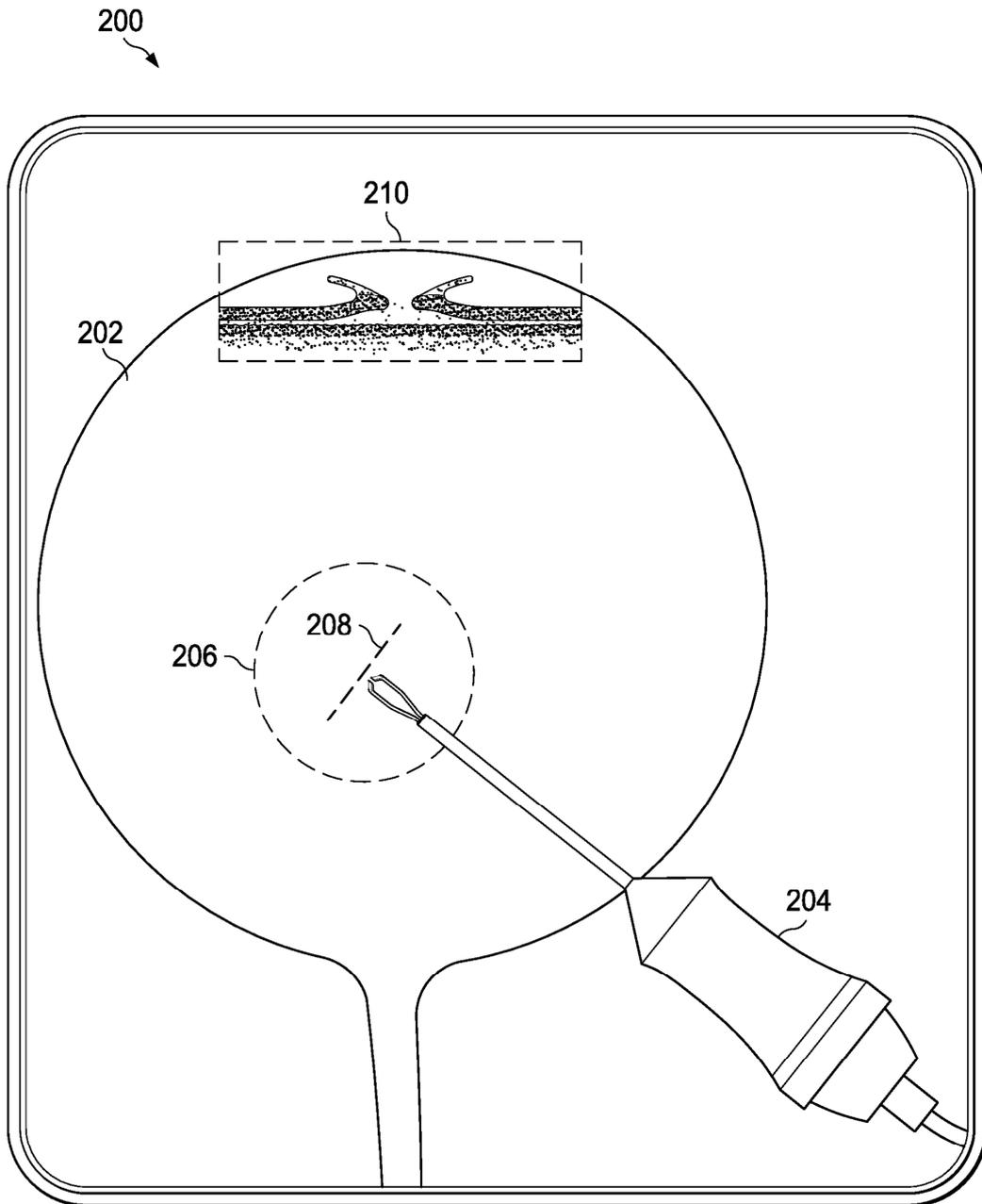


Fig. 2

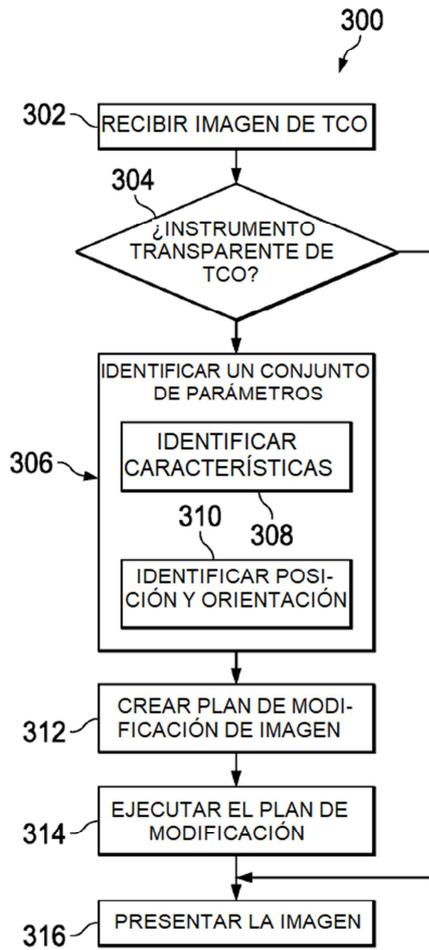


Fig. 3A

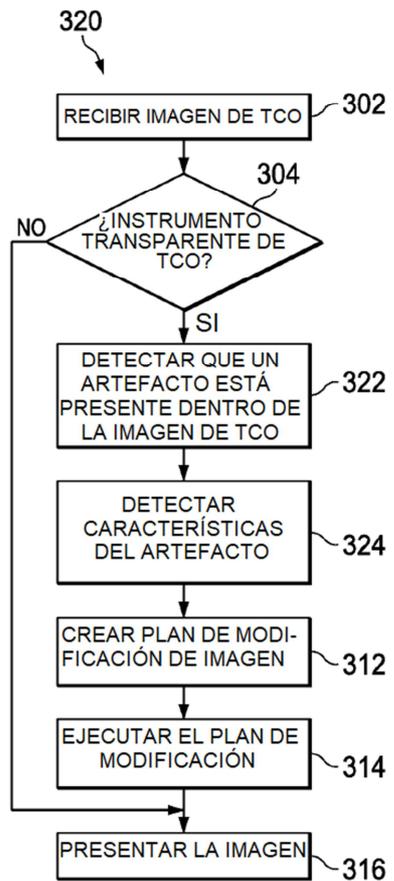


Fig. 3B

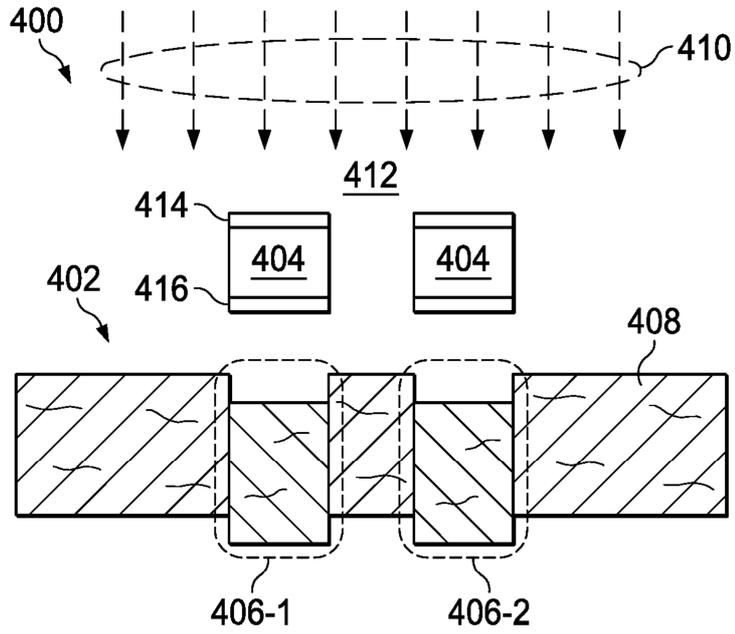


Fig. 4A

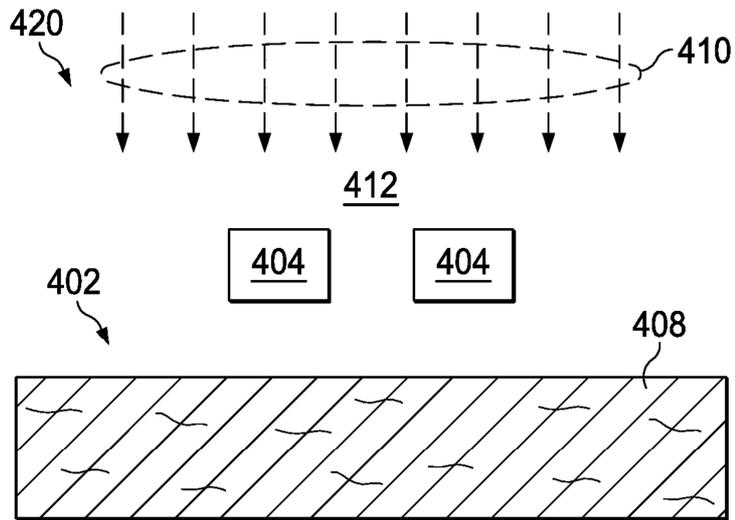


Fig. 4B

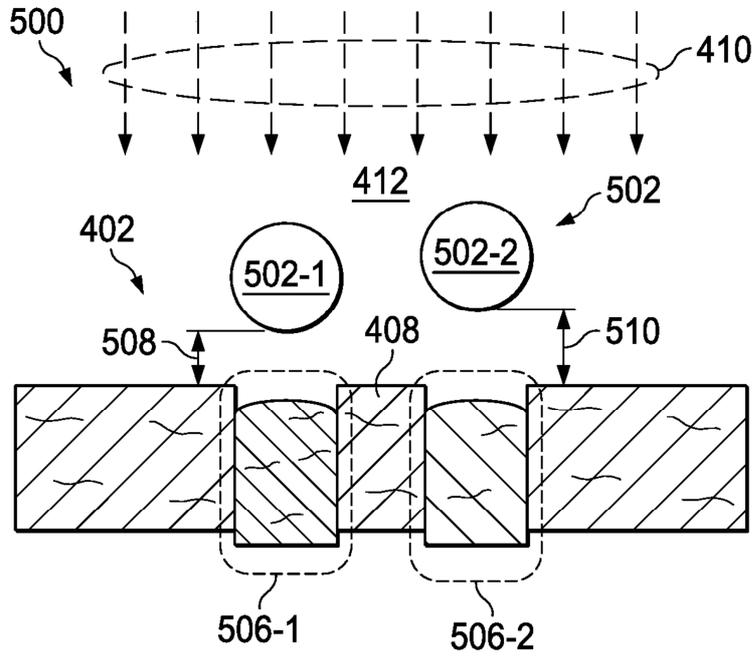


Fig. 5A

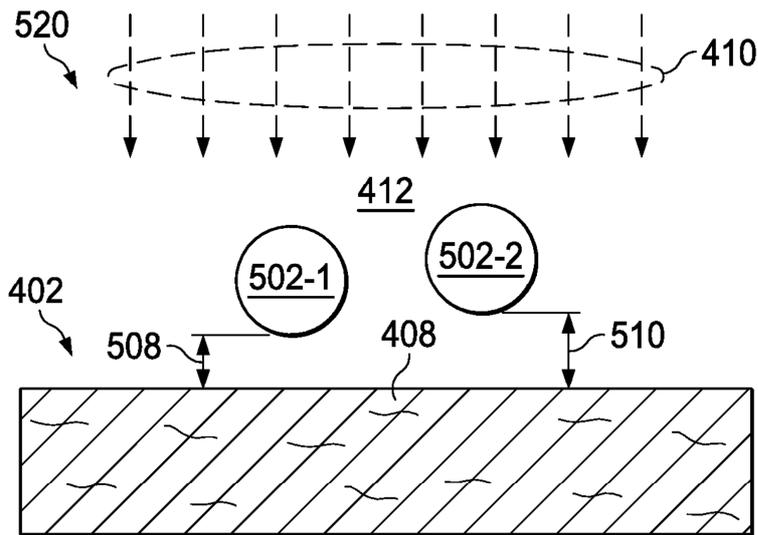


Fig. 5B