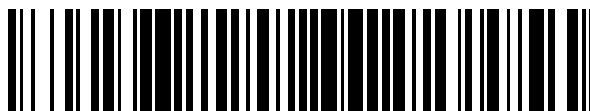


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 895**

51 Int. Cl.:

A61B 3/12 (2006.01)
A61B 3/14 (2006.01)
A61B 18/22 (2006.01)
A61F 9/007 (2006.01)
A61B 3/00 (2006.01)
A61B 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2014** **PCT/US2014/068899**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015** **WO15094726**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2014** **E 14872305 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019** **EP 3082569**

54 Título: **Seguimiento de instrumental basado en un marcador**

30 Prioridad:

19.12.2013 US 201314134237

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

REN, HUGANG y
YU, LINGFENG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 726 895 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

Seguimiento de instrumental basado en un marcador

Antecedentes

5 Los dispositivos, sistemas, y métodos descritos en este documento se refieren en general al seguimiento de un instrumento basado en un marcador, y más particularmente, a dispositivos, sistemas, y métodos que están configurados para realizar un seguimiento de un instrumento basado en un marcador en cirugías oftálmicas.

10 Los instrumentos quirúrgicos, tales como sondas de formación de imágenes quirúrgicas, fórceps quirúrgicos, tijeras quirúrgicas, sondas quirúrgicas de vitrectomía, y similares, pueden ser insertados en un ojo durante una cirugía oftálmica para realizar distintas cirugías en el ojo. Típicamente, una parte distal de un instrumento quirúrgico es insertada en el ojo durante la cirugía oftálmica. Así, el área del ojo que rodea a la punta distal del instrumento quirúrgico es una región de interés para un cirujano. Para conseguir intervenciones quirúrgicas guiadas, tales como Tomografía de Coherencia Óptica (TCO) para desprendimiento de la Membrana Limitada Interna (MLI), se ha utilizado el seguimiento automático de la punta del instrumento para cerrar de manera eficiente un bucle de realimentación para permitir que la máquina de TCO ubique el área objetivo de escaneado. Además, para proporcionar una realimentación en tiempo real durante la cirugía, pueden superponerse datos quirúrgicos útiles al área actual de interés del cirujano. Cuando un cirujano mueve la parte distal del instrumento quirúrgico insertado en el ojo, el área de interés puede desplazarse en consecuencia. Así, puede utilizarse un seguimiento automático del instrumento para ubicar el área de interés para ajustar la superposición de datos quirúrgicos de modo que el cirujano pueda visualizarla sin apartar la vista del área actual de interés.

20 Hay tres técnicas convencionales para el seguimiento general de objetos. La primera técnica es el seguimiento de un objeto basándose en el movimiento. El seguimiento de un objeto basándose en el movimiento puede ser utilizado para la vigilancia automatizada. El seguimiento de un objeto basándose en el movimiento puede utilizar algoritmos de procesamiento de imágenes, tales como sustracción de fondo, diferencia de fotograma, y flujo óptico, para seguir un objeto. No obstante, el algoritmo de seguimiento de un objeto basándose en el movimiento requiere un fondo casi estacionario y puede no ser adecuado para el seguimiento de un instrumento en una cirugía oftálmica en la que el fondo puede variar de manera constante.

30 La segunda técnica para el seguimiento general de un objeto es el seguimiento de un objeto basándose en la región. El seguimiento de un objeto basándose en la región puede ser utilizado para seguir objetos simples. En el seguimiento de un objeto basándose en la región, una plantilla de objeto es preseleccionada fuera de línea o durante un primer fotograma. Para los fotogramas subsiguientes, la plantilla es buscada a lo largo de todo el campo de visión y la ubicación con la mayor similitud a la plantilla es identificada como el objeto. No obstante, el seguimiento de un objeto basándose en la región es sensible a variaciones de posición del objeto y cambios de iluminación local y puede no ser adecuado para el seguimiento de un instrumento en una cirugía oftálmica, en la que la iluminación y la adaptación del instrumento varían en gran medida.

35 La tercera técnica para seguimiento general de un objeto es el seguimiento de un objeto basándose en una característica. El seguimiento de un objeto basándose en una característica puede extraer y buscar características únicas de un objeto, tales como contorno, borde, forma, color, esquina/punto de interés y similares, a lo largo de todo el campo de visión para la detección de un objeto. Sin embargo, en el algoritmo de seguimiento basándose en una característica, se requiere una característica de elevado contraste, que no sea sensible al medio ambiente y a los cambios de posición del objeto y que sea única para el objeto. Como la mayor parte de los instrumentos quirúrgicos no posee características intrínsecas de elevado contraste, el seguimiento de un objeto basándose en una característica puede no proporcionar resultados adecuados.

45 En una cirugía vítreo-retiniana, las condiciones de iluminación pueden ser un desafío para el seguimiento del instrumento. Un iluminador interno puede ser insertado en el ojo para iluminación. Debido a que el iluminador interno puede moverse durante una cirugía, el estado de iluminación puede variar en gran medida de fotograma de imagen a fotograma de imagen y las imágenes de área del fondo que son iluminadas pueden cambiar en gran medida a lo largo del tiempo. Las técnicas de seguimiento de un objeto basándose en el movimiento y basándose en la región pueden ser difíciles de implementar bajo condiciones de iluminación inconsistentes. Además, con un único iluminador que ilumina desde un lado, artefactos de sombra y la reflexión especular procedente del instrumento quirúrgico pueden aumentar la complejidad para el seguimiento del instrumento. Además, para capturar una imagen del fondo de ojo a través de una cámara de video, una trayectoria de haz de una luz para formar imágenes del ojo puede atravesar múltiples elementos ópticos y medios, tales como el cuerpo vítreo del ojo, un cristalino envejecido, la córnea del ojo, y lentes Oftalmomicroscópicas Indirectas Binoculares (BIOM). Estos elementos ópticos en la trayectoria del haz de la luz de formación de imágenes pueden además degradar la calidad de la imagen y reducir el contraste. Así, puede ser difícil extraer una característica intrínseca de distintos instrumentos quirúrgicos para seguir un seguimiento del instrumento en tiempo real.

55 El documento WO 2005/107845 A1 describe instrumentos, materiales, y métodos relacionados para acceder quirúrgicamente al espacio supracoroidal de un ojo con el propósito de realizar una cirugía mínimamente invasiva o para administrar fármacos al ojo.

La presente descripción está dirigida a dispositivos, sistemas, y métodos que abordan una o más de las desventajas de la técnica anterior.

Resumen

5 La presente enseñanza proporciona un sistema de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico como se ha expuesto en las reivindicaciones adjuntas.

10 En un aspecto ejemplar, la presente descripción está dirigida a un sistema de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico. El sistema de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico puede incluir un instrumento quirúrgico oftálmico con una parte distal figurada para ser insertada en un ojo, un marcador posicionado en la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico, y un sistema de detección de posición del instrumento configurado para determinar una posición de la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico en el ojo mediante detección del marcador.

15 El sistema de detección de posición del instrumento incluye una fuente de luz configurada para introducir luz en el ojo; un dispositivo de formación de imágenes configurado para capturar una imagen del ojo junto con la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico insertada en el ojo, un procesador, y un dispositivo de presentación. El procesador está confiado para procesar la imagen capturada para identificar el marcador, generar indicadores que indican datos quirúrgicos, tales como una posición de un instrumento quirúrgico, una orientación de un instrumento quirúrgico, una imagen, un parámetro de configuración quirúrgico, superposición de los indicadores sobre la imagen capturada o una imagen procesada. El dispositivo de visualización está configurado para presentar la imagen capturada o una imagen procesada con los indicadores superpuestos.

20 En algunos aspectos, los determinación de una posición de la parte distal puede incluir procesar la imagen capturada para identificar el marcador, generar indicadores que indican datos quirúrgicos, tales como una posición de un instrumento quirúrgico, una orientación de un elemento quirúrgico, una imagen, un parámetro de configuración quirúrgico, superposición de los indicadores sobre la imágenes capturadas o una imagen procesada, y presentación de la imagen capturada o de una imagen procesada con los indicadores superpuestos en un dispositivo de presentación.

25 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 descripción sin limitar el marco de la presente descripción. A este respecto, aspectos, características y ventajas adicionales de la presente descripción resultarán evidentes para un experto en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

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

La fig. 1 ilustra un diagrama esquemático de un sistema de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico ejemplar según un aspecto consistente con los principios de la presente descripción.

La fig. 2 ilustra una parte distal de un instrumento quirúrgico ejemplar de acuerdo según un aspecto consistente con los principios de la presente descripción.

35 La fig. 3 ilustra una vista en perspectiva de un marcador y distintos tipos de marcadores según un aspecto consistente con los principios de la presente descripción.

La fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método para el seguimiento un instrumento según un aspecto consistente con los principios de la presente descripción.

40 La fig. 5 ilustra una imagen de un fondo durante una cirugía oftálmica según un aspecto consistente con los principios de la presente descripción.

Descripción detallada

45 Para el propósito de promover una comprensión de los principios de la presente descripción, se hará referencia a continuación a las realizaciones ilustradas en los dibujos, y se utilizará un lenguaje específico para describir los mismos. Se comprenderá sin embargo que no se pretende una limitación del alcance de la descripción. Cualesquiera alteraciones y modificaciones adicionales en los sistemas, dispositivos, y métodos descritos, y cualquier aplicación de los principios de la presente descripción están totalmente contempladas como se le ocurriría normalmente a un experto en la técnica a la que se refiere la descripción. En particular, se ha contemplado totalmente que los sistemas, dispositivos, y/o métodos descritos con respecto a una realización pueden ser combinados con las características, componentes, y/u operaciones descritas con respecto a otra realización de la presente descripción. Con el propósito de brevedad, sin embargo, las numerosas iteraciones de estas combinaciones no serán descritas por separado. 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.

Los dispositivos, sistemas, y métodos descritos en este documento proporcionan un sistema de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico que incluye un instrumento quirúrgico oftálmico con un marcador posicionado en una parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico. El sistema sigue la ubicación del marcador cuando la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico, junto con el marcador, es insertada en un ojo para realizar cirugías en el ojo. Una fuente de luz, por ejemplo, un iluminador interior, puede introducir luz en un fondo del ojo. La luz puede ser reflejada del fondo del ojo y de la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico. Un dispositivo de formación de imágenes del sistema puede recibir la luz reflejada para capturar imágenes del fondo del ojo y la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico.

El sistema puede también incluir un procesador de imágenes que puede procesar las imágenes capturadas para identificar y extraer el marcador de las imágenes capturadas. El marcador puede tener una característica de elevado contraste en un intervalo de luz visible o de luz infrarroja u otros intervalos espectrales. Así, el procesador de imagen puede identificar y extraer el marcador de las imágenes capturadas. La ubicación del marcador puede ser utilizada para generar indicadores que indican datos quirúrgicos, tales como una posición de un instrumento quirúrgico, una orientación de un instrumento quirúrgico, una imagen, un parámetro de configuración quirúrgica. Los indicadores son a continuación superpuestos con las imágenes capturadas del fondo o imágenes procesadas y presentados a un usuario. Utilizando el sistema de seguimiento del instrumento quirúrgico oftálmico basado en un marcador anterior puede implementarse un seguimiento de instrumento robusto durante la cirugía oftálmica, debido a que el marcador de elevado contraste es menos sensible a cambios de iluminación o artefactos de sombra que ocurren frecuentemente en cirugías oftálmicas. Además, el sistema puede indicar datos quirúrgicos, tales como una presencia, posición, y orientación del instrumento quirúrgico, una imagen, un parámetro de configuración quirúrgico en tiempo real para ayudar a un cirujano durante una operación quirúrgica oftálmica en el ojo.

La fig. 1 ilustra un sistema de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico ejemplar, designado en general con 100 dispuesto con relación a un ojo 101 bajo tratamiento. El ojo 101 incluye una esclerótica 102, una córnea 104, una cámara anterior 106, y una cámara posterior 108. Una bolsa capsular 110 está ilustrada en la cámara posterior 108. El ojo 101 incluye además una retina 112. Un instrumento quirúrgico oftálmico 130 puede ser utilizado para realizar una cirugía en el ojo 101. El instrumento quirúrgico oftálmico 130 puede estar dimensionado y conformado para ser manejado por un cirujano y para sobresalir dentro del ojo 101 del paciente.

El instrumento quirúrgico oftálmico 130 puede incluir una parte proximal 148 y una parte distal 144. La parte proximal 148 puede estar dimensionada y conformada para sujeción manual por un usuario. Por ejemplo, la parte proximal 148 puede definir un mando o empuñadura que está dimensionado y conformado para ser sujetado con una sola mano del usuario. En uso, el usuario puede controlar la posición de la parte distal 144 maniobrando la parte proximal 148. La parte distal 144 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 puede incluir un marcador 114. El marcador puede tener una característica de elevado contraste en el espectro de luz visible o infrarrojo o en otros intervalos espectrales detectables por un dispositivo 124 de formación de imágenes del sistema 100 de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico.

El sistema 100 de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico también puede incluir una fuente de luz 122, por ejemplo, un iluminador interior. La fuente de luz 122 puede tener una parte distal que está configurada para ser insertada en el ojo 101. Una punta distal de la fuente de luz 122 puede emitir una luz de formación de imágenes que puede iluminar un fondo del ojo 101. El fondo es una superficie interior del ojo 101 y puede incluir la retina 112. La luz de formación de imágenes procedente de la fuente de luz 122 puede ser reflejada desde el fondo y la parte distal 144 del instrumento 130 quirúrgico oftálmico. La luz de formación de imágenes reflejada puede atravesar bolsa capsular 110, la cámara anterior 106, la córnea 104, y ser recibida por el dispositivo 124 de formación de imágenes, que está configurado para capturar imágenes del fondo del ojo 101. Pueden preverse lentes 132 y 134 entre el ojo 101 y el dispositivo 124 de formación de imágenes para recibir la luz de formación de imágenes reflejadas desde el fondo y dirigir la luz de formación de imágenes al dispositivo 124 de formación de imágenes.

En algunas realizaciones, el dispositivo 124 de formación de imágenes puede incluir una o más cámaras de video configuradas para capturar imágenes del fondo. La cámara de video puede capturar imágenes en el espectro de luz visible, en el espectro infrarrojo o en otros intervalos espectrales. Por ejemplo, el dispositivo 124 de formación de imágenes puede incluir una o ambas de una cámara de video que captura imágenes del fondo en el espectro de luz visible y de una cámara de video que captura imágenes infrarrojas de un marcador infrarrojo 114 cerca del fondo en el espectro infrarrojo.

El sistema 100 de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico puede también incluir un procesador 126 de imágenes. El procesador 126 de imagen puede recibir fotogramas de imagen capturados por el dispositivo 124 de formación de imágenes y realizar distintos procesamientos de imagen sobre los fotogramas de imagen. En particular, el procesador 126 de imagen puede realizar un análisis de imagen sobre los fotogramas de imagen para identificar y extraer la imagen del marcador 114 desde los fotogramas de imagen. Además, el procesador 126 de imagen puede generar indicadores y superponer los indicadores sobre la imagen del fondo o una imagen procesada. Los indicadores pueden incluir datos quirúrgicos, tales como la posición y orientación del marcador 114 en la imagen del fondo, la posición y orientación de una punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130, una imagen, un parámetro de configuración quirúrgico. La imagen superpuesta puede a continuación ser presentada por un dispositivo 128 de presentación al usuario.

El dispositivo 124 de formación de imágenes, el procesador 126 de imagen, y el dispositivo 128 de presentación pueden ser implementados en alojamientos separados acoplados de manera comunicativa entre sí o dentro de una consola o alojamiento común. Una interfaz 136 de usuario puede ser asociada con el dispositivo 128 de presentación y/o el procesador 126 de imagen. Puede incluir, por ejemplo, un teclado, un ratón, una palanca de mando, una pantalla táctil, un dispositivo de seguimiento del ojo, un dispositivo de reconocimiento de voz, un módulo de control de gestos, diales, y/o botones, entre otros dispositivos de entrada. Un usuario puede introducir instrucciones o parámetros deseados en la interfaz 136 de usuario para controlar el dispositivo 124 de formación de imágenes para tomar imágenes del ojo 101. Durante una cirugía oftálmica, un cirujano puede revisar las imágenes del fondo y/o los indicadores superpuestos sobre el dispositivo 128 de presentación para visualizar la operación y posición relativa de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 dentro de distintas partes del fondo.

La fig. 2 es una vista agrandada de la parte distal 144 del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Uno o más marcadores 114 pueden ser posicionados en la parte distal 144. En particular, los marcadores 114 pueden enrollarse alrededor de la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico 130, de tal modo que los marcadores 114 pueden ser visibles en todas direcciones incluso cuando el instrumento quirúrgico oftálmico 130 es girado. Los marcadores 114 pueden ser etiquetas o calcomanías impresas unidas al instrumento quirúrgico oftálmico 130. Los marcadores 114 pueden ser formados de material sintético, tal como plástico. Así, los marcadores 114 no pueden deteriorarse en un tejido biológico. Además, los marcadores 114 pueden ser biocompatibles y no interferir o reaccionar con tejidos biológicos. En algunas realizaciones, los marcadores 114 pueden ser inscritos sobre una superficie exterior del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Así, los marcadores 114 pueden ser una capa de pintura inscrita sobre la superficie exterior del instrumento quirúrgico oftálmico 130. En algunas realizaciones, los marcadores 114 pueden estar embebidos en la pared del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Además, los marcadores 114 pueden tener una característica de elevado contraste en el espectro visible, infrarrojo o en otro espectro. Una característica de elevado contraste puede ser un color o un patrón que sea distinguible de colores o patrones en el fondo. Por ejemplo, un color de elevado contraste puede ser un color verde, que típicamente no aparece en un fondo de un ojo. Es digno de atención que añadir marcadores 114 no debería aumentar el tamaño de los instrumentos quirúrgicos.

La fig. 3 ilustra distintos ejemplos de los marcadores 114. El marcador 114 puede tener un anillo, forma de cinta configurado para enrollarse alrededor de la parte distal 144 del instrumento quirúrgico oftálmico 130. El marcador 114 puede tener una superficie interior 116 y una superficie exterior 118. La superficie interior 116 puede tener adhesivos y estar configurada para adherirse o unirse a una superficie exterior del instrumento quirúrgico oftálmico 130. La superficie exterior de la parte distal 144 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 puede tener una ranura circunferencial configurada para acomodar el marcador 114 anular en forma de cinta. Así, el marcador 114 puede fijarse de modo seguro en la ranura circunferencial. La superficie exterior 118 del marcador 114 puede tener colores o patrones configurados para distinguir el marcador 114 de otros elementos en la imagen del fondo.

Uno o más marcadores 114 pueden ser utilizados para el instrumento quirúrgico oftálmico 130. El marcador 114 pueden estar formado de materiales biocompatibles y/o sintéticos, tales como plástico esterilizado. En algunas realizaciones, el marcador 114 puede ser una capa de pintura inscrita sobre una superficie exterior de la parte distal 144 del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Los marcadores 114 pueden solaparse entre sí o estar separados entre sí. Los marcadores 114 en tener uno o más colores de elevado contraste. Por ejemplo, los marcadores 114 pueden tener un color verde, que no aparece en una imagen típica de fondo. Así, los marcadores verde 114 pueden distinguirse de otros elementos en la imagen del fondo.

Los marcadores 114 pueden tener distintos color, textura, o contraste espectral. En particular, los marcadores 114 pueden incluir patrones que pueden identificar una orientación y ángulo del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Por ejemplo, como se ha mostrado en la fig. 3, el marcador 114a puede tener un color sólido de elevado contraste. Cuando el marcador 114a anular en forma de cinta es cortado y abierto, el marcador 114a puede ser una cinta de color sólido. En otro ejemplo, el marcador 114b puede tener un patrón de textura que puede distinguir el marcador 114b de la imagen del fondo de entorno. El marcador ejemplar 114c puede incluir un color infrarrojo configurado por reflejar o emitir luz infrarroja. También pueden utilizarse marcadores 114 con distinta absorción/emisión espectral.

Los marcadores 114 pueden incluir letras, números, códigos de barras, patrón, símbolos, o imágenes. El marcador ejemplar 114d puede incluir letras. Como se ha mostrado en la fig. 3, suponiendo que el marcador 114d se enrolla 360 grados alrededor de la parte distal 144 del instrumento quirúrgico oftálmico 130, una letra "A" puede ser posicionada cerca de la posición de cero grados y la letra "E" puede ser posicionada cerca de la posición de 360 grados. Las letras "B", "C", y "D" puede ser posicionadas entre "A" y "E" en posiciones respectivas. Así, basándose en la orientación de las letras, la posición de rotación del marcador 114d e indirectamente la posición de rotación del instrumento quirúrgico oftálmico 130 puede ser determinada. El marcador ejemplar 114e pueden números "1" a "5". De manera similar, los números pueden indicar una posición de rotación del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Además, la orientación de las letras o números también puede indicar un ángulo de inclinación del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Por ejemplo, los números o letras pueden estar orientados paralelamente a la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 de tal modo que las partes inferiores de los números o letras estén orientadas hacia la punta distal 146. Así, basándose en la dirección de los números o letras, puede determinarse el ángulo de inclinación de la punta distal 146.

El marcador ejemplar 114f puede incluir códigos de barras o franjas. La dirección de las franjas puede indicar un ángulo de inclinación del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Además el número de franjas puede variar para indicar una posición de rotación del marcador 114f e indirectamente, la posición de rotación del instrumento quirúrgico oftálmico 130. El marcador 114g tiene distintos patrones de puntos. El número de puntos puede indicar la posición de rotación del marcador 114f y la alineación de los puntos pueden indicar un ángulo de inclinación del marcador 114f. También pueden utilizarse otros símbolos sobre los marcadores 114. Por ejemplo, distintos símbolos, tales como formas o símbolos que no son caracteres pueden ser utilizados en diferentes posiciones de rotación de los marcadores 114h y de líquido 114i para indicar posiciones de rotación. Además, puede utilizarse una imagen para indicar posiciones de rotación e inclinación del marcador 114j. También pueden utilizarse en los marcadores 114 otros patrones o símbolos que pueden indicar una orientación y posición del instrumento quirúrgico oftálmico 130.

La fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método 400 para seguir un instrumento quirúrgico oftálmico 130 insertado en un ojo 101. Como se ha indicado anteriormente, una fuente de luz 122 puede introducir luz de formación de imágenes en el fondo de ojo 101. La luz de formación de imágenes reflejada desde el fondo puede ser guiada por lentes 132 y 134 y recibida por el dispositivo 124 de formación de imágenes. En 402, el dispositivo 124 de formación de imágenes puede capturar imágenes del fondo. En particular, el dispositivo 124 de formación de imágenes puede capturar fotogramas de imágenes para formar un video. Cada fotograma de imagen puede ser hecho avanzar al procesador 126 de imágenes para ser procesado y analizado.

En 404, el procesador 126 de imágenes puede realizar un procesamiento de mejora de contraste y característica del fotograma de imagen. Por ejemplo, el procesador 126 de imagen puede recibir el fotograma de imagen en formato rojo-verde-azul (RGB). En 404, el procesador 126 de imágenes puede convertir el fotograma de imagen en formato RGB en un espacio de Valor de Saturación de Tonalidad (HSV). En 406, después de que el fotograma de imagen ha sido mejorado para resaltar el contraste y característica, el procesador 126 de imagen puede determinar una máscara de estimación de primer orden del marcador 114. Por ejemplo, basándose en un color predeterminado del marcador 114, el procesador 126 de imagen puede aplicar criterios a los canales de tonalidad y saturación del fotograma de imagen de HSV que puede separar el marcador 114 del fondo con el fin de resaltar y estimar la imagen del marcador 114.

En 408, el procesador 126 de imagen puede extraer la imagen del marcador 114 a partir del fotograma de imagen. Por ejemplo, el procesador 126 de imagen puede implementar un proceso de detección de mancha para detectar un límite del marcador 114 en el fotograma de imagen. Una mancha puede ser una región del fotograma de imagen donde algunas propiedades, tales como color y brillo, son aproximadamente constantes. El procesador 126 de imagen puede buscar regiones de propiedades aproximadamente constantes en el fotograma de imagen para detectar manchas. Así, el procesador 126 de imágenes puede encontrar el límite del marcador 114 y extraer el marcador 114 del fotograma de imagen.

En 410, el procesador 126 de imagen puede analizar la forma y orientación del marcador 114 extraído del fotograma de imagen. Basándose en un patrón y color predeterminados, el procesador 126 de imagen puede determinar la orientación del marcador 114 en el fotograma de imagen. Por ejemplo, si el marcador 114 tiene franjas, el procesador 126 de imagen puede determinar la orientación del marcador 114 basándose en la orientación y dirección de las franjas.

En 412, el procesador 126 de imagen puede determinar la posición y orientación de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130. En particular, basándose en la posición y orientación del marcador 114, el procesador 126 de imagen puede determinar la posición y orientación de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Por ejemplo, el marcador 114 puede ser posicionado a partir de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 en una distancia predeterminada y puede tener un patrón que indica una dirección de apuntamiento del instrumento quirúrgico oftálmico 130, por ejemplo, una tira o una flecha. Así, basándose en la posición y en el patrón del marcador 114, el procesador 126 de imagen puede determinar la posición de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico y la dirección de apuntamiento u orientación del instrumento quirúrgico oftálmico.

En 414, el procesador 126 de imagen puede presentar y superponer indicadores para indicar que la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 u otros datos quirúrgicos para el guiado quirúrgico. Por ejemplo, el procesador 126 de imagen puede generar un indicador, tal como una caja, un círculo, una estrella, o una flecha, y superponer el indicador al fotograma imagen en la posición de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Además, el indicador puede indicar una orientación, por ejemplo, un ángulo de apuntamiento, del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Por ejemplo, puede utilizarse una flecha como el indicador para indicar la acción de apuntamiento del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Además, el indicador puede también incluir una gente, tal como una imagen de TCO de una región de la retina 112, o un parámetro de configuración quirúrgico, tal como una velocidad de corte de una sonda de vitrectomía. El dispositivo 128 de presentación puede presentar el fotograma de imagen superpuesto con los indicadores.

La fig. 5 ilustra una imagen 500 del fondo durante una cirugía oftálmica. La imagen 500 del fondo puede ser presentada o procesada y presentada en el dispositivo 128 de presentación. Como se ha mostrado en la imagen 500 del fondo, la parte distal 144 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 es insertada en el ojo 101. La parte distal 144 puede tener un marcador 114. Después de que el procesador 126 de imagen extrae la imagen del marcador y determina la posición y orientación del marcador 114, el procesador 126 de imagen puede generar y superponer indicadores 502, 504, y 506 en la imagen del fondo.

El indicador 502 puede ser un punto posicionado sobre el marcador 114 o en una posición del instrumento quirúrgico 130 en la imagen 500 del fondo. Así, el indicador 502 puede indicar la posición del marcador 114 o la posición del instrumento quirúrgico 130 en tiempo real. El indicador 504 puede ser una flecha posicionada sobre o junto al marcador 114. La flecha de indicador 504 puede indicar una orientación o posición de apuntamiento del instrumento quirúrgico oftálmico 130. El indicador 506 puede ser un texto o una imagen posicionado en o junto al marcador 114. El indicador puede incluir nombre o descripción del instrumento quirúrgico oftálmico. El indicador puede incluir nombre descripción del instrumento quirúrgico oftálmico. El indicador puede también incluir información de diagnóstico, estado quirúrgico, alarmas, u otra información. Por ejemplo, el indicador puede incluir la marca comercial, identificación, y/o descripción funcional. En el ejemplo mostrado en la fig. 5, el indicador 506 tiene el texto: "Alcon" para indicar la marca comercial del instrumento quirúrgico oftálmico. En algunas realizaciones, parámetros operativos, tales como temperatura, caudal, velocidad en revoluciones por minuto (RPM), presión, y similares, pueden ser incluidos en el indicador 506 para proporcionar información adicional al usuario. En otras realizaciones, imágenes del tejido bajo examen procedentes de otras modalidades de formación de imágenes, tales como tomografía de coherencia óptica (TCO), angiografía fluorescente (FA), y similares, pueden ser incluidos en el indicador 506 para proporcionar un guiado adicional al usuario.

El profesor 126 de imagen puede realizar el método 400 para cada fotograma de imagen cuando el fotograma de imagen es presentado para el seguimiento de manera continua de la posición y orientación de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130 en tiempo real. Así, el dispositivo 128 de presentación puede presentar los indicadores 502, 504, y 506 en un video en tiempo real del fondo para seguir la posición y movimiento de la punta distal 146 del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Por consiguiente, un cirujano puede ver el dispositivo 128 de presentación para visualizar el movimiento del instrumento quirúrgico oftálmico 130 en el ojo 101 durante una cirugía.

Los sistemas y métodos anteriores pueden ser aplicados para seguir un marcador infrarrojo 114 utilizando un dispositivo 124 de formación de imágenes configurado para capturar imágenes en el espectro infrarrojo. Además, un instrumento quirúrgico 130 habilitado para TCO puede utilizar los sistemas y métodos anteriores para seguir el área del ojo 101 cuya imagen está siendo formada por la sonda quirúrgica 130 de TCO alrededor del área de la punta distal 146 de la sonda quirúrgica 130 de TCO.

En algunas realizaciones, el indicador puede incluir identificación o parámetros del instrumento quirúrgico oftálmico 130. Por ejemplo, el indicador puede identificar que el instrumento quirúrgico oftálmico 130 es un instrumento de irrigación con un cierto caudal, presión, y temperatura de líquido. Presentando estos parámetros, un cirujano puede mantener el seguimiento de la operación del instrumento quirúrgico oftálmico 130 sin apartar la vista del dispositivo 128 de presentación.

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

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico que comprende:

un instrumento quirúrgico oftálmico (130) que comprende una parte distal (144) configurada para ser insertada en un ojo (101),

5 un marcador (114) posicionado en la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico; y

un sistema de detección de posición del instrumento que comprende:

una fuente de luz (122) configurada para introducir una luz de formación de imágenes en un fondo de ojo;

10 un dispositivo (124) formador de imágenes configurado para recibir la luz de formación de imágenes reflejada desde el fondo y capturar una imagen del fondo junto con la parte distal del instrumento quirúrgico oftálmico insertado en el ojo; y

un procesador (126) configurado para determinar una posición del marcador (114) en la imagen del fondo.

2. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 1, en el que el procesador (126) está configurado para:

procesar la imagen capturada para identificar el marcador (114);

15 generar un indicador que indica datos quirúrgicos; y

superponer el indicador a un dispositivo de presentación (128).

3. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico, según la reivindicación 1, en el que el marcador (114) tiene una o más características de elevado contraste en un intervalo de luz visible o en el que el marcador es una calcomanía adherida al instrumento quirúrgico oftálmico.

20 4. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 1, en el que el marcador (114) comprende uno de los siguientes elementos (i) el marcador está inscrito sobre una superficie o embebido en la pared del instrumento quirúrgico oftálmico (130) o (ii) el marcador incluye un patrón configurado para indicar una orientación del marcador en la imagen capturada, o (iii) el marcador tiene una característica de elevado contraste en un intervalo infrarrojo u otros intervalos espectrales.

25 5. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 2, en el que el procesador (126) está además configurado para identificar el marcador (114) en la imagen capturada mediante:

la realización de un proceso de mejora de contraste y característica en la imagen capturada;

la estimación de una imagen del marcador en la imagen mejorada;

la extracción de la imagen del marcador de la imagen mejorada; y

30 la determinación de una forma, una posición, y una orientación del marcador a partir de la imagen del marcador.

6. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 2, en el que los datos quirúrgicos incluyen uno o más de una posición del instrumento quirúrgico oftálmico (130), una orientación del instrumento quirúrgico oftálmico, una imagen, un parámetro de configuración quirúrgico.

7. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 2,

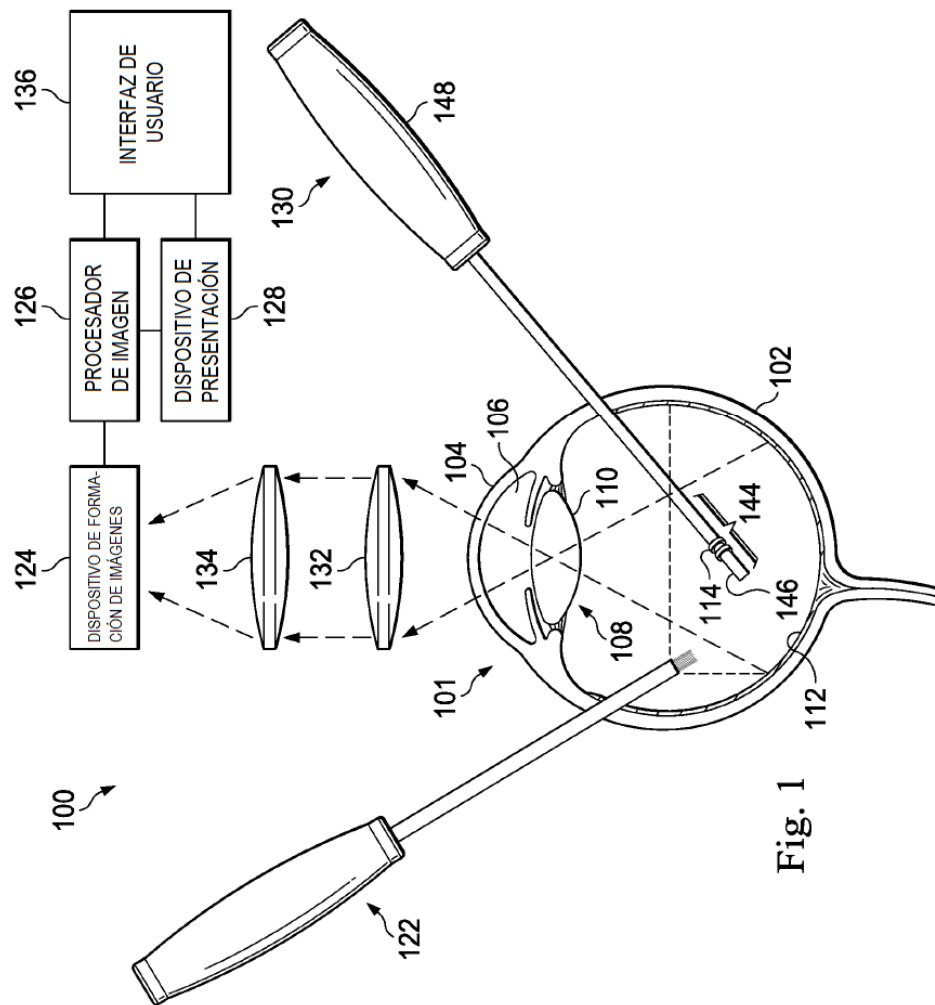
35 en el que el dispositivo (124) de formación de imágenes está configurado para capturar un video del ojo, y

en el que el procesador (126) está configurado para generar y superponer de manera continua el indicador en tiempo real.

40 8. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 1, en el que el marcador (114) está configurado para ser capturado por el dispositivo (124) de formación de imágenes insertado en el ojo, en el que el marcador incluye un patrón cuando es capturado por el dispositivo de formación de imágenes, configurado para indicar una orientación y una posición de una punta distal del instrumento quirúrgico oftálmico.

9. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 8, en el que el marcador (114) tiene una o más características de elevado contraste en un intervalo de luz visible o en donde el marcador es una calcomanía fijada al instrumento quirúrgico oftálmico.

10. El sistema (100) de seguimiento de un instrumento quirúrgico oftálmico según la reivindicación 8, en el que el marcador (114) está inscrito sobre una superficie o embebido en una pared del instrumento quirúrgico oftálmico o en el que el marcador tiene una característica de elevado contraste en un intervalo infrarrojo o en otros intervalos espectrales.



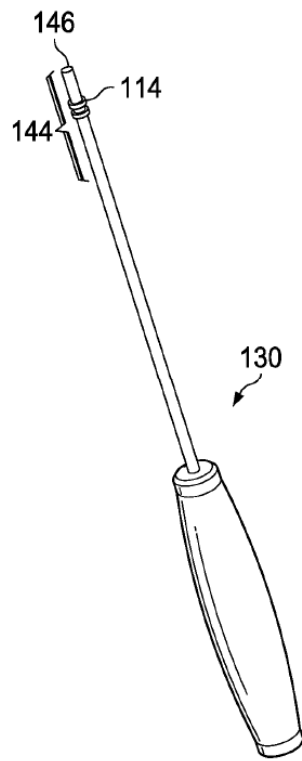


Fig. 2

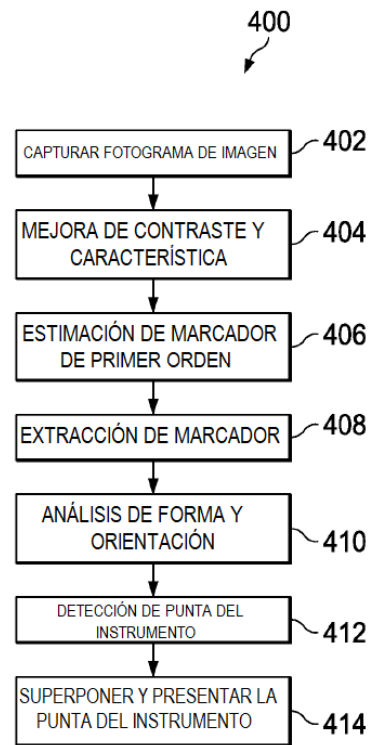


Fig. 4

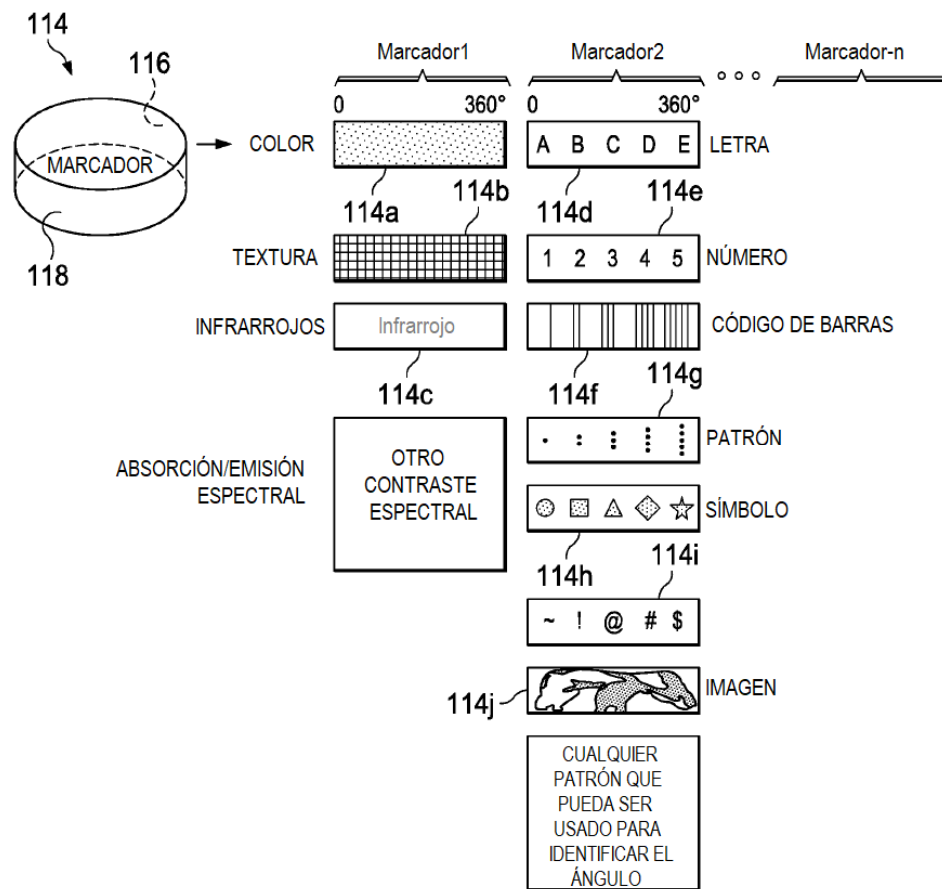


Fig. 3

