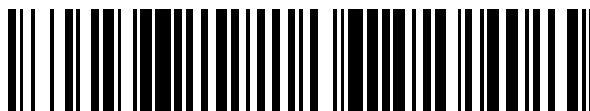


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 725**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/10**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2015 PCT/US2015/031070**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15195247**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2015 E 15808902 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3131455**

54 Título: **Sistema de formación de imágenes oftálmicas con detección automática de características retinales**

30 Prioridad:

**19.06.2014 US 201414309618**

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

**05.03.2019**

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 2 702 725 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de formación de imágenes oftálmicas con detección automática de características retinales.

### Antecedentes

Campo técnico

- 5 Las realizaciones reveladas en esta memoria están relacionadas con sistemas de formación de imágenes oftálmicas. Más específicamente, las realizaciones descritas en esta memoria se refieren a la detección automática de características estructurales de la retina, tales como roturas retinales, utilizando la tomografía de coherencia óptica (OCT).

Técnica relacionada

- 10 Los defectos estructurales en un ojo de un paciente pueden conducir a pérdida de visión. Por ejemplo, una rotura retinal puede ser un defecto de espesor completo en la retina neurosensoria. Una rotura retinal puede asociarse con un desprendimiento retinal regmatógeno que puede inducir una severa pérdida de visión. Además, las roturas retinales indetectadas son la razón más prevalente de fallo en la cirugía de desprendimiento retinal.

- 15 Convencionalmente, se han detectado roturas retinales mediante un cuidadoso examen del fondo de ojo por un cirujano durante una intervención quirúrgica, tal como una cirugía vitreoretinal. Esto puede implicar una visualización y examen cara a cara utilizando un microscopio quirúrgico. El enfoque convencional puede estar limitado en su capacidad para detectar roturas retinales relativamente pequeñas. Así, un cirujano puede continuar o acabar una intervención quirúrgica sin apreciar la presencia y/o la posición de una rotura retinal.

- 20 Se han hecho algunos intentos para aumentar la visibilidad de las roturas retinales. Por ejemplo, una técnica de extrusión de tinte puede implicar la inyección de un tinte azul de tripano en el espacio subretinal. Sin embargo, tales técnicas pueden complicar la intervención quirúrgica y no se usan corrientemente.

La tomografía de coherencia óptica (OCT) puede ser una modalidad no invasiva de formación de imágenes de cortes transversales de alta resolución. Se han hecho algunos esfuerzos para visualizar la retina utilizando OCT. Sin embargo, estos esfuerzos no han implicado una detección automática de roturas retinales.

- 25 Por consiguiente, hay necesidad de dispositivos, sistemas y métodos mejorados que mejoren la capacidad para detectar automáticamente características estructurales de la retina durante una intervención quirúrgica abordando una o más de las necesidades discutidas más arriba.

El estado relevante de la técnica está representado por el documento US 2013/181976 A1.

- 30 Este documento describe un sistema OCT que permite detectar lesiones retinales visualizando un mapa de espesores retinales obtenido midiendo distancias desde la ILM hasta el RPE en una imagen OCT. Los picos se asocian con lesiones.

### Sumario

- 35 La solución presentada llena una necesidad médica insatisfecha con una solución singular para proporcionar una detección automática de defectos estructurales de la retina utilizando imágenes OCT a fin de analizar una o más capas retinales. Un cirujano puede ser alertado sobre la detección de una rotura retinal u otra característica durante una intervención quirúrgica.

La presente invención proporciona un sistema de formación de imágenes oftálmicas, configurado para detectar automáticamente una rotura retinal, según las reivindicaciones que siguen.

- 40 En concordancia con algunas realizaciones, un método para detectar automáticamente una característica retinal utilizando un sistema de formación de imágenes oftálmicas incluye: adquirir una imagen OCT de una retina; segmentar la imagen OCT; generar una métrica en base a la imagen OCT segmentada; detectar la característica retinal en base a la métrica; y proporcionar a un usuario una indicación de la característica retinal detectada.

- 45 En concordancia con algunas realizaciones, un sistema de formación de imágenes oftálmicas incluye: un sistema OCT configurado para adquirir una imagen de una retina; un dispositivo de computación acoplado al sistema OCT y configurado para segmentar la imagen, generar una métrica en base a la imagen segmentada y detectar una característica retinal en base a la métrica; y un dispositivo de audio/visual/táctil en comunicación con el dispositivo de computación y configurado para proporcionar a un usuario al menos una indicación de entre una indicación de audio, una indicación visual y una indicación táctil de la característica retinal detectada.

- 50 Aspectos, características y ventajas adicionales de la presente divulgación resultarán evidentes por la descripción detallada siguiente.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra un método para detectar automáticamente una característica retinal utilizando un sistema de formación de imágenes oftálmicas.

La figura 2a es una imagen OCT bidimensional de una retina.

5 La figura 2b es una imagen OCT tridimensional de una retina.

La figura 3a es una imagen OCT bidimensional de una retina.

La figura 3b es una imagen OCT tridimensional de una retina.

La figura 4 es un gráfico que ilustra un perfil de espesores de una retina.

La figura 5a es una imagen OCT bidimensional de una retina.

10 La figura 5b es una imagen de fondo de ojo de una retina.

La figura 5c es un pseudomapa en color representativo de una probabilidad de una característica retinal.

La figura 6 es un diagrama que ilustra un sistema de formación de imágenes oftálmicas.

En los dibujos los elementos que llevan la misma designación tienen funciones iguales o similares.

**Descripción detallada**

15 En la descripción siguiente se exponen detalles específicos que describen ciertas realizaciones. Sin embargo, resultará evidente para un experto en la materia que las realizaciones divulgadas pueden ponerse en práctica sin algunos o todos estos detalles específicos. Las realizaciones específicas presentadas están destinadas a ser ilustrativas, pero no limitativas. Un experto en la materia puede imaginarse otro material que, aunque no esté descrito específicamente en esta memoria, esté dentro del alcance de esta divulgación.

20 La presente divulgación describe dispositivos, sistemas y métodos para detectar automáticamente una característica retinal utilizando un análisis cuantitativo de una imagen OCT retinal. Se pueden identificar una o más capas retinales, tales como la membrana de limitación interior (ILM) y el epitelio pigmentado retinal (RPE) cuando se segmenta la imagen OCT. Se puede generar en base a la imagen OCT segmentada una métrica o un parámetro de  
 25 capa retinal que describa la geometría de una o más capas retinales (espesor de la retina neurosensoria, concavidad/convexidad de la ILM, radio de curvatura de la ILM, etc.). Se puede detectar la característica retinal utilizando la métrica o el parámetro de capa retinal. Se puede detectar una rotura retinal cuando el espesor de la retina neurosensoria es inferior a un umbral, cuando la ILM es cóncava en el área de la característica retinal y cuando el radio de curvatura de la ILM en el área de la característica retinal es menor que un umbral. Se puede proporcionar al cirujano una indicación de audio, visual y/o táctil durante la intervención quirúrgica cuando se detecte  
 30 la característica retinal.

Los dispositivos, sistemas y métodos de la presente divulgación proporcionan numerosas ventajas, incluyendo: (1) reducir la carga del cirujano en la búsqueda de defectos retinales; (2) reducir los fallos de la intervención quirúrgica minimizando defectos retinales indetectados; (3) mejorar los resultados de la intervención quirúrgica detectando automáticamente defectos retinales y permitiendo que se aborden esos defectos; y (4) aumentar la eficiencia de la  
 35 intervención quirúrgica alertando automáticamente al cirujano acerca de un defecto retinal detectado.

La figura 1 proporciona un diagrama de flujo de un método 100 para detectar automáticamente una característica retinal utilizando un sistema de formación de imágenes oftálmicas. El método 100 puede incluir la operación de adquirir una imagen OCT de una retina (paso 102). El método 100 puede incluir la operación de segmentar la  
 40 imagen OCT (paso 104). El método 100 puede incluir la operación de generar una métrica en base a la imagen OCT segmentada (paso 106). El método 100 puede incluir la operación de detectar la característica retinal a base a la métrica (paso 108). El método 100 puede incluir la operación de proporcionar a un usuario una indicación de la característica retinal detectada (paso 110). Los pasos del método 100 pueden ser realizados por uno o más componentes de un sistema de formación de imágenes oftálmicas (por ejemplo, el sistema 600 de formación de  
 imágenes oftálmicas de la figura 6).

45 El método 100 puede incluir, en el paso 102, la operación de adquirir una imagen OCT de la retina. Un sistema OCT (por ejemplo, el sistema OCT 620 de la figura 6) puede adquirir datos asociados con la imagen OCT. El sistema OCT puede incluir una sonda de formación de imágenes configurada para penetrar en una porción de un ojo de un paciente y formar una imagen del interior del ojo del paciente, incluida la retina. Un sistema OCT externo puede estar configurado para formar imágenes del ojo, incluida la retina, mientras que está colocado en una posición  
 50 externa con relación al ojo del paciente. Un dispositivo de computación (por ejemplo, el dispositivo de computación 610 de la figura 6) puede procesar los datos adquiridos por el sistema OCT a fin de generar la imagen OCT.

El sistema OCT puede estar configurado para dividir la luz de formación de imagen recibida de una fuente de luz en un haz de formación de imagen que se dirige hacia un tejido biológico diana (por ejemplo, por la sonda de formación de imagen) y un haz de referencia que puede dirigirse hacia un espejo de referencia. El sistema OCT puede ser un sistema en el dominio de Fourier (por ejemplo, un dominio espectral, una fuente barrida, etc.) o un sistema en el dominio del tiempo. El sistema OCT puede estar configurado, además, para recibir la luz de formación de imagen reflejada desde el tejido biológico diana (por ejemplo, capturada por la sonda de formación de imagen, el sistema OCT externo, etc.). El patrón de interferencia entre la luz de formación de imagen reflejada y el haz de referencia es utilizado para generar imágenes del tejido biológico diana. Por consiguiente, el sistema OCT puede incluir un detector configurado para detectar el patrón de interferencia. El detector puede incluir detectores acoplados por carga (CCDs), píxeles o una red de cualquier otro tipo de sensores que generen una señal eléctrica en base a la luz detectada. Además, el detector puede incluir una red de sensores bidimensionales y una cámara detectora.

La imagen OCT puede ser bidimensional o tridimensional. Por ejemplo, la figura 2a proporciona una imagen OCT bidimensional 200 de una porción de la retina y la figura 2b proporciona una imagen OCT tridimensional 250 de una porción de la retina. Se puede ver una rotura retinal 208 en el lado derecho de las figuras 2a y 2b. Se puede detectar automáticamente la rotura retinal 208 utilizando los sistemas, métodos y dispositivos descritos en esta memoria. Se puede ver un vaso sanguíneo 212 en el lado izquierdo de las figuras 2a y 2b.

El método 100 incluye, en el paso 104, la operación de segmentar la imagen OCT. El dispositivo de computación puede identificar una o más capas retinales utilizando los datos asociados con la imagen OCT. La segmentación de la imagen OCT incluye identificar una membrana de limitación interior (ILM), una capa de fibras nerviosas, una capa de células ganglionares, una capa plexiforme interior, una capa nuclear interior, una capa plexiforme exterior, una capa nuclear exterior, una membrana de limitación exterior, una capa de bastones y conos, un epitelio pigmentado retinal (RPE) y otra u otras capas retinales. La figura 3a proporciona la imagen OCT bidimensional 200 con límites identificados de una capa ILM 202 y una capa RPE 204. Análogamente, la figura 3b proporciona la imagen OCT tridimensional 250 con límites identificados de la capa ILM 202 y la capa RPE 204.

El método 100 incluye, en el paso 106, la operación de generar una métrica en base a la imagen OCT segmentada. La métrica es un parámetro de capa retinal que representa objetivamente una geometría de una o más capas retinales utilizando, por ejemplo, uno o más valores numéricos. El parámetro de capa retinal es un espesor, una intensidad, una fase, un tamaño de mota, una densidad vascular, un tamaño, una concavidad/convexidad y un radio de curvatura de una o más capas retinales. La generación de la métrica incluye determinar una representación numérica de la concavidad/convexidad de la ILM. Se determina un radio de curvatura de la ILM en el área de la característica retinal. Se puede determinar el parámetro de capa retinal utilizando una cualquiera, dos, tres, cuatro o más capas retinales. La generación de la métrica incluye determinar un espesor de la retina neurosensoria utilizando la ILM y el RPE. El espesor de la retina neurosensoria puede incluir la distancia entre la ILM y el RPE. Se puede utilizar como métrica una representación numérica del espesor. El parámetro de capa retinal puede determinarse utilizando una capa retinal y una tira de espesor predefinido que rodee a la capa retinal citada. Se pueden generar y utilizar dos o más métricas para evaluar la retina.

El método 100 incluye, en el paso 108, la operación de detectar una rotura retinal en base a la métrica generada. La característica retinal detectada es un aspecto estructural de la retina que es indicativo de un defecto. La característica retinal puede ser una rotura, un agujero, un desgarre, una diálisis, un crecimiento, una protrusión, una depresión, una región con fluido subretinal, etc. Se pueden detectar múltiples características retinales y/o múltiples tipos de características retinales. La característica o características retinales pueden detectarse utilizando una o más de las métricas. Se utilizan el espesor de la retina neurosensoria y la concavidad/convexidad de la ILM. Utilizando más de una métrica se puede aumentar ventajosamente la certeza de detección de características retinales.

La detección de la característica retinal incluye comparar el parámetro de capa retinal con el umbral. Dado que la métrica generada (paso 106) incluye el espesor de la retina neurosensoria, la detección de la característica retinal incluye comparar el espesor con un espesor umbral. Se puede detectar la característica retinal cuando el parámetro de capa retinal, tal como el espesor de la retina neurosensoria, entre otros, es mayor o menor que el umbral. Se puede detectar una rotura retinal o un agujero retinal cuando el espesor es menor que el umbral. Por otra parte, se puede detectar una excrecencia o una protrusión de la retina cuando el espesor es mayor que el umbral. El espesor umbral puede estar en el rango de, por ejemplo, 50 micras a 300 micras, 75 micras a 300 micras, 100 a 250 micras u otro rango adecuado. El espesor varía a lo largo de la retina (por ejemplo, en o cerca de la fovea, la retina periférica, etc.) y el umbral puede seleccionarse en base a una posición a lo largo de la retina en la que esté localizada la característica retinal.

La detección de la característica retinal utilizando la métrica generada (paso 106) incluye analizar si la ILM, entre otros elementos, tiene una forma cóncava o convexa y/o el grado de la concavidad/convexidad (el radio de curvatura). Una ILM en el área de la característica retinal que sea cóncava puede ser indicativa de una rotura retinal o un agujero retinal, mientras que una ILM que sea convexa puede ser indicativa de una excrecencia o una protrusión en la retina. A este respecto, la detección de la característica retinal incluye comparar un radio de curvatura de la ILM en el área de la característica retinal con un radio de curvatura umbral indicativo de la presencia de la característica retinal. Se puede detectar una característica retinal cuando el radio de curvatura es mayor o menor que el umbral. Por ejemplo, se puede detectar una rotura retinal o un agujero retinal cuando una porción

5 cóncava de la ILM tiene un radio de curvatura menor que el umbral. El radio de curvatura umbral para detectar una rotura retinal puede estar en el rango de, por ejemplo, entre aproximadamente 0,1 mm y aproximadamente 12 mm, entre aproximadamente 1,0 mm y aproximadamente 6 mm o entre aproximadamente 2,0 mm y aproximadamente 4,0 mm, incluyendo valores tales como 10 mm, 9 mm, 8 mm, 7 mm, 6 mm, 5 mm, 4 mm, 3 mm, 2 mm, 1 mm u otro valor adecuado. Se puede utilizar una combinación de la concavidad/convexidad y el correspondiente radio de curvatura para detectar la característica retinal.

10 El umbral o umbrales utilizados en la detección de la característica retinal pueden ser adaptativos o específicos del paciente. Por ejemplo, un umbral puede ser una diferencia porcentual en el espesor de la retina neurosensoria en comparación con áreas adyacentes. Así, se puede detectar una característica retinal cuando un área de la retina neurosensoria del paciente tiene un espesor mayor o menor que, por ejemplo, un 50% del espesor de áreas adyacentes. Análogamente, se puede detectar una característica retinal cuando el radio de curvatura de la ILM en el área de la característica retinal es mayor o menor que, por ejemplo, un 50% del radio de curvatura de áreas adyacentes. El umbral puede estar entre, por ejemplo, 1%-100%, 1%-75%, 1%-50%, 1%-25%, etc. Los uno o más umbrales pueden seleccionarse en base a datos empíricos. Por ejemplo, se puede utilizar una colección o base de datos de pacientes para determinar un rango normal fijo de espesor de la retina neurosensoria para pacientes con características similares. Así, se puede detectar una característica retinal cuando un área de la retina neurosensoria del paciente tiene un espesor fuera de (por ejemplo, mayor o menor que) el rango normal fijo esperado para el paciente. Se pueden utilizar tales datos empíricos para determinar un valor umbral por defecto que puede ajustarse en base a características específicas del paciente. Aunque esta discusión menciona específicamente el espesor de la retina neurosensoria, se entiende que la concavidad/convexidad, el radio de curvatura y/u otras métricas pueden ser análogamente específicas del paciente o más generalmente aplicables.

25 La figura 4 proporciona un gráfico 400 que es representativo de un perfil de espesores de la retina neurosensoria. Los datos asociados con el gráfico 400 pueden estar basados en la imagen OCT segmentada. El eje x del gráfico 400 puede representar la posición a lo largo de la retina neurosensoria en unidades de píxeles. El eje y puede representar el espesor de la retina neurosensoria en unidades de píxeles. Una curva 206 puede representar la distancia de la ILM al RPE a lo largo de la retina. El espesor de la retina neurosensoria ilustrado en el gráfico 400 puede ser la métrica utilizada para detectar la rotura retinal 208. La rotura retinal 208 puede ser un área a lo largo de la retina neurosensoria con un espesor que es significativamente diferente del espesor de áreas adyacentes (por ejemplo, menos de 50%) y/o un área con un espesor menor que un rango normal fijo. Aunque esta discusión menciona específicamente el espesor de la retina neurosensoria, se entiende que la concavidad/convexidad, el radio de curvatura y/u otras métricas pueden utilizarse análogamente para detectar la rotura retinal u otra característica retinal.

35 El método 100 incluye, en el paso 110, la operación de proporcionar a un usuario una indicación de la característica retinal detectada. Por ejemplo, se puede proporcionar una indicación de audio, visual y/o táctil utilizando un dispositivo de audio/visual/táctil (por ejemplo, el dispositivo de audio/visual/táctil 630 de la figura 6). La indicación puede alertar al cirujano, durante la intervención quirúrgica, acerca de la presencia y/o la posición de la característica retinal detectada. Como se muestra en la figura 5a, una indicación 210 de la rotura retinal detectada 208 puede ser un objeto geométrico (por ejemplo, un cuadrado, un círculo, un polígono, una elipse, etc.) posicionado alrededor de la rotura retinal 208. La indicación 210 puede superponerse a la imagen OCT 200 y/o combinarse de otra manera con ésta, y la imagen OCT combinada puede ser entregada al dispositivo de audio/visual/táctil.

40 Como se muestra en la figura 5b, la indicación 210 puede configurarse en base a la rotura retinal detectada 208. Como se muestra también en la figura 5b, la indicación 210 puede superponerse a una imagen 260 del fondo del ojo y/o combinarse de otra manera con ésta (por ejemplo, en lugar de la imagen OCT bidimensional 200), y la imagen de fondo de ojo combinada puede ser entregada al dispositivo de audio/visual/táctil.

45 Como se muestra en la figura 5c, se puede generar un pseudomapa en color 270 en base a la rotura retinal detectada 208. El pseudomapa en color 270 puede ser representativo de la probabilidad de la presencia de una característica retinal en una localización dada de la retina. La indicación 210 puede ser un área del pseudomapa en color 270 que ilustre una alta probabilidad de que la característica retinal esté posicionada en el área. El pseudomapa en color puede ser entregado al dispositivo de audio/visual/táctil.

50 En general, la indicación 210 puede incluir un texto, una u otras formas o símbolos diferentes y/u otras alertas visuales. La indicación 210 puede posicionarse de formas diversas con relación a la característica retinal. La indicación 210 puede incluir una señal audible para alertar al usuario/cirujano acerca de la presencia y/o la posición de una característica retinal detectada. La indicación 210 puede incluir una realimentación táctil y/o háptica al cirujano.

55 La figura 6 proporciona un diagrama de bloques de un sistema de formación de imágenes oftálmicas 600. El sistema de formación de imágenes 600 incluye un sistema OCT 620 que está configurado para adquirir una imagen de la retina. El sistema de formación de imágenes 600 incluye un dispositivo de computación 610 que está configurado para segmentar la imagen, generar una métrica en base a la imagen segmentada y detectar una rotura retinal en base a la evaluación de la métrica generada. El dispositivo de computación 610 y el sistema OCT 620 pueden estar configurados para materializar características similares a las descritas anteriormente. El sistema de formación de

5 imágenes 600 incluye un dispositivo de audio/visual/táctil 630 en comunicación con el dispositivo de computación 610 y configurado para proporcionar al menos una de entre una indicación de audio, visual y táctil de la característica retinal detectada. El dispositivo de audio/visual/táctil 630 puede ser un dispositivo autónomo y/o un componente que sea parte del dispositivo de computación 610 o del sistema OCT 620. Por ejemplo, el dispositivo de audio/visual/táctil 630 puede ser un dispositivo de presentación con altavoces integrados.

10 Las realizaciones descritas en esta memoria pueden proporcionar dispositivos, sistemas y métodos que faciliten la detección automática de defectos estructurales en la retina analizando imágenes OCT retinales. Los dispositivos, sistemas y métodos descritos en esta memoria pueden utilizarse con cualquier modalidad de formación de imágenes en la que puedan identificarse la posición, la geometría y/o el contorno de una o más capas retinales. Los ejemplos antes proporcionados son solamente ilustrativos y no están destinados a ser limitativos. Un experto en la materia puede idear fácilmente otros sistemas compatibles con las realizaciones reveladas, los cuales están destinados a quedar dentro del alcance de esta divulgación. Por tanto, la solicitud será limitada solamente por las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de formación de imágenes oftálmicas configurado para detectar automáticamente una rotura retinal, que comprende:
- 5 un sistema (600) de tomografía de coherencia óptica (OCT) configurado para adquirir una imagen (200) de una retina;
- un dispositivo de computación (610) acoplado al sistema OCT y configurado para
- segmentar (104) la imagen OCT identificando una capa retinal en la imagen OCT;
- generar (106) una pluralidad de métricas en base a la imagen OCT segmentada, en el que la pluralidad de métricas incluye:
- 10 un espesor de una retina neurosensoria; y
- un radio de curvatura indicativo de un grado de concavidad de una membrana de limitación interior (ILM);
- detectar (108) la rotura retinal (208) en base a la pluralidad de métricas mediante las acciones de:
- determinar que el espesor de la retina neurosensoria es menor que un espesor umbral; y
- 15 determinar que el radio de curvatura indicativo de un grado de concavidad de una membrana de limitación interior (ILM) es menor que un radio de curvatura umbral; y
- un dispositivo de audio/visual/táctil (630) en comunicación con el dispositivo de computación y configurado para proporcionar a un usuario al menos una de entre una indicación de audio, visual y táctil (210) de la rotura retinal detectada.
- 20 2. El sistema de formación de imágenes oftálmicas de la reivindicación 1, en el que el sistema OCT incluye al menos uno de entre:
- una sonda de formación de imágenes configurada para penetrar en una porción de un ojo y formar imágenes de un interior del ojo; y
- 25 un sistema OCT externo (620) configurado para formar imágenes del ojo mientras está posicionado externamente con relación al ojo.
3. El sistema de formación de imágenes oftálmicas de la reivindicación 1, en el que:
- el sistema OCT está configurado para adquirir al menos una de entre una imagen bidimensional y una imagen tridimensional.
4. El sistema de formación de imágenes oftálmicas de la reivindicación 1, en el que:
- 30 la capa retinal incluye, además, al menos una de entre una capa de fibras nerviosas, una capa de células ganglionares, una capa plexiforme interior, una capa nuclear interior, una capa plexiforme exterior, una capa nuclear exterior, una membrana de limitación externa, una capa de bastones y conos y un epitelio pigmentado retinal.
5. El sistema de formación de imágenes oftálmicas de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de computación está configurado, además, para:
- 35 combinar una indicación visual (210) de la rotura retinal detectada con la imagen OCT o con una imagen (260) de fondo de ojo; y
- proporcionar la imagen combinada al dispositivo de audio/visual/táctil (630).
6. El sistema de formación de imágenes oftálmicas de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de computación está configurado, además, para:
- 40 generar un pseudomapa en color (270) representativo de una probabilidad de la presencia de la rotura retinal detectada; y
- proporcionar el pseudomapa en color al dispositivo de audio/visual/táctil (630).

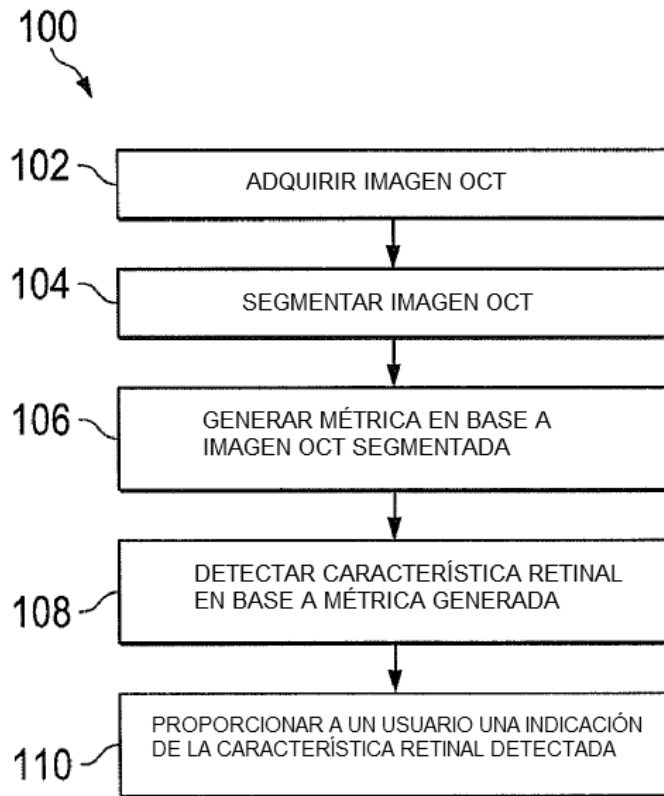


Fig. 1

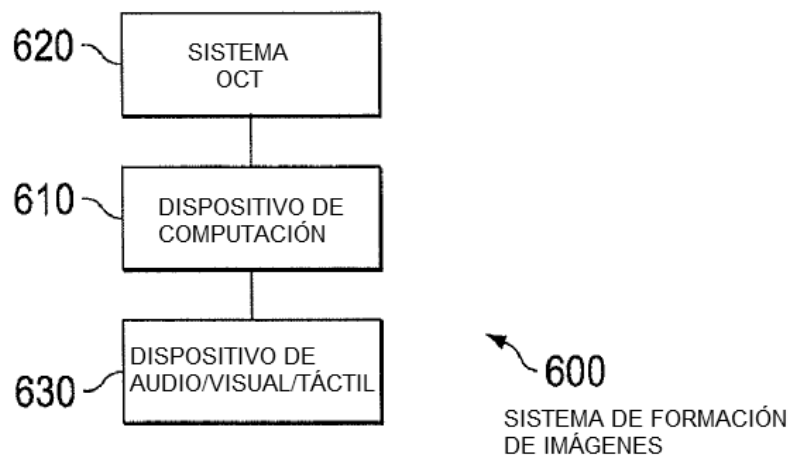


Fig. 6



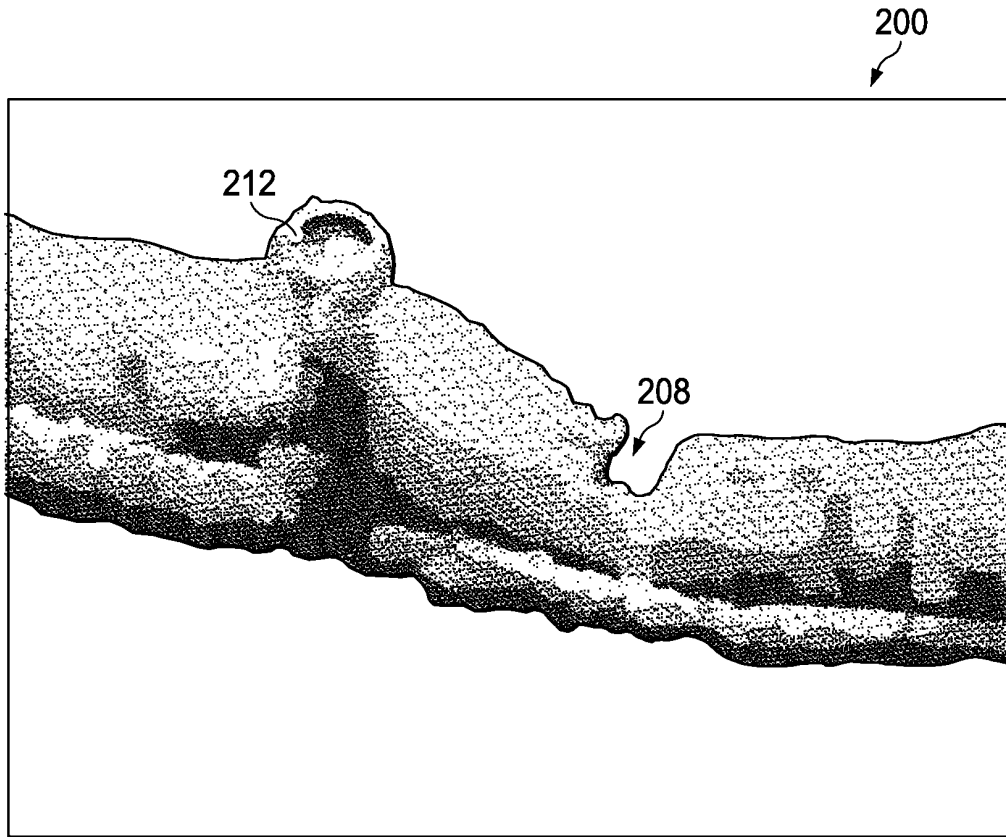


Fig. 2a

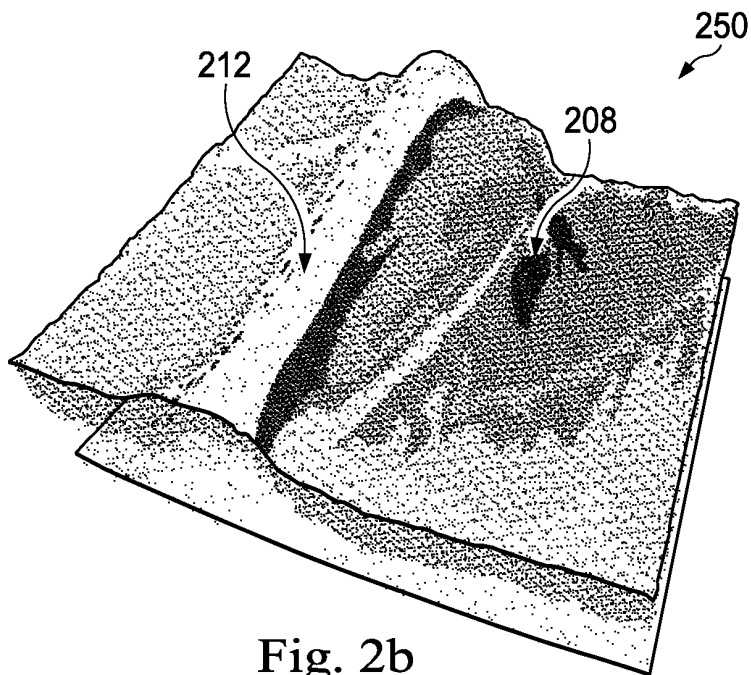


Fig. 2b

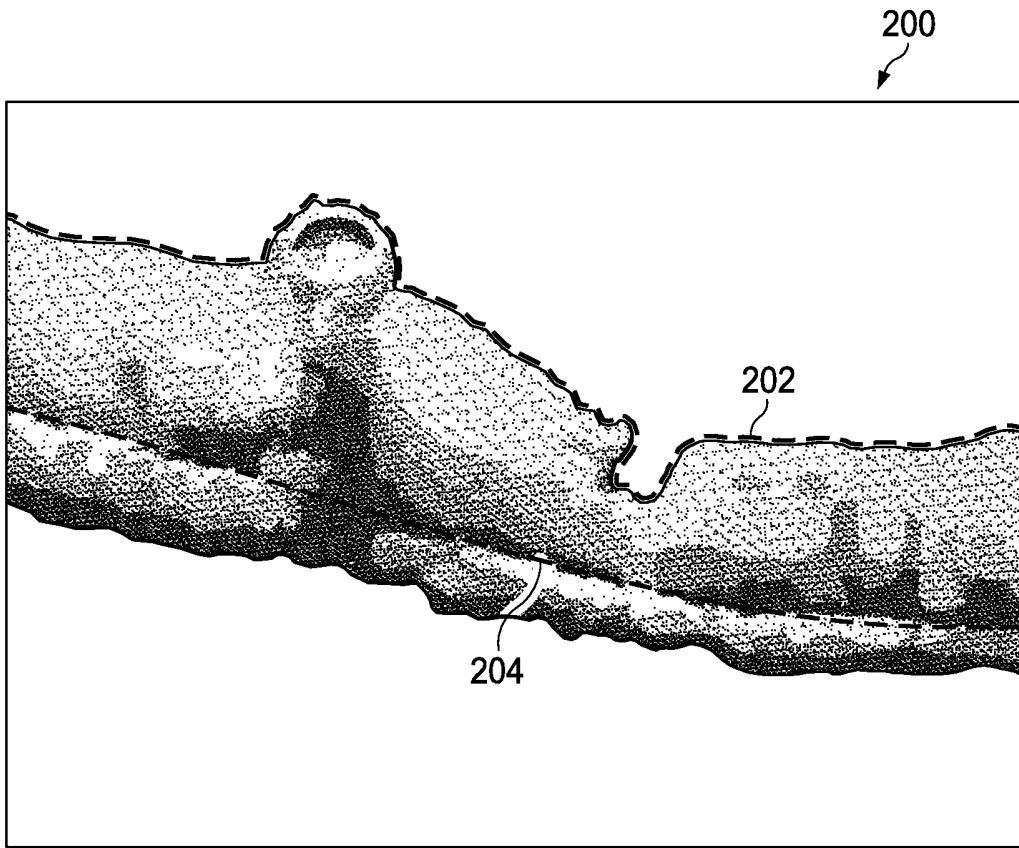


Fig. 3a

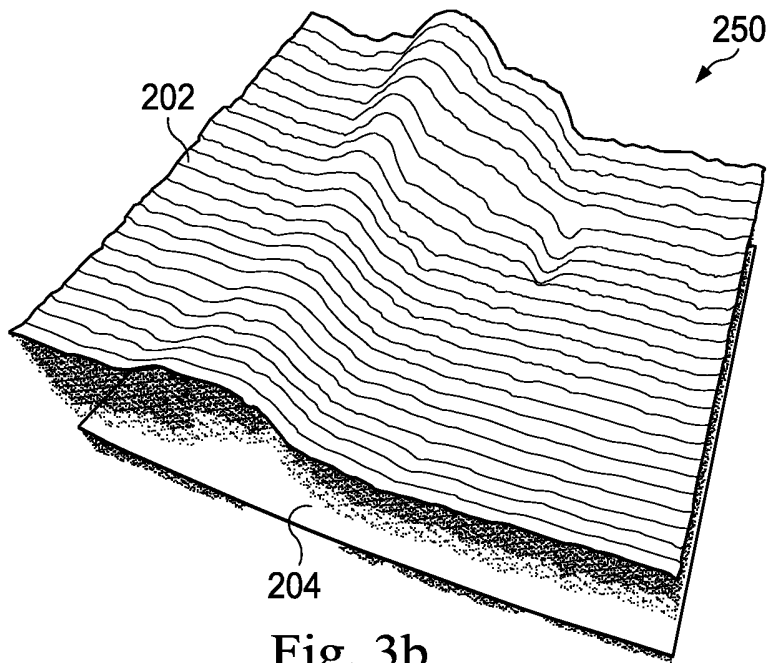


Fig. 3b

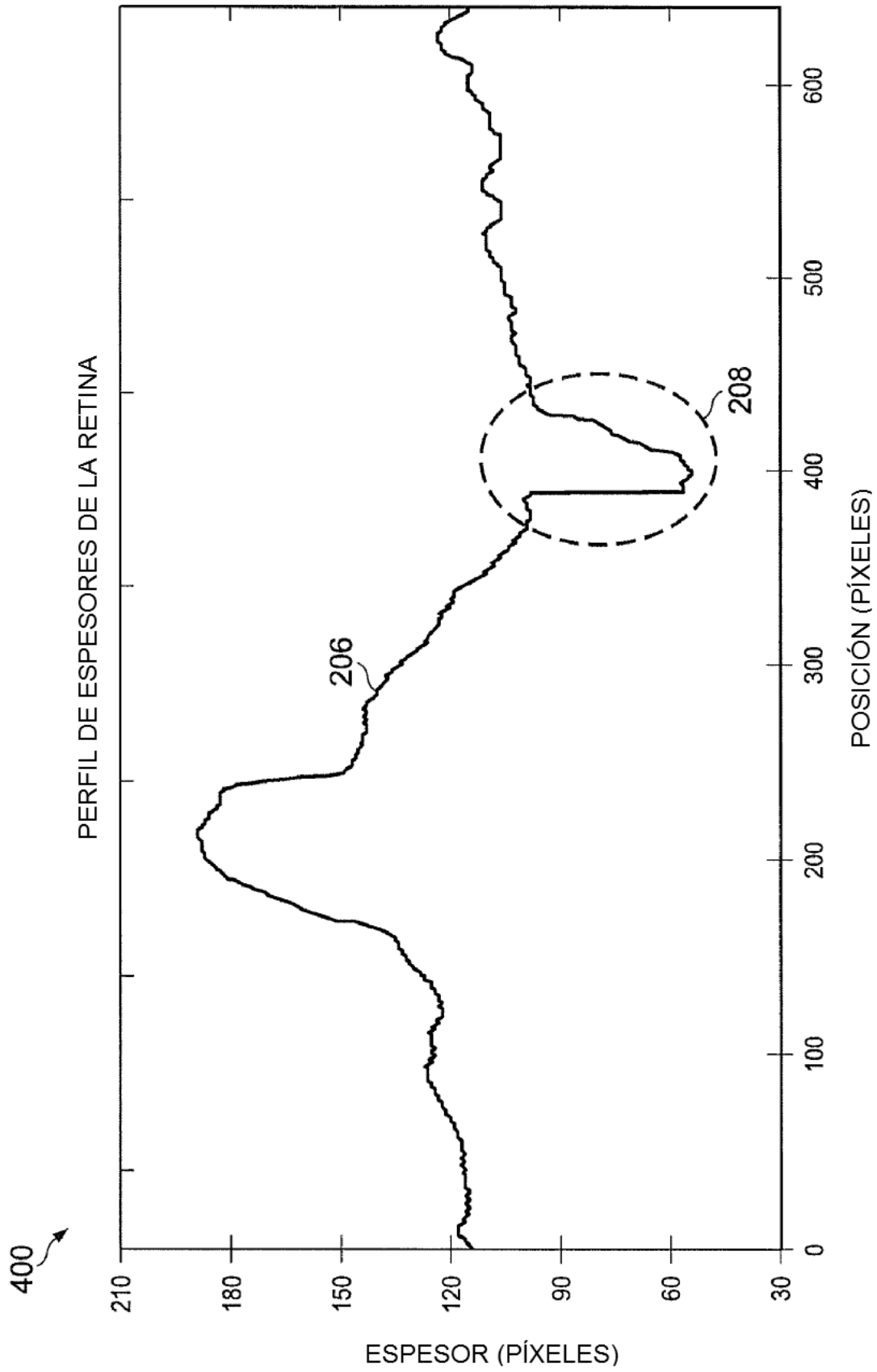


Fig. 4

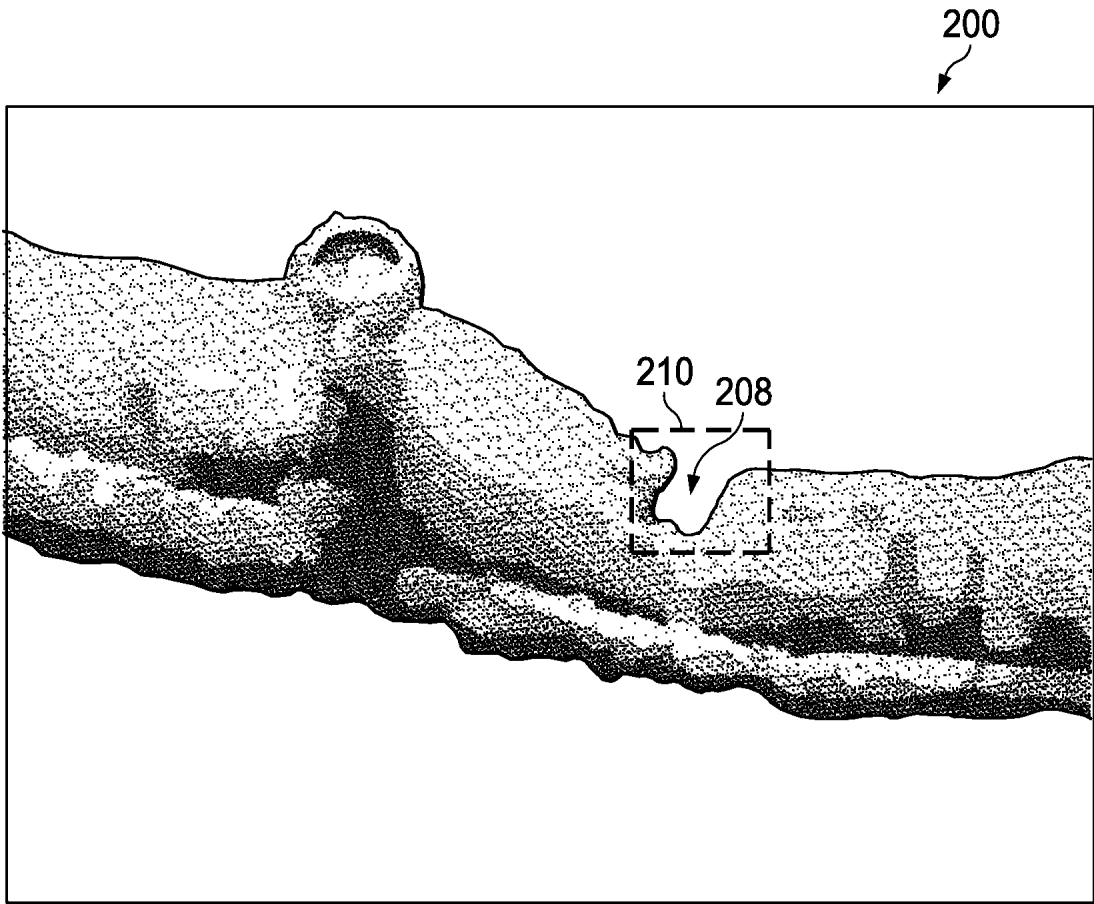


Fig. 5a

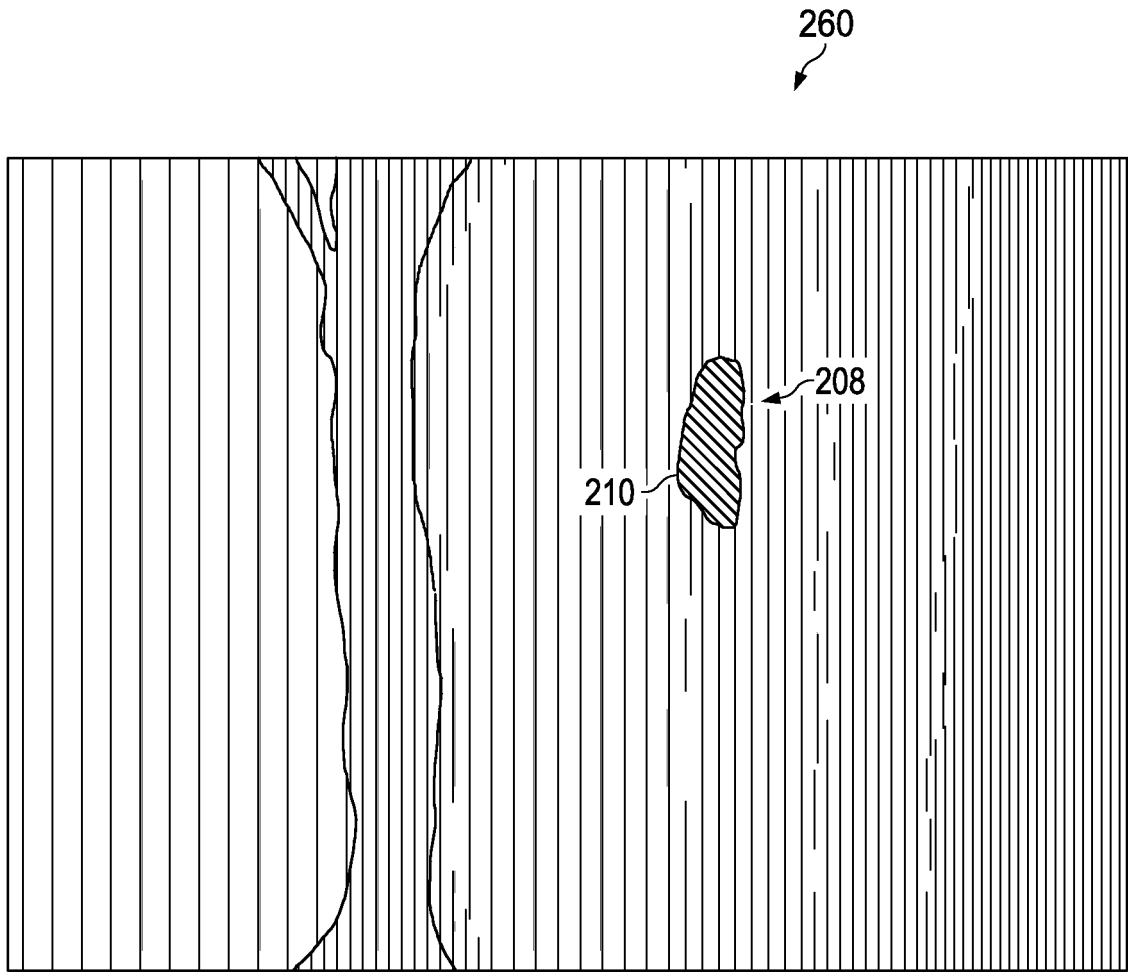


Fig. 5b

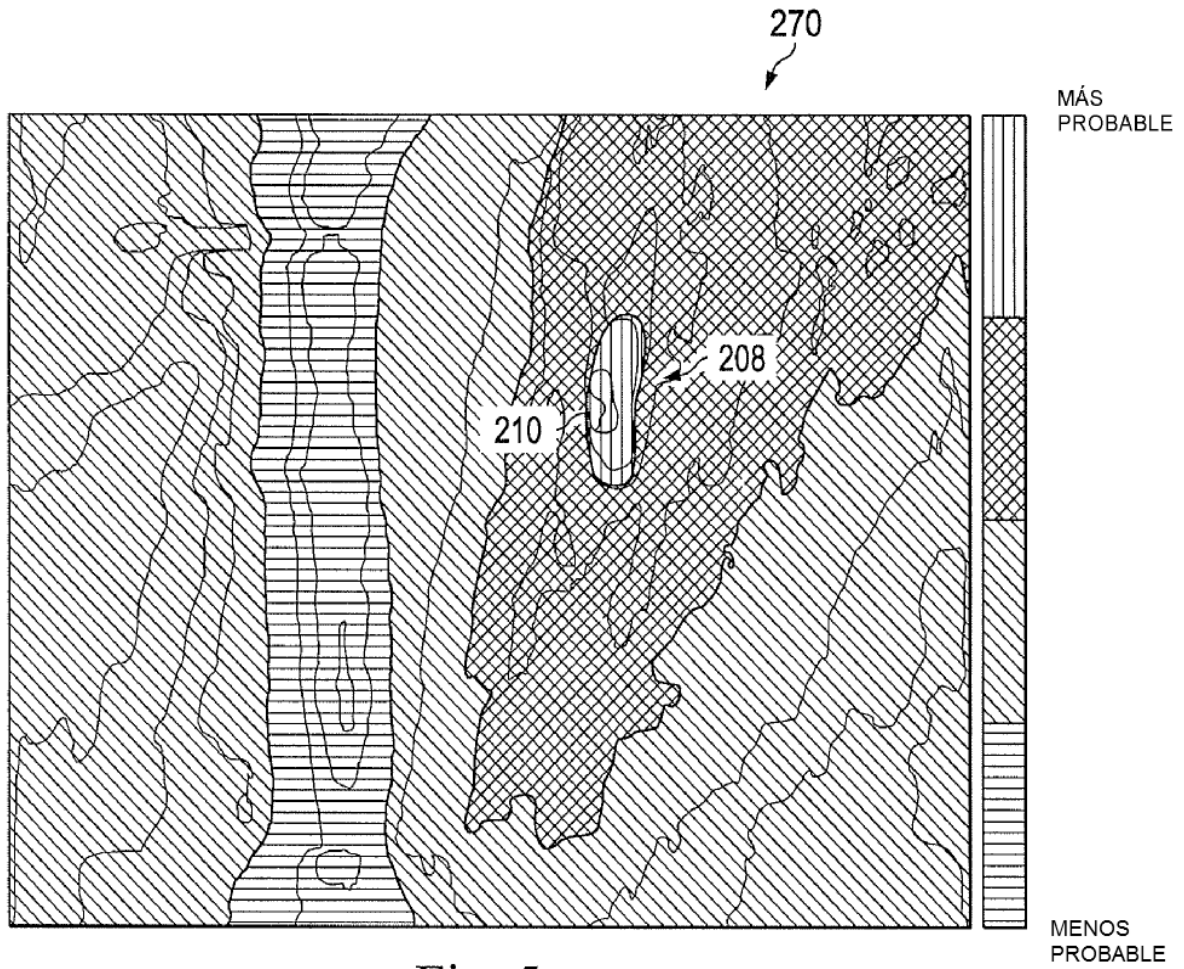


Fig. 5c