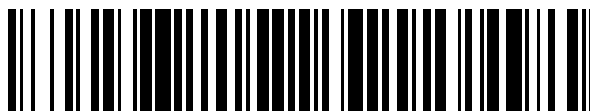


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 848 546**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00

(2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2017 PCT/GB2017/051316**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.11.2017 WO17194950**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2017 E 17724410 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020 EP 3455825**

54 Título: **Aparato y procedimiento de análisis de roturas**

30 Prioridad:

13.05.2016 GB 201608455

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

10.08.2021

73 Titular/es:

**BELRON INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)
Milton Park, Stroude Road
Egham, Surrey TW20 9EL, GB**

72 Inventor/es:

**HANSEN, MARK;
HALES, IAN;
FAROOQ, ABDUL;
SMITH, MELVYN y
DANIEL, GWEN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 848 546 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

Aparato y procedimiento de análisis de roturas

Campo

- 5 Esta invención se refiere en general a un aparato y a un procedimiento. En particular, pero no exclusivamente, la invención se refiere a un aparato y un procedimiento para analizar roturas en paneles de acristalamiento de vehículos. Además, en particular, pero no exclusivamente, la invención se refiere a un procedimiento y un aparato que se utilizarán para analizar grietas en el vidrio, particularmente en un panel de vidrio de un vehículo.

Antecedentes

- 10 Al conducir, la presencia de desechos y otros materiales en la carretera puede hacer que dicho material se desvíe en el camino del tráfico que, cuando dicho material choca con un parabrisas, puede causar grietas, roturas u otros daños que se manifiestan en dichos parabrisas que requieren la necesidad de reparar o reemplazar el panel de vidrio del vehículo.

- 15 Por razones de seguridad y de economía, es imperativo que dicho trabajo se realice lo más rápido posible, ya que estas grietas pueden propagarse más hacia el parabrisas debido a la influencia del clima frío, por ejemplo, que puede hacer que la grieta crezca. Esto puede hacer que la grieta cambie de una que necesite una reparación menor a una que requiera la necesidad de un reemplazo completo del parabrisas.

Se requiere una evaluación para determinar si el daño al panel de vidrio de un vehículo puede remediarse mediante reparación. Si la evaluación indica que la reparación no es factible, será necesario reemplazar el panel de acristalamiento.

- 20 Los aspectos y realizaciones se concibieron teniendo en cuenta lo anterior.

El estado de la técnica relevante es proporcionado por la publicación de la patente WO2015/173594 A2.

Compendio

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

- 25 Visto desde un primer aspecto, se proporciona un procedimiento de análisis de roturas para analizar roturas en un panel de acristalamiento de un vehículo, comprendiendo el procedimiento: capturar una imagen de una rotura en un panel de acristalamiento de un vehículo; procesando la imagen de la rotura.

- 30 Visto desde un segundo aspecto, se proporciona un aparato de análisis de roturas para analizar roturas en un panel de acristalamiento de un vehículo, comprendiendo el aparato: una cámara dispuesta para capturar una imagen de una rotura en un panel de acristalamiento de un vehículo; un módulo de procesamiento operativo para procesar la imagen de la rotura.

Opcionalmente, el aparato puede comprender un dispositivo informático móvil que comprende la cámara. Un dispositivo informático móvil es un dispositivo electrónico que está configurado para capturar imágenes. Esto puede incluir un teléfono móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente), un ordenador portátil, una tableta, un tablétoneo o una cámara. El dispositivo informático móvil incluye una cámara para capturar imágenes.

- 35 El dispositivo informático móvil puede comprender también el módulo de procesamiento.

Un procedimiento o aparato de acuerdo con el primer y segundo aspectos permite utilizar una imagen de una rotura en una superficie para analizar la rotura. Esto elimina la necesidad de asistencia física por parte de un técnico para realizar cualquier análisis de la grieta.

- 40 La determinación de la necesidad de un panel de acristalamiento de reemplazo puede basarse en el procesamiento de la imagen. Por tanto, el procedimiento puede incluir la etapa de determinar si el panel de acristalamiento necesita ser reemplazado o no, y/o si el panel de acristalamiento es adecuado para su reparación, basándose en el procesamiento de la imagen.

La imagen de la rotura se puede capturar en un ángulo inclinado con respecto al panel de acristalamiento del vehículo.

- 45 La imagen puede ser capturada por un dispositivo informático móvil mantenido en contacto con la superficie del panel de acristalamiento, en el que el dispositivo informático móvil incluye una cámara. El dispositivo informático móvil puede ser, por ejemplo, un teléfono móvil, tal como un teléfono inteligente provisto de una cámara. La invención puede implementarse a través de un componente de software para procesar datos de imagen de la cámara con el fin de determinar si la rotura se puede reparar o se necesita reemplazo. El componente de software se puede descargar en el dispositivo, por ejemplo, como una aplicación independiente o similar. El componente de
- 50

software puede comprender un algoritmo para realizar la determinación y también mostrar preferiblemente instrucciones de usuario sobre cómo implementar el procedimiento de determinación.

5 En consecuencia, de acuerdo con otro aspecto, la invención comprende un procedimiento implementado por ordenador para determinar información técnica con respecto a una rotura presente en un panel de acristalamiento de un vehículo, en el que el procedimiento incluye la etapa de descargar un componente de software a un dispositivo informático móvil que tiene una cámara, el componente de software dispuesto para procesar la información de la imagen capturada a través de la cámara con el fin de determinar si la rotura se puede reparar o se prefiere reemplazar.

10 El dispositivo informático móvil puede inclinarse para ver la rotura en una posición predeterminada en un campo de visión de la cámara. Se puede lograr una posición de referencia asegurando que el dispositivo informático esté inclinado hacia el panel con un borde en contacto con el panel.

La posición predeterminada en la que el dispositivo informático móvil puede inclinarse para ver la rotura puede indicarse mediante marcas visualizadas en la cámara o en el dispositivo informático móvil que comprende la cámara (por ejemplo, en una pantalla).

15 Adicional o alternativamente, las marcas pueden indicar el centro del campo de visión (por ejemplo, en una pantalla).

Opcionalmente, la cámara o el dispositivo informático móvil se puede colocar inicialmente plano sobre la superficie del panel de acristalamiento. A continuación, el dispositivo informático móvil puede girarse o inclinarse lejos del panel de acristalamiento, en el que al menos una parte del dispositivo informático móvil permanece en contacto con el panel de acristalamiento.

20 Opcionalmente, la cámara se coloca en una posición predeterminada con respecto a la rotura antes de que el dispositivo informático móvil gire. Por ejemplo, el procedimiento puede incluir alinear una característica del dispositivo informático móvil en una posición predeterminada con respecto a la rotura.

25 En algunas realizaciones, un borde del módulo de captura de imágenes, tal como el borde superior, puede alinearse adyacente (o inmediatamente debajo) del punto más bajo de la rotura. Esto significa que la distancia inicial entre la cámara y el punto más bajo de la rotura se puede determinar utilizando la geometría del dispositivo informático móvil.

A continuación, el módulo de captura de imágenes o el dispositivo informático móvil puede girarse alejándose del panel de acristalamiento, en el que un borde inferior del dispositivo informático móvil permanece en contacto con el panel de acristalamiento. A continuación, se captura la imagen de la rotura.

30 El procedimiento puede incluir girar o inclinar el dispositivo informático móvil hasta que la rotura sea visible en una posición predeterminada en un campo de visión de la cámara.

Opcionalmente, el procedimiento incluye girar el dispositivo informático móvil hasta que la rotura esté en el centro del campo de visión de la cámara.

35 El procedimiento puede incluir el uso de parámetros geométricos del dispositivo informático móvil y parámetros de la lente de la cámara para estimar los parámetros de la rotura. Los parámetros de la rotura incluyen una o más dimensiones espaciales indicativas del tamaño de la rotura.

Por ejemplo, mediante el uso del procedimiento anterior, los parámetros geométricos del dispositivo informático móvil y los parámetros de la lente de la cámara pueden usarse para determinar la longitud de uno o más tramos de la rotura y/o el tamaño (por ejemplo, ancho/diámetro) del centro de la rotura.

40 Pueden usarse parámetros geométricos del dispositivo informático móvil para determinar el ángulo de rotación (o ángulo de giro) entre el dispositivo informático móvil y el panel de acristalamiento.

45 Si el tamaño estimado de la rotura (por ejemplo, la longitud de uno de los tramos de la rotura) supera un umbral determinado, el procedimiento puede determinar que el panel de acristalamiento debe ser reemplazado. Si el tamaño estimado de la rotura (por ejemplo, la longitud de uno de los tramos de la rotura) es menor que un umbral dado, el procedimiento puede determinar que el panel de acristalamiento es adecuado para su reparación.

El procesamiento de la imagen puede basarse en parámetros geométricos del dispositivo informático móvil para capturar la imagen de la rotura.

El procesamiento de la imagen puede basarse además en parámetros de chip para la cámara y/o dispositivo informático móvil.

50 El procesamiento de la imagen puede generar un conjunto de puntos de datos que se utilizan para generar un diámetro para la rotura que se puede utilizar para determinar el requisito de un panel de acristalamiento de vehículo de repuesto.

El procedimiento puede incluir la emisión de una señal o indicación que indique si el panel de acristalamiento necesita ser reparado o reemplazado.

- 5 La rotura del panel de acristalamiento puede comprender un centro y uno o más tramos. Esta formación de rotura es común cuando una piedra pequeña u otro objeto impacta un panel de acristalamiento. Uno o más tramos (o grietas) generalmente se irradian desde el centro de la rotura.

El centro de la rotura puede tener una forma sustancialmente circular.

La determinación de la necesidad de un reemplazo o reparación de un panel de acristalamiento puede comprender generar datos indicativos de un centro de rotura y uno o más tramos de rotura.

El procedimiento puede incluir identificar un centro de la rotura y uno o más tramos de la rotura.

- 10 El procedimiento puede incluir generar un factor de escala que indique la longitud relativa de uno o más tramos de la rotura en comparación con el tamaño del centro de la rotura. El tamaño del centro de la rotura puede ser el diámetro, ancho y/o largo del centro de la rotura.

- 15 El procedimiento puede incluir estimar la longitud de uno o más tramos de la rotura (es decir, la longitud absoluta en cm o mm, etc.) usando el factor de escala. Por ejemplo, la longitud de uno o más tramos se puede estimar multiplicando el factor de escala por un valor predeterminado.

El valor predeterminado puede ser una estimación del tamaño real (es decir, absoluto) del centro de la rotura. Esto proporciona la ventaja de que no se requiere ningún objeto de calibración, lo que al menos es más conveniente para el usuario.

- 20 Por tanto, el procedimiento de la presente invención puede comprender determinar la escala de la imagen para estimar la longitud de uno o más tramos de la rotura.

Si la longitud estimada de uno o más tramos excede un umbral dado, el procedimiento puede determinar que el panel de acristalamiento necesita ser reemplazado. Si la longitud estimada de uno o más tramos es menor que un umbral dado, entonces el procedimiento puede determinar que la rotura en el panel de acristalamiento es adecuada para la reparación.

- 25 El procedimiento puede comprender la emisión de una señal que indique que se requiere la reparación del panel de acristalamiento si la longitud estimada de uno o más tramos es menor que el umbral dado.

El procedimiento puede comprender la emisión de una señal que indique que se requiere el reemplazo del panel de acristalamiento si la longitud estimada de uno o más tramos excede el umbral dado.

- 30 Se ha encontrado que el tamaño del centro de la rotura varía generalmente menos que la longitud de uno o más tramos de la rotura cuando se comparan diferentes roturas en paneles de acristalamiento. Como tal, el valor predeterminado puede ser un promedio o un modo de los tamaños medidos del centro de una rotura en un panel de acristalamiento.

- 35 Opcionalmente, la estimación del ancho (o diámetro) real del centro de la rotura (es decir, el valor predeterminado) puede estar entre 1 mm y 3 mm. Un ancho (o diámetro) predeterminado particularmente preferido del centro de la rotura puede ser de 2 mm. Estos intervalos/valores se han determinado a partir de estudios de roturas realizados por el solicitante.

- 40 El efecto de esto es que el tamaño estimado del centro de la rotura, tal como el diámetro estimado del centro de la rotura, se puede usar para estimar la longitud de los tramos de la rotura, ya que el valor predeterminado se puede usar para escalar entre la longitud relativa de uno o más tramos en relación con el tamaño del centro de la rotura y la longitud real estimada de uno o más tramos de la rotura.

- 45 Por ejemplo, si sabemos que el centro de la rotura siempre tendrá alrededor de 2 mm de ancho (o diámetro) y los datos de la imagen generada indican que los tramos tienen el doble de longitud que el diámetro del centro de la rotura, entonces el procedimiento puede comprender multiplicar 2 mm por un factor de escala de 2. Esto estima que los tramos tienen 4 mm de longitud. Esto ayuda a construir una imagen, en los datos, de las dimensiones de la rotura.

La longitud generada (o estimada) de uno o más tramos puede usarse para indicar el tamaño estimado de la rotura. El tamaño de la rotura puede compararse con un parámetro de umbral para determinar la necesidad de reemplazar o reparar el panel de acristalamiento.

- 50 Si el tamaño estimado de la rotura excede un umbral dado, entonces el procedimiento puede determinar que el panel de acristalamiento necesita ser reemplazado. Si el tamaño estimado de la rotura es menor que un umbral dado, entonces el procedimiento puede determinar que el panel de acristalamiento es adecuado para su reparación.

La comparación puede realizarse entre el parámetro de umbral de rotura y la mayor distancia a través de la rotura.

Opcionalmente, la estimación predeterminada del tamaño del centro de la rotura puede depender de uno o más parámetros. Los parámetros pueden ser introducidos por el usuario y/o preestablecidos en el dispositivo o módulo de procesamiento. Por ejemplo, los parámetros pueden incluir: una o más propiedades del panel de acristalamiento (tales como el tipo, tamaño, etc.) y/o la velocidad a la que viajaba el vehículo cuando se produjo la rotura.

El procesamiento de la imagen puede comprender filtrar la imagen para eliminar una parte de fondo para identificar la rotura.

Se puede aplicar un refinamiento morfológico a la imagen para eliminar cualquier desorden de la imagen y mejorar la calidad de los datos de la imagen utilizados como base para determinar si se requiere un panel de acristalamiento de reemplazo.

El procedimiento puede incluir la limpieza del panel de acristalamiento antes de capturar la imagen de la rotura. Esto puede ayudar a eliminar cualquier suciedad que pueda afectar al procesamiento de la imagen. Por ejemplo, existe el riesgo de que el software de procesamiento de imágenes interprete la suciedad como una rotura.

El procedimiento puede incluir la desactivación de una función de flash del módulo o dispositivo de captura de imágenes antes de capturar una imagen de la rotura. Si se utiliza fotografía con flash, la luz puede afectar negativamente a la precisión del software de procesamiento de imágenes. Por ejemplo, el destello puede reflejarse en el panel de acristalamiento, lo que puede afectar a la identificación o análisis de la rotura.

El procedimiento puede implementarse usando instrucciones implementadas por ordenador que, cuando se instalan en la memoria, instruyen a un procesador para implementar un procedimiento como se define anteriormente. Se prefiere un componente de software descargable (tal como una aplicación).

Se apreciará que cualquier característica del procedimiento se puede realizar usando el aparato de la presente invención.

Estos y otros aspectos de la presente invención resultarán evidentes y se aclararán con referencia a la realización descrita en la presente memoria.

Descripción

A continuación se describirán realizaciones de la presente invención, únicamente a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra un parabrisas con una grieta;

La figura 2 ilustra el uso de una cámara para capturar una imagen de una grieta;

La figura 3 ilustra un módulo de procesamiento que puede usarse para analizar la grieta en el parabrisas de la figura 1;

La figura 4 ilustra un diagrama de flujo que detalla las etapas involucradas en la evaluación de una grieta en el parabrisas utilizando el sistema de la figura 3;

La figura 5 ilustra una imagen de una transformada de Fourier de una grieta; y

La figura 6 ilustra una imagen delineada de una grieta.

La figura 7 ilustra una disposición que puede usarse para modelar una grieta

La figura 8 ilustra las etapas involucradas en la generación de parámetros de rotura;

La figura 9a ilustra esquemáticamente el campo de visión de una cámara con una vista de pájaro de un parabrisas;

La figura 9b ilustra esquemáticamente el campo de visión de una cámara con una vista inclinada de un parabrisas;

La figura 10 ilustra cómo se puede modelar una cámara para usar los parámetros de la cámara para analizar la grieta; y

La figura 11 ilustra una imagen que sale del sistema para determinar el tamaño de una grieta en un parabrisas.

En una primera realización, la figura 1 ilustra un parabrisas de vidrio 100 con una grieta 102 causada por una piedra que ha sido arrojada sobre el parabrisas. El conductor del automóvil en el que está alojado el parabrisas de vidrio 100 captura entonces una imagen de la grieta 102 utilizando un teléfono móvil 104 que comprende una cámara 106 que se utiliza para capturar la imagen de la grieta 102. Esta disposición se muestra desde una perspectiva lateral en

la figura 2. La distancia focal de la cámara 106 se fija en menos de 100 milímetros para hacer que el enfoque de la cámara se ajuste a una pequeña distancia.

A continuación, se captura la imagen de la grieta 102, en respuesta a la entrada del usuario, y el teléfono móvil 104 se configura para proporcionar un mensaje al usuario para que solicite que indique que le gustaría que la imagen se transmita desde la cámara 106 a un módulo de procesamiento de imágenes 108 que ahora describiremos con referencia a la figura 3. Esta etapa permite al usuario evaluar la calidad de la imagen por sí mismo para que pueda optar por capturar otra imagen si no considera que la imagen sea clara como, por ejemplo, en condiciones climáticas inclementes donde la condensación puede depositarse en la lente de la cámara 106.

La cámara 106 convierte la imagen capturada en una matriz de datos de imagen utilizando cualquier procedimiento adecuado. La cámara 106 puede guardar los datos de la imagen como un archivo de imagen intercambiable (EXIF) donde también se almacenan los parámetros de la lente de la cámara.

Es decir, la cámara 106 es un ejemplo de un módulo de captura de imágenes que es operativo para capturar la imagen de la grieta 102 y transmitir la imagen capturada en forma de datos de imagen capturados al módulo de procesamiento de imágenes 108 donde puede ser procesado adicionalmente para extraer detalles de la grieta.

El módulo de procesamiento de imágenes 108 puede formar parte del teléfono móvil 104 o puede estar geográficamente distante con respecto al teléfono móvil 104. Los datos de imagen se transmiten al módulo de procesamiento de imágenes 108 por cualquier medio adecuado tal como, por ejemplo, un bus de datos o Internet.

En una realización preferida, el módulo de procesamiento de imágenes 108 se implementa como un componente de software descargado al teléfono móvil. Esto se puede implementar mediante la descarga del componente de software como una aplicación. El componente de software es capaz de procesar los datos de imagen de la cámara para determinar si la rotura es susceptible de reparación o si es posible que sea necesario reemplazar el panel de acristalamiento como solución preferida.

El módulo de análisis de rotura 112 puede ser un componente de software descargado al teléfono móvil preferiblemente como una única descarga en combinación con el módulo de procesamiento de imágenes 108. Un único componente de software descargado l dispuesto preferiblemente para procesar los datos de imagen de la cámara del teléfono y analizar la interrupción usando uno o más algoritmos implementados en software.

En una implementación, los datos de imagen capturados son recibidos por el módulo de procesamiento de imágenes 108 en la interfaz de entrada de datos 110. Los datos de imagen se transmiten a continuación al módulo de análisis de rotura 112 que está configurado para acceder a una biblioteca de rutinas 114 donde las rutinas se pueden almacenar para realizar operaciones sobre los datos capturados a lo largo del análisis de los datos de la imagen capturada.

El módulo 112 de análisis de roturas está configurado también para acceder a una base de datos 116 de parámetros del dispositivo donde se almacenan los parámetros relacionados con el teléfono móvil 104.

Los parámetros relacionados con el teléfono móvil 104 incluyen parámetros de chip que definen el rendimiento de captura de imagen de la cámara 106 tal como, por ejemplo, la distancia focal y el tamaño del sensor de la lente, y los parámetros dimensionales del teléfono móvil 104 tal como, por ejemplo, la longitud del teléfono móvil 104 y la distancia entre el borde superior del teléfono móvil 104 y el centro de la imagen de la cámara 106.

El módulo de análisis de roturas 112 funciona también para interactuar con un módulo de visualización 118 que es operativo para visualizar datos de imagen transmitidos desde el módulo de análisis de roturas 112 en una pantalla y para visualizar datos paramétricos transmitidos desde el módulo de análisis de roturas 112 en una pantalla.

Ahora describiremos, con referencia a la figura 4, el análisis de la grieta 102 usando el módulo de análisis de rotura 112.

El módulo de análisis de rotura 112 recibe los datos de imagen en una etapa S400. El módulo de análisis de rotura 112 a continuación, en una etapa S402, requiere una rutina de transformada de Fourier de la biblioteca de rutinas 114 y usa la rutina de transformada de Fourier para aplicar una transformada de Fourier discreta bidimensional a los datos de imagen para producir una imagen de transformación como se ilustra en la figura 5a.

En la figura 5a podemos ver la imagen transformada. La figura 5a traza la frecuencia espacial frente a la magnitud del respectivo componente de Fourier. Se verá que las frecuencias espaciales bajas ocupan el centro de la imagen transformada y se pueden ver frecuencias espaciales más altas a medida que nos alejamos del centro de la imagen transformada.

La toma de una transformada de Fourier de la imagen permite al módulo de análisis de rotura 112 realizar el análisis de la imagen en términos de sus frecuencias espaciales componentes y fase. Como se describirá ahora, permite eliminar las frecuencias espaciales en las que no tenemos interés y nos permite reconstruir la imagen que nos interesa conservando las frecuencias espaciales de interés.

A continuación, se aplica un filtro de paso de banda de Butterworth a la imagen transformada en una etapa S404 mediante el módulo de análisis de rotura 112. La máscara implementada por el filtro de paso de banda de Butterworth se ilustra en la figura 5b. El filtro de paso de banda de Butterworth implementa una máscara en la imagen transformada que se muestra en la figura 5a y elimina las frecuencias espaciales bajas (mostradas por el punto negro en el centro de la figura 5b) y las frecuencias espaciales muy altas (el borde oscuro en la imagen de la figura 5b) que representa motas de polvo y suciedad en la imagen.

La transformada de Fourier de los datos de imagen se invierte a continuación en una etapa S406 solicitando una rutina de Inversión de Transformada de Fourier desde la biblioteca de rutinas 114 para realizar una transformada de Fourier bidimensional discreta inversa en los datos de imagen transformados.

El rendimiento de la transformada de Fourier inversa en los datos de la imagen transformada transforma los datos de la imagen transformada del dominio de Fourier en el dominio real para generar datos de imagen del dominio real. Los datos de imagen de dominio real resultantes se ilustran en las figuras 6a y 6b.

El uso de la transformada de Fourier para producir la imagen ilustrada en la figura 6b tiene el efecto de aislar la grieta del fondo.

Los datos de la imagen del dominio real se comparan con un umbral de intensidad de 4, en una etapa S408, para delinear las áreas de interés más claramente.

La figura 6a muestra los datos de la imagen del dominio real sin utilizar un filtro de paso de banda de Butterworth. La figura 6b muestra los datos de imagen de dominio real después de aplicar el filtro de paso de banda de Butterworth a los datos transformados ilustrados en la figura 5a y aplicar el umbral para generar una imagen binaria usando una intensidad de umbral de 4. El filtro de paso de banda de Butterworth en este ejemplo tiene un valor de atenuación de 3.

Las frecuencias de corte superior e inferior del filtro de paso de banda de Butterworth se pueden modelar como dependientes linealmente del número de píxeles en el lado más largo de la imagen (indicado como m) y se pueden expresar respectivamente como:

$$Frec_{superior} = \left(\frac{m}{4164} \right) * 500$$

$$Frec_{inferior} = \left(\frac{m}{4164} \right) * 120$$

Esta relación puede modificarse mediante ensayos estándar y experimentos numéricos.

La imagen ilustrada en la figura 6b es una imagen que puede incluir más que solo la grieta 102. También puede incluir datos de imagen que han pasado por las etapas S400 a S408 pero se deben a manchas de suciedad en el parabrisas y otros artefactos del procesamiento realizado por el módulo de análisis de rotura 112.

El uso de la intensidad umbral de 4 para generar la imagen binaria que se muestra en la figura 6b ayuda a mostrar las áreas de interés con mayor claridad. La imagen mostrada por los datos de imagen de dominio real ilustrados en la figura 6b resalta la grieta, incluida el área de la grieta central, que es un área de baja frecuencia espacial.

Como se puede ver, el enfoque de Fourier hace un trabajo muy limpio al aislar la región de la grieta del fondo desordenado, asumiendo que está enfocado y el fondo no.

El módulo de análisis de roturas 112 puede solicitar a continuación una rutina de morfología de la biblioteca de rutinas 114 para eliminar cualquier desorden de la imagen ilustrada en la figura 6b en una etapa S410.

La rutina de morfología realiza varias operaciones sobre la imagen ilustrada en la figura 6b. Esta imagen es una imagen binaria. Las regiones de negro tienen un valor cero y las regiones de blanco tienen un valor distinto de cero. El valor de los píxeles se almacena en la memoria del módulo de análisis de rotura 112 y es el resultado del procesamiento en las etapas S400 a S408.

La primera de estas operaciones es una operación de relleno que utiliza la reconstrucción morfológica para rellenar regiones de negro del tamaño de un píxel que están rodeadas por regiones de blanco con blanco reemplazando el valor cero con un valor distinto de cero de acuerdo con el procedimiento establecido en [1].

La segunda de estas operaciones es una operación de limpieza que descarta regiones muy pequeñas de valor distinto de cero. Las regiones con valores muy pequeños distintos de cero se definen como regiones con valores distintos de cero que ocupan un área menor que el cuadrado de (dimensión más grande de la imagen/500). La

dimensión más grande de la imagen se puede determinar mediante el módulo de análisis de rotura simplemente comparando la longitud del ancho de la imagen con la longitud de la imagen.

A continuación, se repite la primera operación morfológica para rellenar las regiones de negro del tamaño de un píxel que estén rodeadas por regiones de blanco que hayan sido generadas por la segunda operación morfológica. Esta es una tercera operación morfológica.

A continuación, se realiza una cuarta operación morfológica para unir los tramos en la imagen de la grieta 102 que tienen huecos en ellos. Esto se implementa mediante una operación de cierre morfológico como se describe en [2]. Se realiza una erosión seguida de una dilatación haciendo uso de un elemento estructurante en forma de disco con un radio de (dimensión más grande de la imagen\5312) multiplicado por 20. El valor de 20 se ha determinado empíricamente y puede cambiar. Este valor se puede determinar sin ninguna carga indebida para diferentes resoluciones de imagen.

A continuación, se repite la primera operación morfológica para rellenar las regiones de negro del tamaño de un píxel que están rodeadas por regiones de blanco que se han generado mediante la cuarta operación morfológica. Esta es la quinta operación morfológica.

A continuación se realiza una sexta operación morfológica para descartar cualquier región pequeña distinta de cero. Las regiones pequeñas se definen como regiones con un área igual al cuadrado de (dimensión más grande de la imagen/100).

A continuación se realiza una séptima operación morfológica para eliminar cualquier objeto desconectado en la imagen. Los objetos de interés desconectados son objetos que están más lejos que $\frac{3}{4}$ del radio del objeto más grande más cercano al centro de la imagen. Esto significa que se incluyen los tramos de la grieta que aún están desarticulados, pero se incluyen los artefactos superfluos. La séptima operación morfológica se implementa encontrando, para cada región restante en la imagen, el centroide, es decir, el centro de masa de la imagen, y la longitud del eje mayor de la región. Se asigna una ponderación adicional a cada área de región en función de lo cerca que esté el centroide del centro de la imagen.

La ponderación $w = 1/d^2$ donde d es la distancia euclidiana entre el centroide y el centro de la imagen. Se selecciona la región más grande, la más cercana al centro de la imagen, y la longitud de su eje principal se usa para establecer un radio (o $\frac{3}{4}$ la longitud del eje mayor desde su centroide) fuera del cual se descartan las regiones. Es decir, la rutina de morfología y el centroide a los cálculos de límites están configurados para retener todas las "manchas" dentro de una distancia desde el centro de la grieta del radio del objeto más grande en la imagen más la mitad de ese radio para asegurar que cualquier discontinuidad en la grieta 102 no se pierda.

Los datos de la imagen, después de que se haya aplicado la morfología para refinar los datos de la imagen, se pueden usar para determinar las dimensiones de la grieta 102.

El módulo de análisis de rotura 112 aplica más detección de bordes, morfología, difuminación y umbralización para determinar el centro de la grieta 102.

Se ha observado mediante experimentación que el centro de una grieta suele tener alrededor de 2 mm de diámetro. El módulo de análisis de rotura 112 es operativo para, usando los datos de imagen refinados y los datos que resultan de la determinación del centro de la grieta 102, estimar la longitud de los tramos de la grieta 102 y determinar un valor proporcional que caracteriza la longitud de los tramos en comparación con el diámetro del centro de la grieta 102, que es un factor de escala para los tramos en comparación con el centro de la grieta 102. Usando la observación de que el centro de la grieta suele ser de 2 mm, el factor de escala puede entonces ser utilizado para determinar la longitud de los tramos. Esto proporciona un análisis no calibrado del tamaño de una grieta 102.

La longitud determinada de los tramos se puede utilizar para aproximar el tamaño de la grieta 102 y permite que el módulo de análisis de rotura 112 dé como resultado una determinación de si será necesario un parabrisas de repuesto o si la reparación será suficiente, ya que es el tamaño de una grieta lo que es importante para hacer esta determinación y comparando el tamaño de la grieta 102 con un umbral de reparación/reemplazo, el módulo de análisis de rotura 112 puede automatizar esta determinación. El módulo de análisis de rotura 112 enviará esta determinación al módulo de visualización 118.

La salida, es decir, si se necesita o no un parabrisas de repuesto, se visualiza entonces usando el módulo de visualización 118 en una etapa S412.

El uso de una estimación observada del centro de una grieta para estimar el tamaño de los tramos de una grieta, que se basa en la suposición de un grado de punción radial en una grieta, significa que se puede tomar una imagen de una grieta y utilizarla para analizar la grieta sin ninguna calibración en la escena para proporcionar una escala para la grieta 102.

Este procedimiento permite realizar un análisis de la grieta en un amplio intervalo de condiciones y sin la asistencia de un técnico.

Ahora describimos cómo derivar los parámetros de la grieta 102 usando los parámetros del teléfono móvil 104 y la lente de la cámara 106. Esto puede ayudar a corregir cualquier influencia que el ángulo tenga sobre la imagen.

La disposición ilustrada en la figura 7 puede permitir estimar las dimensiones de la grieta usando los parámetros del chip de la cámara 106 y los parámetros geométricos del teléfono móvil 104.

- 5 Para calcular el ángulo de rotación (o ángulo de giro o inclinación) del teléfono móvil 104 con respecto al parabrisas, podemos utilizar los parámetros geométricos del teléfono móvil 104.

Al colocar la grieta 102 en el centro del campo de visión de la lente de la cámara 106, permite dibujar un triángulo rectángulo. Esto se describe con respecto a la figura 7.

- 10 Una vez que se ha descubierto la grieta 102, el teléfono móvil 104 se coloca plano sobre el parabrisas con el borde superior en la base de la grieta 102. Esto significa que la distancia entre el borde inferior del teléfono móvil 104 y la base de la grieta es igual a la longitud del teléfono móvil 104. El teléfono móvil 104 se inclina entonces desde el borde inferior del teléfono móvil 104 hasta que la grieta 102 esté en el centro del campo de visión de la cámara 106. Pueden proporcionarse indicaciones en la pantalla del teléfono móvil 104 para indicar el centro del campo de visión.

- 15 La distancia entre el borde inferior del teléfono móvil 104 y la lente de la cámara 106 se puede recuperar de la base de datos de parámetros del dispositivo 116. Por lo tanto, se forma un triángulo rectángulo definido por el ángulo de rotación entre el borde inferior del teléfono móvil 104 y el parabrisas 100, el eje z de la lente de la cámara y la distancia formada entre el borde inferior y la base de la grieta.

Ahora describimos cómo se pueden utilizar los parámetros geométricos del teléfono móvil 104 y los parámetros de la lente para estimar los parámetros de la grieta.

- 20 Se captura una imagen de la grieta de forma coherente con el procedimiento descrito anteriormente en el que el teléfono móvil 104 se gira hasta que la grieta 102 está en el centro del campo de visión de la cámara 106.

Esto permite que se forme un triángulo rectángulo mediante el eje z de la lente de la cámara, la distancia formada entre el borde inferior y la base de la grieta y la longitud entre el borde inferior y la lente de la cámara.

- 25 Con referencia a la figura 8, describimos cómo se pueden utilizar la geometría del teléfono móvil 104 y los parámetros de la lente para estimar los parámetros de la rotura.

- 30 En la etapa S800, el módulo de análisis de rotura 112 recupera la distancia formada entre el borde inferior del teléfono móvil 104 y la base de la grieta (es decir, la longitud del teléfono móvil 104) y la longitud entre el borde inferior del teléfono móvil 104 y la lente de la cámara de la base de datos de parámetros del dispositivo 116. El ángulo de rotación del teléfono móvil 104 se puede calcular en una etapa S802 usando la relación del coseno entre la distancia formada entre el borde inferior y la base de la grieta y la longitud entre el borde inferior y la lente de la cámara.

- 35 A continuación, necesitamos usar los parámetros de las cámaras para derivar un mapeo homogéneo plano-plano entre los píxeles de la cámara y las dimensiones espaciales del mundo real de la imagen. A continuación, se solicita una rutina de mapeo homográfico de plano a plano desde la biblioteca de rutinas 114 en una etapa S804 para derivar las dimensiones espaciales del mundo real de la imagen.

La derivación del mapa homográfico para proporcionar las dimensiones espaciales de la imagen en el mundo real se basa en el "modelo de cámara estenopeica", en el que una cámara piensa en el área de visualización de la cámara como un cono de base rectangular que se expande en relación con la lente de la cámara 106. Esto se ilustra esquemáticamente en las figuras 9a y 9b.

- 40 La figura 9a es solo para ilustración e ilustra el caso en el que el teléfono móvil 104 está situado directamente encima del parabrisas 100. Es decir, la cámara 106 proporciona una vista de pájaro del parabrisas 100. En este caso, el área de visión A1 es un rectángulo y cada píxel ocupa la misma cantidad de espacio del mundo real (en milímetros).

- 45 En este caso, y como se ilustra en la figura 9b, el teléfono móvil 104 forma un ángulo con respecto al parabrisas 100. El ángulo se calculó en la etapa S802. El área de visión A2 se convierte entonces en un trapecio, lo que significa que los píxeles cercanos a la cámara representan menos milímetros que los píxeles que están más lejos.

Describimos la base teórica de cómo se deriva el mapa homográfico plano a plano, pero se entenderá que esto se implementará numéricamente utilizando rutinas que estarán disponibles para el módulo de análisis de rotura 112 usando las rutinas disponibles utilizando la biblioteca de rutinas 114.

- 50 Considere un sensor de imagen rectangular que forma parte de la cámara 106 y un sensor inclinado desde un plano plano por un ángulo de rotación θ , el área observada por el sensor se asigna a un trapecio isósceles. El ancho de las bases de este trapecio depende directamente de θ . Usando la rutina de mapeo homográfico plano a plano podemos

usar este principio para estimar numéricamente los parámetros de la grieta 102 usando el conocimiento de los píxeles en la cámara 106.

Definimos una matriz de rotación 3D, alrededor del eje x, en función de θ , como:

$$R_x(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}.$$

- 5 Se entenderá que θ es el ángulo del teléfono móvil 104 con respecto al parabrisas. Podemos definir un origen en las dimensiones cartesianas x, y y z en (0,0,0), es decir, el origen mundial. Este es el punto en el medio del borde de la base del teléfono móvil 104 que está alineado con el eje x. El eje y de este sistema de coordenadas se dirige verticalmente desde la base hasta la parte superior del teléfono. Si asumimos, por simplicidad y sin pérdida de generalidad, que la cámara se encuentra sobre el eje y, a cierta distancia d_c desde la base del teléfono. Por tanto, el centro de la cámara se define como:

$$\begin{aligned} \hat{c} &= (c_x, c_y, c_z)^T, \\ &= (0, d_c, 0)^T. \end{aligned}$$

- 15 La distancia focal y los tamaños de sensor vertical y horizontal de la lente de la cámara 106 se pueden recuperar entonces de la base de datos 116 de parámetros del dispositivo en una etapa S806. Estos parámetros pueden denominarse parámetros de chip. Esto nos permite calcular el área de visión de la cámara. El área de visión está definida por dos cantidades que se denominan ángulo de visión horizontal y vertical (denotados respectivamente como α_H y α_V) y se definen mediante las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \alpha_H &= \frac{s_x}{2f} \\ \alpha_V &= \frac{s_y}{2f} \end{aligned}$$

Donde s_x y s_y son el tamaño del sensor horizontal y vertical y f es la distancia focal.

- 20 Habiendo calculado el ángulo de visión horizontal y vertical, el módulo de análisis de rotura 112 usa la rutina de mapeo homogéneo plano a plano para calcular los bordes de la pirámide de visión para proporcionarnos un campo de visión en el parabrisas 100 en una etapa S808. Esto proporciona el trapecio ilustrado esquemáticamente en la figura 9b, es decir, el trapecio que necesitamos corregir para compensar las diferentes cantidades de espacio que ocupan los píxeles más alejados de la lente en relación con los píxeles más cercanos a la lente. Es decir, necesitamos escalar el trapecio para asegurarnos de que los cálculos anteriores atribuyan cantidades iguales de espacio del mundo real a cada píxel.

- 30 Esto se modela en la rutina de mapeo homográfico plano a plano utilizada por el módulo de análisis de rotura 112 mediante una línea, es decir, un rayo, que se extiende desde la lente a lo largo de la línea de visión entre la lente y la grieta 102. Esta línea intersectará el plano representado por el parabrisas, es decir, la rutina de cartografía homogénea de plano a plano se modela como un plano.

- 35 En la etapa S810, la rutina de mapeo homográfico plano a plano solicita una rutina de resolución numérica de la biblioteca de rutinas 114 para resolver las ecuaciones simultáneas que definen el plano del parabrisas y la línea que se extiende desde la lente a lo largo de la línea de visión entre la lente y la grieta 102. La rutina de cartografía homogénea de plano a plano se programa bajo el supuesto de que el plano que define el parabrisas 100 es plano y la cámara 106 está inclinada con respecto a él. Esto proporciona la intersección entre la línea que se extiende desde la lente a lo largo de la línea de visión y el plano del parabrisas 100.

Teóricamente, esto se puede expresar como el cálculo de los rayos que emanan desde el punto en el centro de la cámara a través de las esquinas del sensor/plano de imagen y sobre el parabrisas que forma el trapecio mencionado anteriormente.

- 40 Primero obtenemos la intersección de los rayos con un plano, paralelo al plano de la imagen, a una distancia unitaria, dados los ángulos de visión horizontal y vertical de α_H y α_V respectivamente como se define más arriba.

Hay cuatro rayos, uno para cada esquina del sensor rectangular. Los valores de x mínimo y máximo se pueden definir como:

$$x_{min} = -\tan\left(\frac{\alpha_h}{2}\right)$$

$$x_{max} = \tan\left(\frac{\alpha_h}{2}\right)$$

Del mismo modo, podemos definir los valores mínimos y máximos de y como:

$$y_{min} = -\tan\left(\frac{\alpha_v}{2}\right)$$

$$y_{max} = \tan\left(\frac{\alpha_v}{2}\right)$$

5

A continuación podemos definir las esquinas del sensor rectangular como:

$$\mathbf{x}_{tl} = (x_{min}, y_{min}, -1)^\top$$

$$\mathbf{x}_{tr} = (x_{max}, y_{min}, -1)^\top$$

$$\mathbf{x}_{br} = (x_{max}, y_{max}, -1)^\top$$

$$\mathbf{x}_{bl} = (x_{min}, y_{max}, -1)^\top.$$

10

Normalizar estas coordenadas por su magnitud nos proporciona la dirección de los 4 rayos. Definimos la dirección del rayo para cada una de estas coordenadas como:

$$\mathbf{x}_i^\infty = \frac{\mathbf{x}_i}{\|\mathbf{x}_i\|}, \quad i \in (tl, tr, br, bl).$$

15

Si suponemos que el teléfono se gira, en el eje x , en θ , podemos calcular que la posición del centro de la cámara es ahora:

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{c}} &= (\hat{c}_x, \hat{c}_y, \hat{c}_z)^\top, \\ &= R_x(\theta) \cdot (0, d_c, 0)^\top \end{aligned}$$

Esto nos permite definir la dirección de los rayos como:

$$\hat{\mathbf{x}}_i^\infty = R_x(\theta) \cdot \mathbf{x}_i^\infty, \quad i \in (tl, tr, br, bl).$$

20

Esto nos da los rayos en coordenadas cartesianas con un punto conocido de intersección con el plano paralelo al plano de la imagen y ahora sabemos que esta intersección ocurre solo una vez. Esto proporciona un trapecio que indica el campo de visión en el mundo real.

Definimos las esquinas del trapecio como:

$$\mathbf{v}_i, i \in (tl, tr, br, bl)$$

Calculamos los vértices del trapecio usando la fórmula de intersección del plano de la línea descrita en [3].

25

Sabemos que la normal al plano del parabrisas es el vector $\mathbf{n} = (0, 0, -1)$ y que se encuentra en el origen mundial, lo que significa que la fórmula de intersección se simplifica a:

$$t = \frac{-c_z}{\mathbf{n} \circ \hat{\mathbf{x}}_i^\infty},$$

$$\mathbf{v}_i = \hat{\mathbf{c}} + t\hat{\mathbf{x}}_i^\infty, \quad i \in (tl, tr, br, bl).$$

Donde los puntos $\mathbf{v}_i$, $i \in (tl, tr, br, bl)$ definen los vértices del trapecio que necesitamos para definir el mapeo homográfico H desde el plano de la imagen al plano en el mundo real usando la técnica de correspondencia de cuatro puntos entre los vértices del trapecio y las coordenadas de la imagen:

5

$$\mathbf{u}_{tl} = (0, 0)^\top$$

$$\mathbf{u}_{tr} = (h, 0)^\top$$

$$\mathbf{u}_{br} = (h, w)^\top$$

$$\mathbf{u}_{bl} = (0, w)^\top,$$

10

Donde w es el ancho de la imagen y h es la altura de la imagen. El algoritmo que analiza cómo se obtiene este mapa homográfico se analiza en [4].

15

La altura de la cámara por encima del parabrisas puede calcularse mediante el módulo de análisis de rotura 112 usando el teorema de Pitágoras como la distancia formada entre el borde inferior del teléfono móvil 104 y la base de la grieta (es decir, la longitud del teléfono móvil 104) y la longitud entre el borde inferior del teléfono móvil 104 y la lente de la cámara se ha recuperado de la base de datos 116 de parámetros del dispositivo en la etapa S800 y todavía está en la memoria del módulo de análisis de rotura 112.

20

La salida de la etapa S810 es el trapecio de la vista en el mundo real (X_1, X_2, X_3, X_4). Una comparación entre los parámetros (X_1, X_2, X_3, X_4) y las esquinas de la imagen capturada en el parabrisas (realizado por el módulo de análisis de rotura 112 en la etapa S812) proporcionan la escala necesaria para mapear la ubicación de los píxeles de la cámara 106 a ubicaciones en milímetros en el campo de visión en el parabrisas. 100. Esto nos proporciona el mapa homográfico plano a plano. La escala tiene la forma de una matriz de 3x3 que representa la escala, la rotación, el sesgo y la traslación entre el campo de visión de la cámara y el parabrisas 100.

25

El mapa homográfico plano a plano permite la corrección del efecto de la perspectiva sobre la imagen capturada y la conversión de las dimensiones de los píxeles a milímetros, lo que permite al módulo de análisis de rotura 112 derivar parámetros dimensionales para la grieta 102.

30

El mapa homográfico de plano a plano es una matriz que mapea el plano de imagen bidimensional de la cámara 106 sobre un plano que representa el parabrisas.

La salida del mapa homográfico plano a plano proporciona una máscara ortorrectificada, en milímetros, que indica la ubicación y la forma de la grieta.

En respuesta a esta salida del mapa homográfico de plano a plano, que será, como se entenderá, la salida de la rutina de mapeo homográfico de plano a plano, el módulo de análisis de rotura 112 solicita una rutina de cálculo de envolvente convexa de la biblioteca de rutinas 114. Las ubicaciones en milímetros en el campo de visión del parabrisas se proporcionan a la rutina de cálculo de la envolvente convexa desde la biblioteca de rutinas 114.

35

Una envolvente convexa es, en resumen, un espacio que cubre cada una de las ubicaciones en milímetros en el campo de visión. La salida de la rutina de cálculo de la envolvente convexa son datos que pueden expresarse, en términos simples, como una "mancha" que tendrá el mismo tamaño que la grieta detectada 102. Esto permite realizar el análisis en la grieta detectada 102 utilizando la gota.

40

El módulo de análisis de rotura 112 solicita entonces una rutina de círculo más pequeño de la biblioteca de rutinas 114 que implementa una solución numérica al problema de círculo más pequeño para la envolvente convexa que se genera a partir de la rutina de cálculo de envolvente convexa. Este módulo genera el círculo más pequeño que encierra cada uno de los puntos en la envolvente convexa y por lo tanto proporciona un radio mínimo para la grieta 102.

45

Los datos que representan la envolvente convexa, los datos que representan la solución al problema del círculo más pequeño para la envolvente convexa y el radio calculado para la grieta son almacenados cada uno por el módulo de análisis de rotura 112 en un almacenamiento que es local al módulo de procesamiento 108 o remoto en relación con el módulo de procesamiento 108.

Es decir, el módulo de análisis de rotura 112 ha utilizado los parámetros geométricos del teléfono móvil 104 y los parámetros de la cámara 106 para generar un radio para la grieta 102.

Los parámetros y la salida del círculo de la rutina del círculo más pequeño pueden entonces visualizarse usando el módulo de visualización 118 en una etapa S814.

En la figura 11 se ilustra una imagen de ejemplo que puede proporcionar el módulo de visualización 118. En este caso, el diámetro del círculo más pequeño se indica como 16 mm, lo que significa un radio de 8 mm. El diámetro de grieta más grande estimado en este caso es de 16 mm. El efecto aquí es que se estima un tamaño mínimo para la grieta y se puede usar para determinar la necesidad de un parabrisas de reemplazo.

El radio estimado se puede comparar con un umbral de reemplazo/reparación por el módulo de análisis de rotura 112 para determinar si la grieta 102 requiere reemplazo o si la reparación será suficiente.

Es probable que la presencia de una carcasa en el teléfono móvil 104 introduzca un error en los parámetros medidos, ya que esto aumentará la longitud del teléfono móvil 104, pero el error es generalmente de alrededor del 3%. Se incorpora un margen de error del 3% en los cálculos del módulo 112 de análisis de rotura y se proporciona en una pantalla mediante el módulo de visualización 118.

También es posible que la distancia entre la base del teléfono móvil 104 y la cámara 106 no esté disponible en la base de datos de parámetros del dispositivo 116. En este caso, podemos estimar el parámetro para mejorar la solidez del procedimiento descrito.

Podemos utilizar un inclinómetro integrado en el teléfono móvil 104 para obtener el ángulo del teléfono móvil cuando se captura la imagen de la grieta 102. Esto se puede usar para calcular la altura h usando la ecuación:

$$h = l * \sin(\theta)$$

Donde l es la longitud del teléfono móvil 104 y el ángulo θ es el ángulo obtenido del inclinómetro.

De manera similar, el ángulo del teléfono podría estimarse utilizando el ángulo de visión, la resolución de la imagen y el tamaño del sensor.

Como se describe en relación con la primera técnica, en una realización preferida, el módulo de procesamiento de imágenes 108 se implementa como un componente de software descargado al teléfono móvil. Esto se puede implementar mediante la descarga del componente de software como una aplicación. El componente de software es capaz de procesar los datos de imagen de la cámara para determinar si la rotura es susceptible de reparación o si es posible que sea necesario reemplazar el panel de acristalamiento como solución preferida.

El módulo de análisis de rotura 112 puede ser un componente de software descargado al teléfono móvil preferiblemente como una única descarga en combinación con el módulo de procesamiento de imágenes 108. Un único componente de software descargado está preferiblemente dispuesto para procesar los datos de imagen de la cámara del teléfono y analizar la rotura usando uno o más algoritmos implementados en software.

El módulo de análisis de rotura 112 es operativo para proporcionar una alerta en pantalla sobre si se requiere un reemplazo completo del parabrisas en base al radio del círculo más pequeño. Si la grieta 102 está por encima de un umbral especificado, entonces el módulo de análisis de rotura 112 indicará la necesidad de un reemplazo del parabrisas o no. La alerta puede mostrarse en una pantalla del teléfono móvil 104.

Cabe señalar que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran más que limitan la invención, y que los expertos en la materia serán capaces de diseñar muchas realizaciones alternativas sin salirse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, los signos de referencia colocados entre paréntesis no se interpretarán como limitantes de las reivindicaciones. La palabra "que comprende" y "comprende", y similares, no excluye la presencia de elementos o etapas distintas de los enumerados en cualquier reivindicación o la especificación en su conjunto. En la presente memoria descriptiva, "comprende" significa "incluye o consiste en" y "comprende" significa "que incluye o consiste en". La referencia singular de un elemento no excluye la referencia plural de dichos elementos y viceversa. La invención puede implementarse mediante hardware que comprenda varios elementos diferenciados y mediante un ordenador adecuadamente programado. En una reivindicación de dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios pueden realizarse mediante un mismo elemento de hardware. El mero hecho de que se mencionen determinadas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse ventajosamente.

Referencias

[1] http://www.mathworks.com/tagteam/64199_91822v00_eddins_final.pdf

[2] [https://en.wikipedia.org/wiki/closing_\(morfología\)](https://en.wikipedia.org/wiki/closing_(morfología))

[3] Joseph O'Rourke "Geometría computacional en C", Cambridge University Press, 2012

[4]Richard Hartley y Andrew Zisserman "Geometría de vista múltiple en visión por ordenador", Cambridge University Press, 2011.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de análisis de roturas para analizar roturas en un panel de acristalamiento de vehículos, comprendiendo el procedimiento:
capturar una imagen de una rotura en un panel de acristalamiento de un vehículo;
- 5 procesando la imagen de la rotura; donde el procedimiento está caracterizado porque el procesamiento de la imagen de la rotura comprende las etapas de [A], [B], [C]:
[A] identificando un centro de la rotura y uno o más tramos de la rotura;
[B] generar un factor de escala que indique la longitud relativa de uno o más tramos de la rotura en comparación con el tamaño del centro de la rotura; y estimar la longitud real de uno o más tramos usando el factor de escala;
- 10 [C] donde estimar la longitud real de uno o más tramos de la rotura comprende multiplicar el factor de escala por un valor predeterminado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el valor predeterminado es una estimación predeterminada del tamaño real del centro de la rotura, en el que el tamaño es el diámetro, el ancho y/o la longitud del centro de la rotura.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la longitud real estimada de uno o más tramos se utiliza para indicar el tamaño de la rotura y el tamaño de la rotura se compara con un parámetro de umbral para determinar la necesidad de sustitución o reparación del panel de acristalamiento.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, ya que depende de la reivindicación 2, en el que la etapa de determinar la necesidad de un reemplazo o reparación del panel de acristalamiento comprende determinar si la longitud real
20 estimada de uno o más tramos excede un umbral dado.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procesamiento de la imagen comprende filtrar la imagen y eliminar una parte de fondo para identificar la rotura.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que filtrar la imagen comprende aplicar un refinamiento morfológico a la imagen.
- 25 7. Procedimiento según la reivindicación 4, que comprende emitir una señal que indique si el parabrisas necesita ser reparado o reemplazado.

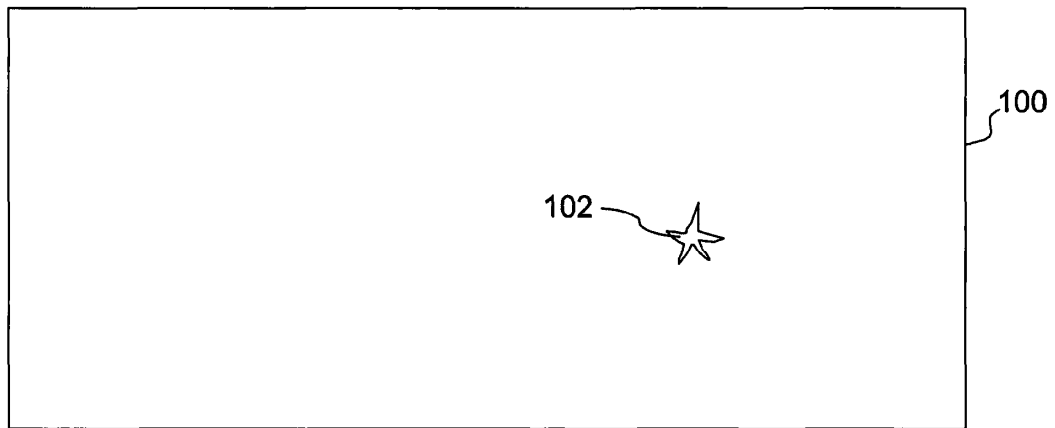


Fig. 1

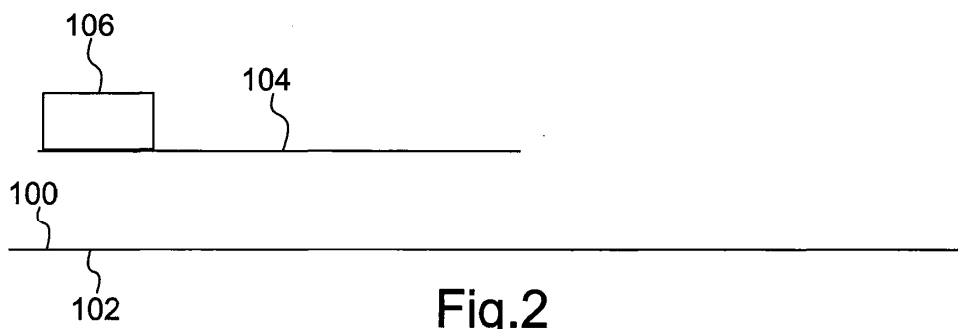


Fig. 2

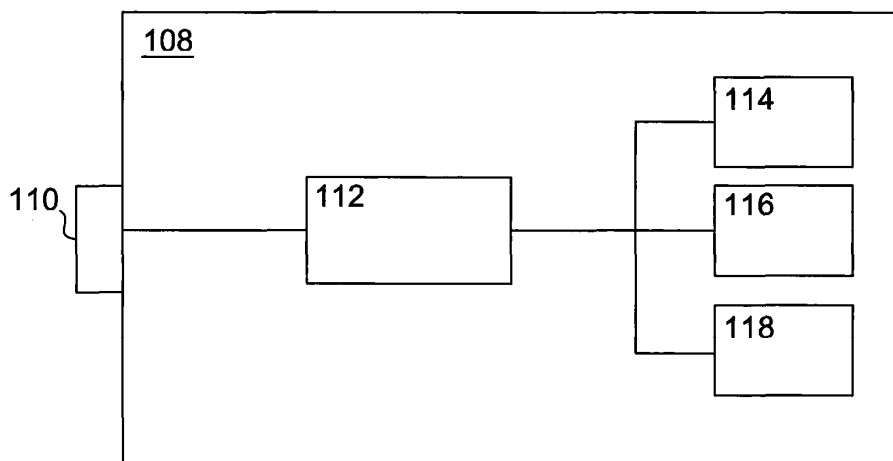


Fig. 3

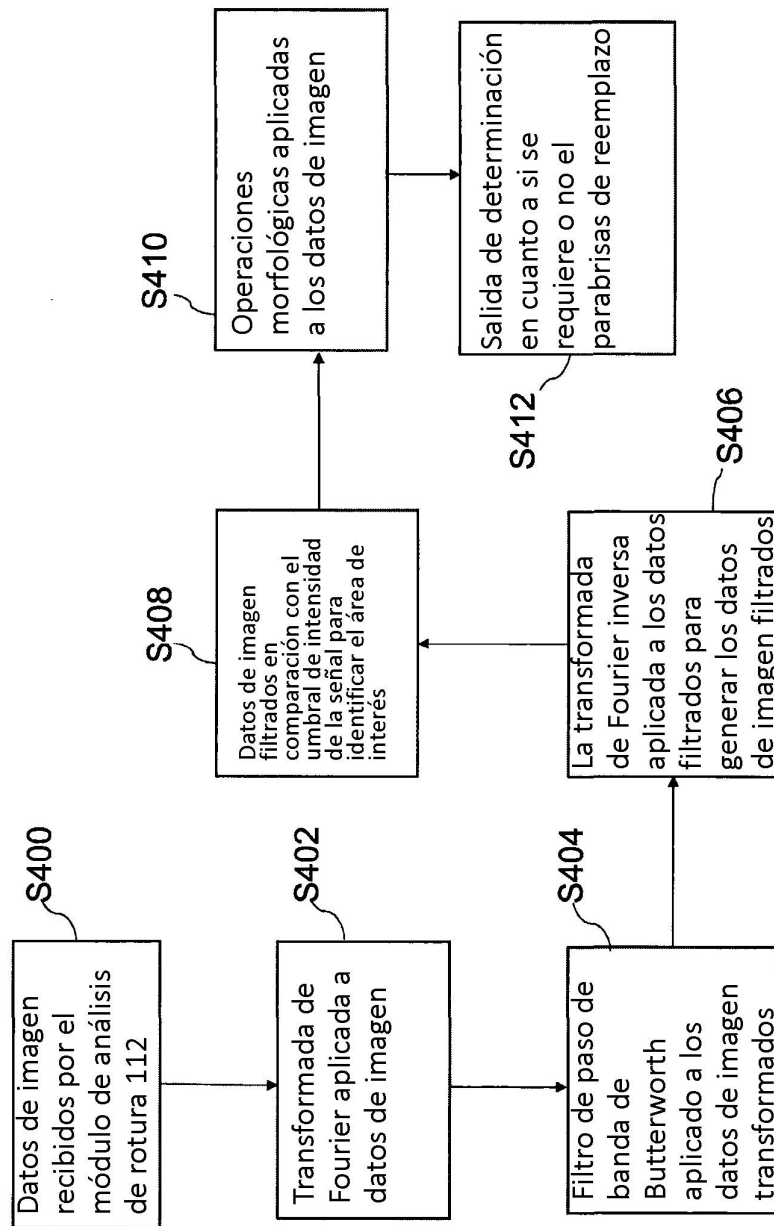


Fig.4

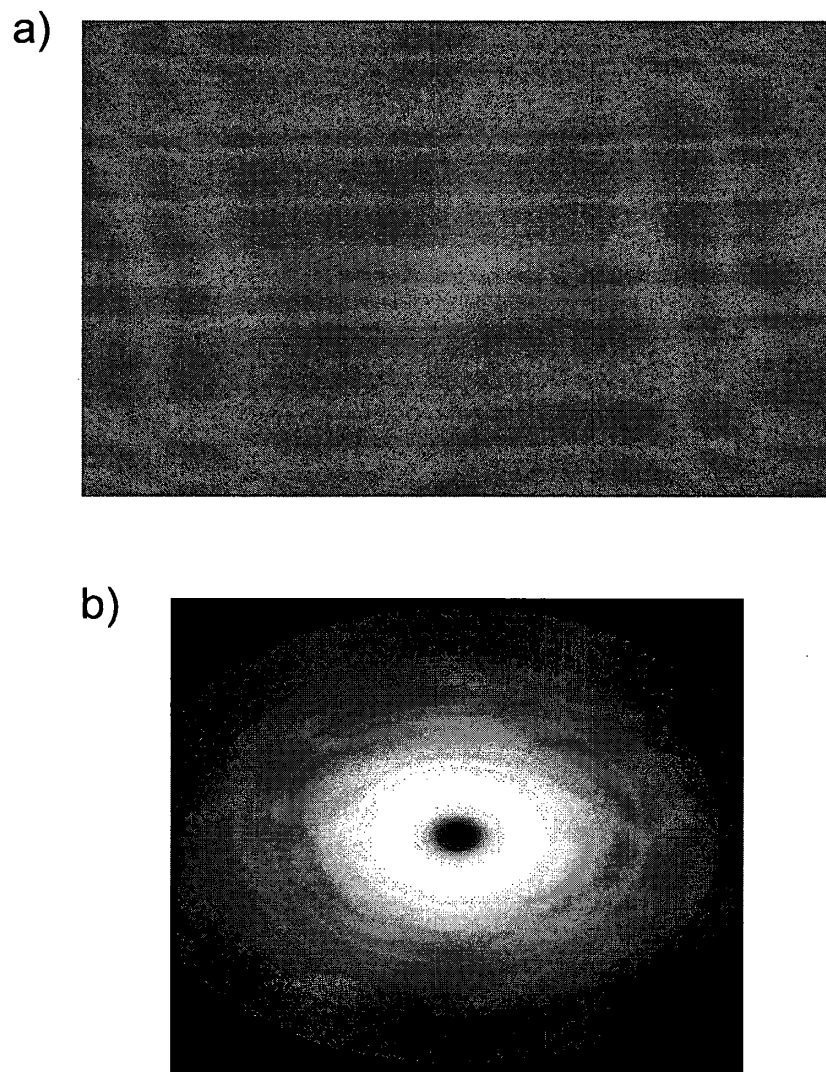


Fig.5

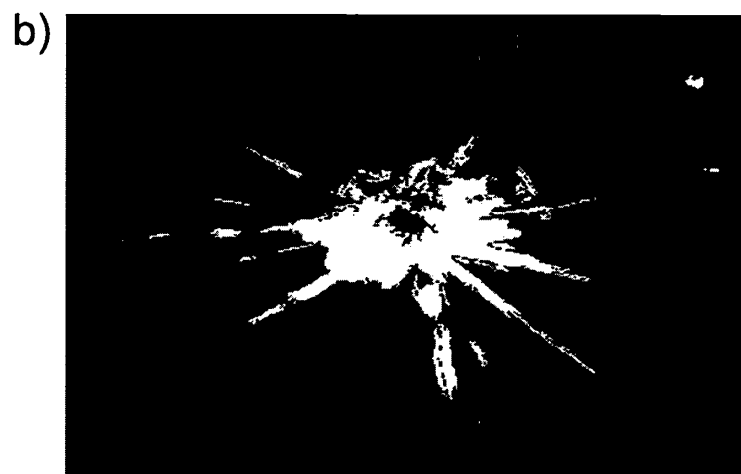
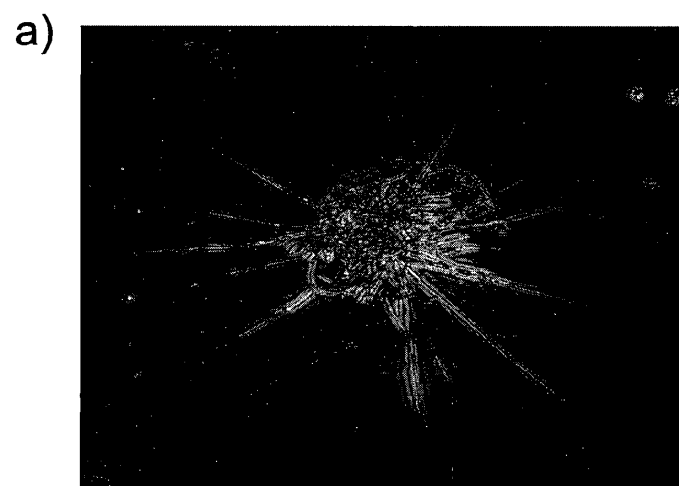


Fig.6

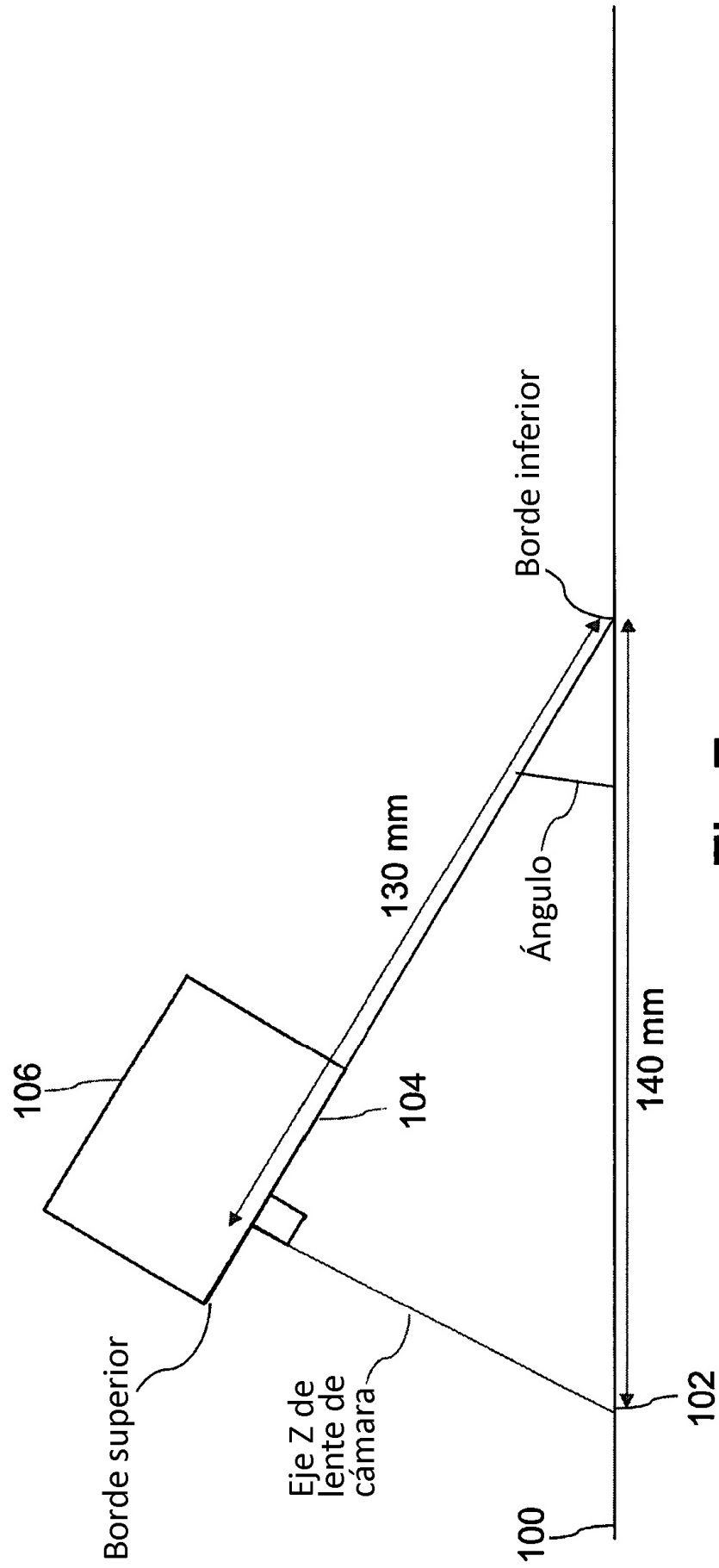


Fig.7

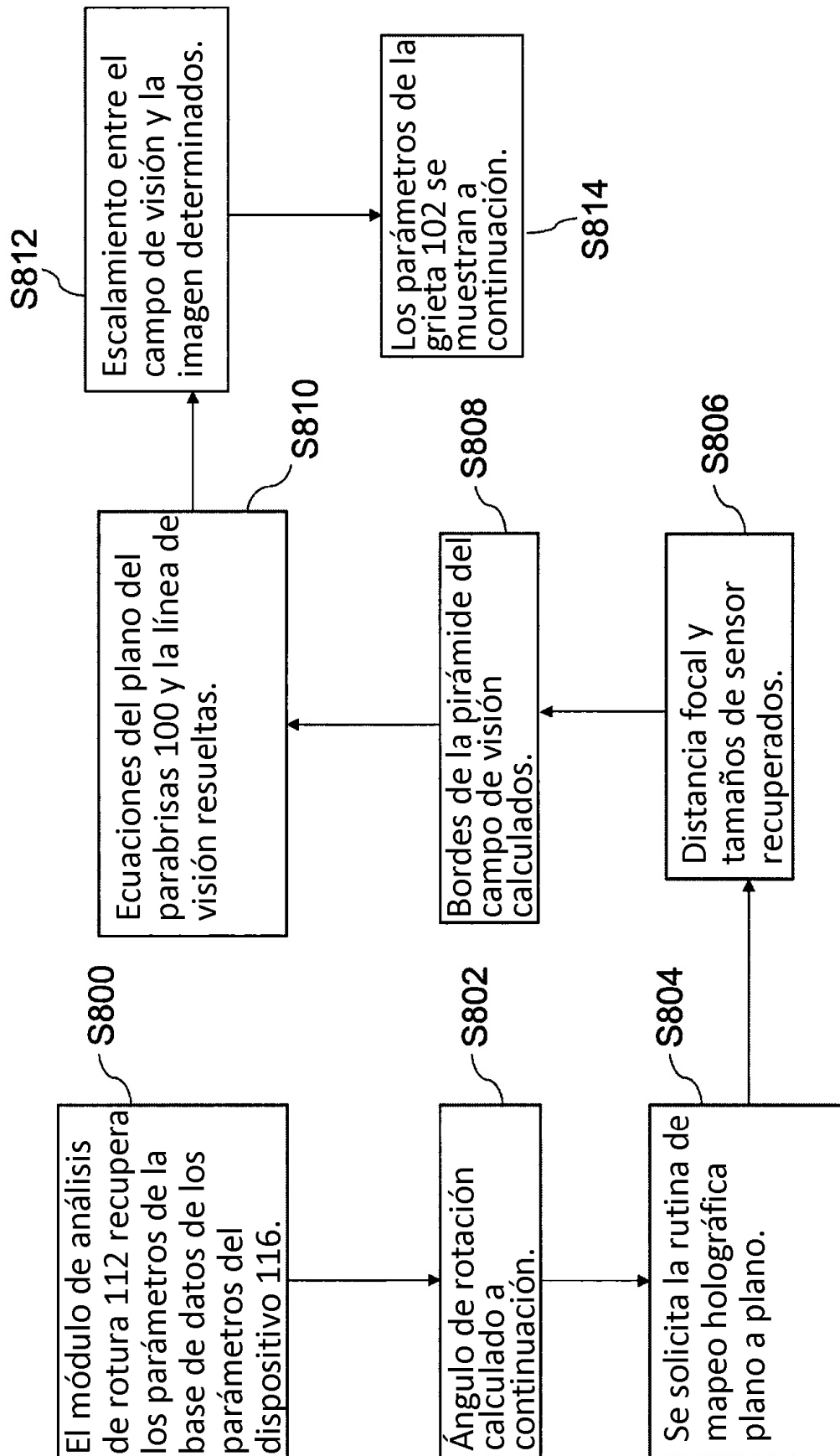


Fig.8

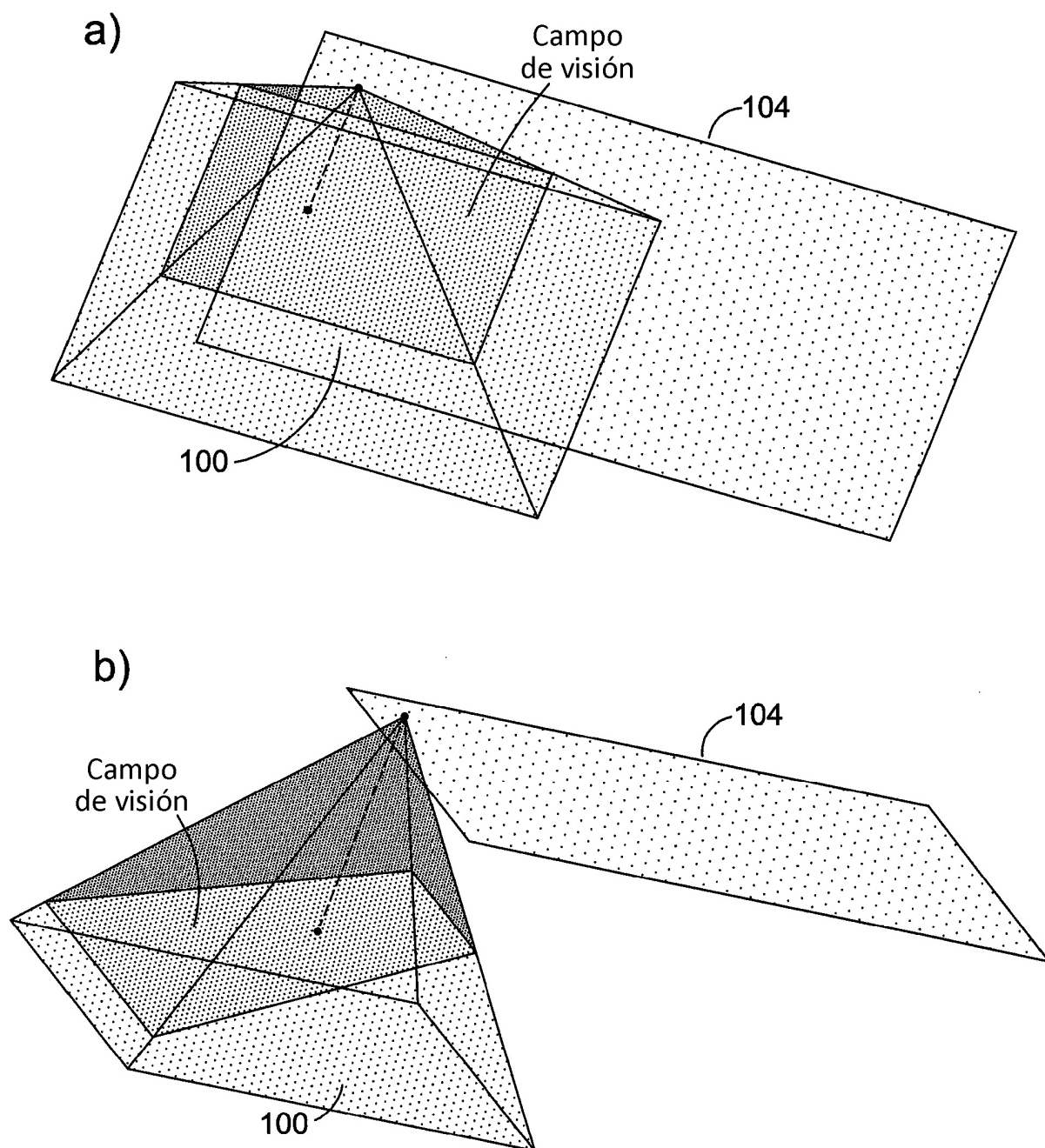


Fig.9

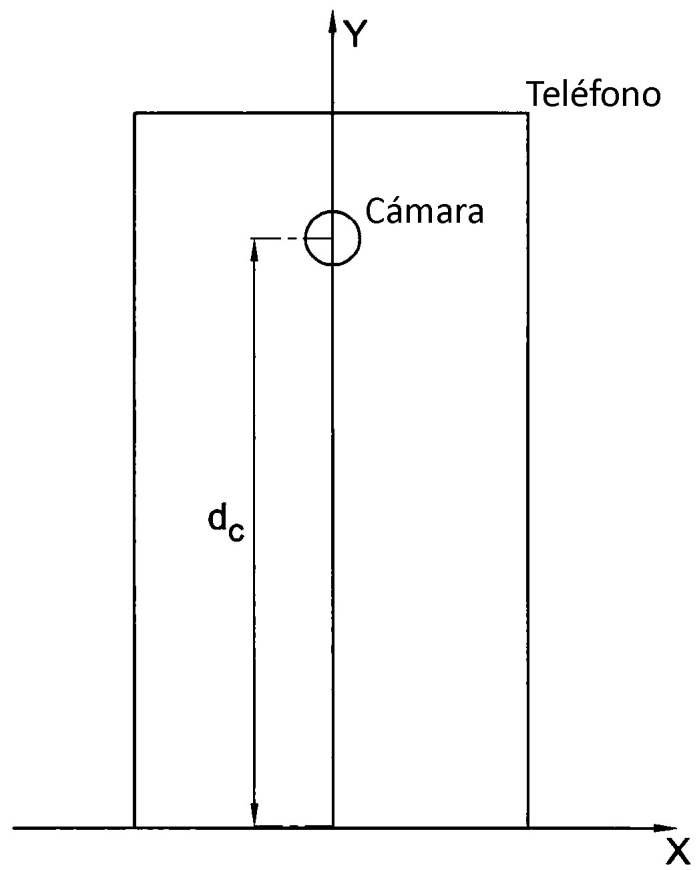


Fig.10

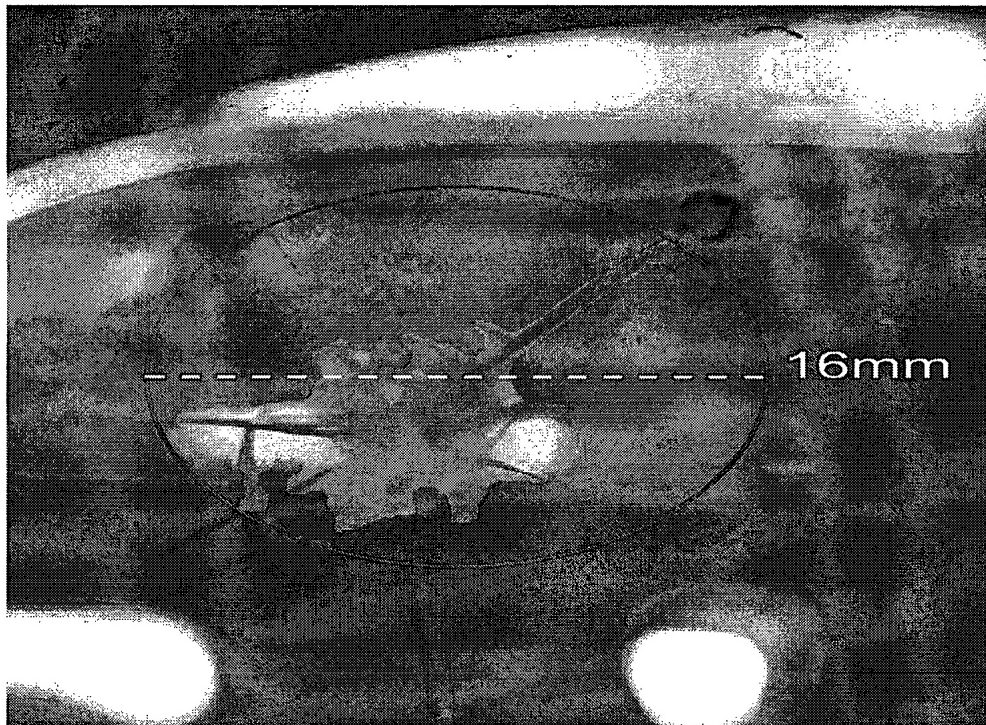


Fig.11