

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 929 026**

(51) Int. Cl.:

G01M 11/02 (2006.01)
G01N 21/88 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)
G01N 21/958 (2006.01)
G01N 21/03 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.05.2013 PCT/SG2013/000187**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013 WO13169211**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2013 E 13787245 (3)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2022 EP 2847569**

(54) Título: **Sistemas y métodos para la inspección de lentes de contacto**

(30) Prioridad:

10.05.2012 SG 201203439

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.11.2022

(73) Titular/es:

MENICON SINGAPORE PTE LTD. (100.0%)
8 International Business Park
Singapore 609925, SG

(72) Inventor/es:

NEWMAN, STEPHEN DONALD;
OYAMA, HIROYAMA;
PFUND, JOHANNES y
LAMPRECHT, JUERGEN

(74) Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 929 026 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

Sistemas y métodos para la inspección de lentes de contacto

5 ANTECEDENTES

[0001] En las últimas décadas, las lentes de contacto se han convertido en una alternativa preferente a otros métodos de corrección de la vista. Debido a su aumento en popularidad, se ha vuelto forzosa la fabricación a gran escala de las lentes de contacto para satisfacer la demanda de los consumidores. Además, se requiere que estas lentes se fabriquen con precisión y tolerancias bajas para proporcionar una lente correctiva adecuada y eficaz.

[0002] El moldeo por polimerización de artículos axialmente simétricos, como por ejemplo las lentes de contacto, puede realizarse mediante el uso de un proceso de moldeo por centrifugación. El moldeo por centrifugación ha demostrado ser una forma eficaz de producir lentes de contacto en masa. En este proceso, se coloca una cantidad controlada de un líquido polimerizable en un molde abierto, que a continuación se hace girar alrededor de su eje vertical a una velocidad de rotación suficiente para producir una fuerza centrífuga que provoca un desplazamiento radial hacia afuera del líquido polimerizable. Al mantener una velocidad de rotación controlada, la fuerza centrífuga causada por la rotación hará que el líquido polimerizable adopte una forma generalmente cóncava. Una vez que el líquido polimerizable ha alcanzado una forma de equilibrio, se puede efectuar la polimerización del líquido por cualquier medio apropiado, como el calor o la exposición a una radiación actínica (es decir, luz ultravioleta) para producir una lente de contacto polimérica sólida.

[0003] El molde abierto utilizado en un proceso de moldeo por centrifugación se caracteriza normalmente por una pared cilíndrica exterior y un molde que comprende una cavidad de moldeo cóncava expuesta. La forma de la cavidad de moldeo definirá normalmente la forma de la superficie frontal de la lente de contacto terminada, y puede contener elementos deseados como curvas lenticulares, curvas tóricas, curvas no esféricas y otras características o formas similares destinadas a interactuar con el ojo, sus procesos ópticos, o los párpados de una manera predeterminada.

[0004] El factor de forma de la superficie posterior o trasera de la lente se determina predominantemente por la velocidad de rotación angular, así como por otros factores como la tensión superficial del líquido polimerizable y la aceleración debida a la gravedad.

[0005] Durante la fabricación de lentes de contacto, el polímero normalmente se polimeriza en un tubo de centrifugado. El tubo de centrifugado debe ser capaz de presentar un orificio interior preciso y recto para los moldes y debe girar alrededor de su propio eje vertical con una fuga mínima de líquido polimerizable y una mínima vibración dentro del sistema. Cualquier número de elementos de fabricación puede introducir inconsistencias en la producción de lentes de contacto en el moldeo por centrifugación. Por ejemplo, la variación en la fuga del tubo de centrifugado puede afectar la lente de contacto final. Además, el montaje impreciso del tubo de centrifugado en el soporte de rotación puede introducir imprecisiones que afecten a la lente de contacto producida. Adicionalmente, se pueden introducir contaminantes involuntariamente o las vibraciones del sistema pueden generar un producto que carezca de la precisión suficiente (por ejemplo, una lente de contacto con imperfecciones o defectos no deseados). Además, la extracción de la lente resultante de su molde puede provocar desgarros y otros defectos en la lente.

[0006] Con el fin de asegurar una calidad constante de las lentes de contacto, existen disposiciones para la inspección automática de las lentes de contacto usando métodos industriales de procesamiento de imágenes. En el procesamiento de imágenes, las lentes se someten a pruebas tanto en las mitades del molde como en los agarres por vacío. Un método de procesamiento de imágenes de este tipo se describe, por ejemplo, en la patente europea n.º 491663. Por supuesto, no se pueden detectar todas las lentes de contacto defectuosas mediante este tipo de inspección, o se establecen defectos nominales, como burbujas formadas por derrames de agua, que sin embargo ilustran artefactos. Además, los sistemas de inspección automatizados están deficientemente equipados para identificar artefactos en la lente que pueden no ser defectos de la lente, sino más bien contaminación del sistema, como partículas de polvo y/o fibras. Al tener que separar las lentes perfectas, se reduce el rendimiento, lo que tiene un efecto negativo en el equilibrio de los costes.

[0007] A fin de reducir el efecto negativo de los sistemas de inspección automatizados, un gran número de sistemas actuales incorporan la inspección manual de la lente. Sin embargo, para inspeccionar manualmente múltiples aspectos de una lente, la lente se transfiere a múltiples instrumentos. La transferencia múltiple de la lente puede, de hecho, dañar o deformar la lente como parte del proceso de inspección. En consecuencia, este sistema de inspección manual tradicional generalmente provoca una tasa artificialmente inflada de pérdida y desperdicio de lentes. Esta mayor pérdida de lentes durante el proceso de inspección resulta particularmente problemática en un laboratorio de lentes graduadas que está fabricando una lente graduada única para una persona en particular.

[0008] En otras palabras, los sistemas de inspección tradicionales incorporan múltiples instrumentos, introduciendo así la posibilidad de producir daños a la lente durante la transferencia entre instrumentos. Además, el aumento de los daños a las lentes generalmente requiere el uso de lentes adicionales. Asimismo, los sistemas tradicionales a menudo introducen el secado de la lente, lo que potencialmente cambia las dimensiones de las mismas lentes que se están

midiendo. Este cambio en las dimensiones de la lente a través del proceso resulta contradictorio cuando se trata de medir un objeto en un estado estático.

5 [0009] En US2006132761 se describe un método y un aparato sin contacto/no destructivos para medir el espesor de una lente oftálmica y un método para inspeccionar o medir la curva base de una lente.

SUMARIO

10 [0010] La presente invención se define en las reivindicaciones.

15 [0011] De acuerdo con un ejemplo de realización, un aparato para la inspección de lentes de contacto proporciona un enfoque más flexible para la inspección de productos oftálmicos, permite una inspección más rápida y eficaz, puede mejorar la objetividad de los resultados de la inspección independientemente de la destreza o experiencia del operador, y a la vez proporciona un sistema de inspección único que puede proporcionar un medio para inspeccionar y clasificar lentes completamente dentro de una estación de auditoría controlada y eficaz.

20 [0012] De acuerdo con un ejemplo de realización, el presente ejemplo de sistema proporciona un sistema de inspección que incluye un dispositivo de medición acoplado de manera comunicativa a un instrumento de medición de espesor central (EC). El dispositivo de medición incluye una cubeta diseñada para proporcionar un entorno de medición completamente húmedo que proporciona propiedades de cubeta cerrada. De acuerdo con esta realización, la cubeta incluye un sistema magnético de posicionamiento y retención de la cubeta que elimina la necesidad de piezas de sujeción en la cubeta real. Además, el ejemplo de cubeta incluye propiedades contra el efecto Schlieren y de control de vibraciones/pulsos, al menos en forma de placas deflectoras y placas de mezcla que homogeneizan los gradientes de temperatura en la cubeta.

25 [0013] Además, de acuerdo con un ejemplo de realización, el presente ejemplo de sistema de inspección de lentes incluye un sistema de medición de curva base que incorpora trazado de rayos junto con perfilometría y evaluación sagital. El ejemplo de sistema incorpora condiciones de iluminación múltiples y secuenciales para proporcionar las vistas óptimas e identificar con precisión las imperfecciones de la lente. Además, de acuerdo con un ejemplo de realización, el presente ejemplo de sistema incorpora un módulo de interpretación de color que proporciona una detección precisa de materiales con base de hierro en la lente que se está inspeccionando.

30 [0014] Asimismo, de acuerdo con un ejemplo de realización, los presentes ejemplos de sistemas y métodos de inspección de lentes incluyen un sistema que incorpora tanto la clasificación humana como la cuantificación por ordenador. La clasificación humana se habilita, de acuerdo con un ejemplo de realización, a través de una interfaz intuitiva de inspección con pantalla táctil. Esto proporciona una clasificación objetiva de LOTES y una inspección basada en la clasificación humana y la cuantificación por ordenador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 [0015] Los dibujos adjuntos ilustran varias realizaciones de los principios descritos en el presente y forman parte de la memoria descriptiva. Las realizaciones ilustradas son simplemente ejemplos y no limitan el alcance de las reivindicaciones.

45 La Figura 1A es una vista en perspectiva de un usuario que inspecciona una lente con un sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 1B es una vista en perspectiva del sistema de inspección de lentes de la Figura 1A, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

50 En las Figuras 2A-2F se ilustran varias vistas de una cubeta de lentes, de acuerdo con varias realizaciones del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 3 es un diagrama de bloques del sistema en el que se ilustra una configuración de control de la circulación de solución salina, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

Las Figuras 4A y 4B son una vista en perspectiva y una vista en perspectiva de sección transversal de un dispositivo de medición, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

55 Las Figuras 5A y 5B ilustran vistas en perspectiva de fuentes de luz que pueden usarse en conexión con el dispositivo de medición de las Figuras 4A y 4B, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

Las Figuras 6A y 6B son ilustraciones esquemáticas de la configuración oftálmica del dispositivo de medición, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

60 Las Figuras 7A, 7B y 7C son fotografías de una imagen de inspección de defectos que usan un campo de luz de campo brillante, un campo de luz telecentrónico y un campo de luz de campo oscuro, respectivamente, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 8 es una captura de pantalla de una imagen de inspección de lente iluminada contra un campo de luz telecentrónico y sus datos de prueba correspondientes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

65 Las Figuras 9A y 9B son fotografías de vistas laterales de una lente bajo prueba, de acuerdo con una

realización del presente ejemplo de sistema y método.

Las Figuras 10A y 10B son vistas en perspectiva y vistas frontales de un dispositivo de medición de EC, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 11 es un esquema en el que se ilustran los principios de medición de la curva base utilizados por el presente dispositivo de medición, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 12A es una captura de pantalla de los datos de inspección de lentes obtenidos con el presente sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 12B es una captura de pantalla de una imagen de inspección de lentes y las correspondientes instrucciones del procedimiento de prueba, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 13A es un esquema que ilustra paso a paso la generación de pantallas de flujo de trabajo incorporadas por el sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 13B es un esquema que ilustra el flujo de trabajo paso a paso de una inspección de lentes incorporado por el presente sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 13C es un esquema que ilustra el flujo de trabajo paso a paso para la medición de lentes incorporado por el sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

La Figura 14 representa un diagrama de bloques de un sistema informático adecuado para implementar los presentes sistemas y métodos.

[0016] En todos los dibujos, números de referencia idénticos designan elementos similares, pero no necesariamente idénticos.

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0017] En la siguiente descripción se exponen a título ilustrativo numerosos detalles específicos con el fin de facilitar la comprensión detallada de los presentes sistemas y métodos. Sin embargo, resultará evidente para un experto en la técnica que es posible llevar a la práctica los presentes sistemas y métodos sin estos detalles específicos. La referencia en la memoria descriptiva a "una realización", "un ejemplo" o expresiones similares quiere decir que un elemento, estructura o característica particular descrita en relación con la realización o el ejemplo está incluida en al menos esa realización, pero no necesariamente en otras realizaciones. Los diversos ejemplos de la expresión "en una realización" o expresiones similares en varios lugares de la memoria descriptiva no se refieren necesariamente a la misma realización.

[0018] Los presentes ejemplos de sistema y métodos están configurados para la inspección y clasificación de productos oftálmicos. Más específicamente, de acuerdo con un ejemplo de realización, los presentes ejemplos de sistemas y métodos están configurados para la inspección eficaz y precisa de lentes de contacto. Aunque la presente memoria descriptiva describirá el ejemplo de sistema de inspección, únicamente para facilitar su explicación, tal y como se utiliza para inspeccionar la calidad de lentes de contacto de nueva fabricación, se entenderá que el presente ejemplo de sistema puede utilizarse para inspeccionar visualmente cualquier número de productos oftálmicos.

Sistema general

[0019] La Figura 1A es una vista en perspectiva de un usuario que inspecciona una lente con un sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método. Como se ilustra en la Figura 1A, el presente ejemplo de sistema de inspección 100 incluye un dispositivo de medición 120 acoplado de manera comunicativa a una tableta gráfica 110 y un indicador de espesor central (EC) 130. El ejemplo de sistema de inspección 100 está dispuesto, de acuerdo con un ejemplo de realización, en una estructura de soporte estable 140 para un uso fácil y fiable por parte de un usuario 150. Dicha estructura de soporte estable puede incluir una mesa bandeja 170 con una superficie altamente resistente.

[0020] La Figura 1B proporciona además una vista en perspectiva del sistema de inspección de lentes 100 de la Figura 1A sin el usuario 150, para facilitar la vista, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método. Como se muestra en la Figura 1B, el ejemplo de sistema de inspección 100 incluye una interfaz de usuario, que puede tener la forma de una tableta gráfica 110 y un indicador de EC 130 acoplados de manera comunicativa a un dispositivo de medición 120. La estructura de soporte 140 que soporta estructuralmente el sistema de inspección de lentes 100 puede incluir cualquier número de elementos destinados a aumentar la precisión de las mediciones y reducir la introducción de variaciones ambientales que degradan la imagen, incluidas, entre otras, mesas separadas 142 para reducir la transferencia de vibraciones, un armazón pesado 144 para reducir las vibraciones estáticas y transitorias, marcos llenos de arena, espiugas en el suelo y cualquier otro elemento o dispositivo configurados para reducir las ondas y efectos vibratorios estándar.

[0021] Como se ha mencionado anteriormente, el presente ejemplo de sistema y método está configurado para proporcionar un mayor orden de precisión de inspección que un sistema tradicional, a la vez que reduce el tiempo de inspección, reduce el periodo de formación del usuario y reduce en gran medida los casos de transferencia de lentes

durante la inspección. Más adelante se proporcionan detalles adicionales de los componentes del ejemplo de sistema de inspección de lentes 100 con referencia a las figuras.

Sistema de cubeta

[0022] De acuerdo con un ejemplo de realización, el presente ejemplo de sistema de inspección 100 es un sistema integrado único que incluye una cubeta abierta 200 que facilita la medición de la lente bajo prueba 270 dentro de la cubeta sin necesidad de tocar o transferir físicamente la lente. De acuerdo con un ejemplo de realización, la cubeta abierta 200 facilita la medición de todos los parámetros requeridos por la Organización Internacional de Normalización (ISO), excepto el EC.

En consecuencia, de acuerdo con el presente ejemplo de método, el EC de la lente bajo prueba 270 se mide en último lugar, justo antes de desechar la lente bajo prueba o de colocarla en un vial. De acuerdo con el presente ejemplo de método, como se describe en mayor detalle más adelante haciendo referencia a las Figuras 10A-11, la medición del EC se determina y alimenta de nuevo al dispositivo de medición 120 a través de cualquier número de funciones de comunicación por cable o inalámbricas con el fin de determinar la curva base de la lente bajo prueba 270. Alternativamente, todos los parámetros requeridos por ISO, incluido el EC, pueden obtenerse a través de la cubeta abierta 200. De acuerdo con este ejemplo de realización, el EC de la lente puede determinarse mientras se encuentra en la cubeta abierta 200 a través de medios ópticos, como por ejemplo la perfilometría o medios similares.

[0023] Continuando con las Figuras 2A-2F, se ilustran ejemplos de vistas de una cubeta de lentes 200, de acuerdo con diversas realizaciones del presente ejemplo de sistema y método. Como se ilustra, la cubeta de lentes 200 está dispuesta en una base de montaje de cubetas 430 del sistema de inspección 100 durante el uso. De acuerdo con un ejemplo de realización, la cubeta 200 incluye una parte superior abierta 201 que facilita la inserción de una lente bajo prueba 270 en la cubeta. Además, la parte superior abierta 201 del ejemplo de cubeta 200 facilita la manipulación de la lente bajo prueba 270 con un par de pinzas u otro dispositivo durante la inspección.

[0024] Como se ilustra, la cubeta 200 incluye un soporte de sensor 250 para colocar una sonda térmica y/u otros sensores en la solución salina contenida dentro de la cubeta con la lente bajo prueba 270. Además, el ejemplo de cubeta 200 incluye una serie de paredes laterales 260 que definen el interior de la cubeta 200 para el alojamiento de la solución salina y la lente bajo prueba 270. Como se muestra, la pared lateral 260 puede definir varias aberturas de luz 280, lentes 282 y aberturas de medición 281 para facilitar el posicionamiento, la iluminación, la inspección y la obtención de imágenes de la lente bajo prueba 270, como se describirá en mayor detalle más adelante.

[0025] La incorporación de una cubeta abierta 200 con un sistema visual de base cerrada proporciona una serie de beneficios al presente ejemplo de sistema. Las cubetas cerradas tradicionales son sistemas pequeños y estrechos basados en capilares en los que se inserta una lente. El sistema de cubeta cerrada se usa a menudo porque proporciona un estado estático para la inspección de la lente. El espacio en las cubetas tradicionales es tal que una lente queda encajada en su interior sin espacio adicional. Una vez envasada, la lente permanecería en la cubeta hasta que la abriera un laboratorio de inspección. Sin embargo, no se podía realizar la manipulación durante la inspección de una lente en una cubeta cerrada tradicional.

[0026] Por el contrario, el presente ejemplo de cubeta 200 permite la inserción e inspección rápidas de una lente, a la vez que permite altos niveles de flexibilidad a la hora de tocar la lente, mover la lente, repositionar la lente, manipular la lente para determinar si hay una partícula en la lente durante la inspección que se desprenderá y flotará. Además, la presente cubeta todavía ofrece un entorno de medición completamente estático similar a un sistema de cubeta cerrada.

[0027] Más específicamente, se proporciona el entorno de medición estático de la presente cubeta 600 a través de los orificios de solución salina 286, las incrustaciones 240 dispuestas dentro del área de prueba y un sistema de bomba ajustable dinámicamente, como se describe en mayor detalle más adelante. Como se ilustra en las Figuras 2C-2F, se pueden formar varios orificios de solución salina 286 en la cubeta 200 para facilitar la introducción de solución salina en el interior de la cubeta definida por las paredes laterales 260. De acuerdo con un ejemplo de realización, ilustrada en la Figura 3, se incorpora una bomba 300 para hacer circular la solución salina al interior de la cubeta 200. De acuerdo con el presente ejemplo de realización, la bomba 300 está configurada para ser eficaz en el movimiento de la solución salina a través de un filtro para mantener la solución salina limpia. No obstante, como se ilustra en la Figura 3, la bomba 300 y la configuración correspondiente están configuradas para detener de forma controlada el flujo de solución salina hacia el interior de la cubeta 200 en un instante y eliminar el flujo de solución salina al interior de la celda húmeda de la cubeta 200 durante la medición. En otras palabras, con el fin de maximizar la precisión de las mediciones tomadas por el presente ejemplo de dispositivo de medición 120, la solución salina contenida dentro de la cubeta 200 está completamente inmóvil durante la fracción de segundo en la que se está midiendo realmente la lente bajo prueba 270.

[0028] Como se muestra en la Figura 3, la bomba está acoplada de forma fluida a la cubeta 200 a través de los orificios de solución salina 286. Mientras que en el presente ejemplo de sistema se describe el bombeo de solución salina al interior de la cubeta 200 durante la inspección, se reconocerá que puede usarse cualquier fluido aceptable para la hidratación de la celda húmeda de la cubeta 200. Como se ilustra, la bomba 300 proporciona solución salina a la cubeta 200 a través de una válvula de entrada 320 y la solución salina regresa a la bomba 300 a través de una

- válvula de salida 330. Además, una derivación 310 se comunica de forma fluida con las líneas de entrada y salida asociadas con la bomba 300. Durante el funcionamiento, cuando se va a realizar una prueba de una lente bajo prueba 270, se abre la derivación 310 y se cierran la válvula de entrada 320 y la válvula de salida 330. En consecuencia, la solución salina contenida en la cubeta se mantiene estática y libre de flujo para una medición precisa.
- 5 Además, la bomba 300 puede continuar funcionando a medida que la solución salina que sale de la bomba 300 regresa a través del circuito cerrado creado por la derivación para mantener la temperatura constante. Una vez concluida la medición, la derivación 310 se cierra y la válvula de entrada 320 y la válvula de salida 330 se activan para permitir que continúe el flujo de filtrado de la solución salina.
- 10 [0029] Debido a esta configuración, el microsegundo en el que tiene lugar la obtención de imágenes, la solución salina tiene un efecto pulsante y se mantiene absolutamente estática. En consecuencia, se experimenta un efecto de cubeta cerrada dentro de la cubeta 200. La parte superior e inferior de la cubeta 200 están efectivamente cerradas por la superficie de la solución salina y los laterales de la cubeta también están cerrados porque la solución salina ya no fluye, lo que tiene como resultado la ventaja de una cubeta abierta, pero con una situación de inspección de cubeta cerrada.
- 15 [0030] Por lo que respecta de nuevo a la Figura 2B, el presente ejemplo de cubeta 200 incluye incrustaciones 240 para reducir los gradientes de temperatura experimentados por la solución salina dentro de la cubeta. Las incrustaciones 240 permiten el control de la temperatura sobre una base homogénea u homogeneizadora. Una de las principales desventajas de las cubetas estáticas es que la solución calentada, requerida según la norma ISO, varía según el entorno en el que se encuentre. En otras palabras, la prueba en un entorno enfriado afectaría a la cubeta estática cerrada y provocaría condiciones que no cumplirían las normas ISO. Además, determinados polímeros que se miden como parte del proceso de inspección también son sensibles al calor y variarán en sus dimensiones dependiendo de la temperatura. Por consiguiente, el presente ejemplo de cubeta 200 tiene control de temperatura para mantener una temperatura estándar constante independientemente del entorno que la rodea.
- 20 [0031] Sin embargo, al mantener una temperatura constante a través del flujo de fluido calentado, se puede introducir un gradiente de temperatura en el sistema. El gradiente de temperatura creado a menudo se conoce como efecto Schlieren. Un efecto Schlieren se produce cuando se muestra un gradiente de potencia a través de una lente bajo prueba 270 debido a que la temperatura del agua afecta la lente de manera diferente en diferentes áreas. En consecuencia, como se ilustra en las Figuras 2A-2F, se ilustra un sistema de dos niveles que proporciona la homogeneización de la temperatura del agua o la solución salina antes de que se introduzca en la parte de la cubeta que aloja la lente bajo prueba 270. De acuerdo con un ejemplo de realización, las incrustaciones 240 comprenden deflectores o placas de mezcla. Las incrustaciones 240 que forman una parte de la cubeta están configuradas para 25 interrumpir el flujo laminar de la solución salina desde una entrada de bomba o el orificio de solución salina 286 y crear un efecto de mezcla suave dentro del entorno de la propia celda húmeda. Una vez que la solución salina pasa a través de las incrustaciones 240 y experimenta la mezcla suave, se produce un flujo no laminar para homogeneizar los gradientes de temperatura.
- 30 [0032] De acuerdo con un ejemplo de realización, la presente cubeta 200 también incluye una serie de elementos de posicionamiento configuradas para colocar con precisión la cubeta en la placa de montaje de cubetas 430 del dispositivo de medición 120. De acuerdo con este ejemplo de realización, la cubeta 200 se coloca de tal forma que la superficie de recepción de la lente de la cubeta 200 está inclinada en una orientación 230 de aproximadamente cinco grados. En otras palabras, la cubeta 200 está nivelada. La placa de montaje 430 del dispositivo de medición puede 35 ajustarse para un ángulo particular a fin de garantizar que la lente bajo inspección 270 se mantenga siempre en la punta del dispositivo de medición dentro de la abertura de medición 281 para tener una referencia común. Debido a la inclinación 230, la lente bajo inspección 270 se asentará en los múltiples elementos de referencia 283 en la abertura de medición 281 de la cubeta 200 que la posicionan correctamente para la inspección. Alternativamente, la propia cubeta 200 puede fabricarse de tal manera que la superficie de la abertura de medición 281 esté posicionada en un 40 ángulo configurado para posicionar consistentemente la lente bajo inspección 270 contra los múltiples elementos de referencia 283 para la inspección.
- 45 [0033] Continuando con la Figura 2f, la cubeta 200 puede estar fijada al dispositivo de medición 120 mediante cualquier número de sistemas mecánicos de sujeción que incluyen una atracción magnética. Más específicamente, de acuerdo con un ejemplo de realización, se pueden formar uno o más imanes de tierras raras 299 en la cubeta 200 y/o en el dispositivo de medición 120 para facilitar la sujeción magnética de la cubeta 200 al dispositivo de medición. De acuerdo con un ejemplo de realización ilustrado en las Figuras 2b y 2f, se pueden formar o moldear una pluralidad de imanes de tierras raras 299 en la cubeta 200. Los imanes de tierras raras 299 pueden en consecuencia formar un soporte magnético 220 que interactúa con una base de conexión 210 que incluye uno o más pernos de ubicación, puntos de referencia u otros elementos de posicionamiento geométrico que facilitan un posicionamiento muy preciso y consistente de la cubeta. Este soporte magnético 220 también proporciona una fácil extracción de la cubeta. Además, al moldear los imanes de tierras raras 299 en la cubeta 200, no hay piezas ni tornillos como los que se utilizan en las cubetas tradicionales, los cuales a menudo suponen fugas u otros peligros estructurales para la cubeta 200.
- 50 [0034] El moldeo de los imanes de tierras raras 299 en la cubeta 200 para formar el soporte magnético 220 resulta ventajoso porque los imanes de tierras raras están encapsulados y son impermeables. Esto elimina la probabilidad de

oxidación o contaminación. Por el contrario, las cubetas tradicionales se sujetan con tornillos y otros elementos de sujeción que después se sellan con juntas tóricas. Las juntas tóricas tienden a desgastarse después de un tiempo de fuga.

5 [0035] Una vez que la cubeta 200 está colocada en los soportes magnéticos 210, hay un movimiento absolutamente nulo, de acuerdo con un ejemplo de realización. Esencialmente, se crea un sistema de tolerancia cero que bloquea la cubeta 200 en su sitio. En consecuencia, durante la medición, no se produce ningún efecto vibratorio de la bomba 300 o del entorno circundante que pueda transmitirse a través del acoplamiento a la cubeta. Esto permite obtener un orden de precisión de inspección mucho mayor que los sistemas tradicionales. Para medir con precisión las aberraciones de 10 orden superior y las potencias precisas mientras se juzga la calidad óptica, la calidad del proceso también debe ser muy alta.

15 [0036] Además, el presente ejemplo de cubeta 200 puede esterilizarse, lavarse y ser reemplazado. De acuerdo con un ejemplo de realización, la cubeta 200 puede estar fabricada con uno o más materiales esterilizables apropiados que incluyen, entre otros, un plástico estático adecuado como ABS o policarbonato. Además, las diversas partes de la propia cubeta 200 pueden ser completamente opacas, translúcidas o transparentes, dependiendo de la ayuda deseada para el operador. Por el contrario, la lente 282 y la abertura de medición 281 que forman la parte sólida de la cubeta 200, o las partes planas paralelas superior e inferior, pueden fabricarse con vidrio que se inserta en la cubeta 200 durante o después de la fabricación. La lente 282 y la abertura de medición 281 están fabricadas con vidrio 20 de alta calidad para que la fiabilidad, homogeneidad y estabilidad ópticas se encuentren presentes.

Dispositivo de medición

25 [0037] Las Figuras 4A y 4B son una vista en perspectiva y una vista en perspectiva de la sección transversal de un dispositivo de medición, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método. Como se ilustra en las Figuras 4A y 4B, el ejemplo de dispositivo de medición 120 incluye un cuerpo principal 400 montado sobre una base aislante de vibraciones 440. La base aislante de vibraciones 440 y otros componentes del dispositivo de medición 120 también pueden estar revestidos con un acabado impermeabilizante 450. Como se muestra, el cuerpo 400 define una base de montaje de cubeta 430 para recibir y posicionar la cubeta 200. Una pluralidad de 30 fuentes de luz 420 y 425 están acopladas al cuerpo 400 y se posicionan específicamente para iluminar selectivamente la lente bajo prueba 270 contenida en la cubeta 200. Además, una serie de lentes de medición 435 pueden formarse en el cuerpo 400 del dispositivo de medición 120 para facilitar la captura de imágenes de inspección de lentes. Continuando con la Figura 4A, el ejemplo de dispositivo de medición 120 puede incluir un marco de aluminio resistente 35 al agua de mar 410 y una abertura de mantenimiento 460 configurados para proporcionar estabilidad estructural al dispositivo de medición, a la vez que permite el mantenimiento de los componentes internos del dispositivo.

40 [0038] En la Figura 4B se ilustra un ejemplo de configuración interna del ejemplo de dispositivo de medición 120, de acuerdo con un ejemplo de realización. Como se ilustra, el ejemplo de dispositivo de medición 120 puede incluir un sensor de vibración 406 configurado para detectar vibraciones experimentadas por el dispositivo para certificar datos de prueba, modificar cálculos y/o descartar resultados de pruebas. Además, se puede disponer un controlador de LED 404 en el dispositivo de medición y acoplarlo de manera controlable a las fuentes de luz 420 y 425. De acuerdo con un ejemplo de realización, el controlador de LED proporciona señales a las fuentes de luz 420 y 425 con el fin de proporcionar los campos de luz deseados, como se describirá en mayor detalle más adelante.

45 [0039] Además, una serie de cámaras/elementos ópticos 408 se colocan en el ejemplo de dispositivo de medición 120 para capturar imágenes para el análisis. Más detalles de los ejemplos de configuraciones ópticas se detallan más adelante con referencia a las Figuras 6A y 6B.

50 [0040] En las Figuras 5A y 5B se ilustran varios ejemplos de fuentes de luz 420 y 425 que pueden usarse junto con el presente ejemplo de sistema. Como se ilustra en las Figuras 5A y 5B, pueden usarse fuentes de luz LED colimadas 500 para generar un campo de luz deseado. También se pueden usar configuraciones de luz alternativas, como se conoce en la técnica.

55 [0041] Las Figuras 6A y 6B son ilustraciones esquemáticas de la configuración oftálmica del dispositivo de medición, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método. Como se ilustra en el diagrama óptico 600 de la Figura 6A, se puede orientar cualquier número de fuentes de iluminación 610 y 630 con respecto a la lente bajo prueba 270. De acuerdo con un ejemplo de realización, una fuente de iluminación 630 está configurada para proporcionar una fuente de luz a un cámara de vista lateral 640 orientada en línea con la lente bajo prueba 270 para obtener una imagen de vista lateral de la lente. Además, la luz proporcionada por las diversas fuentes de iluminación 610 orientadas en línea con la lente bajo prueba 270 es reflejada y dividida por cualquier número de espejos 680 y divisores de haz 670 para proporcionar imágenes a la cámara de visión y control 650 y al sensor Shack-Hartman 660. Mientras que en la Figura 6A se ilustra un ejemplo de configuración, la producción de las imágenes deseadas se puede realizar utilizando cualquier número de configuraciones variables.

65 [0042] En la Figura 6B se ilustran además los principios del presente dispositivo de medición 120, de acuerdo con un ejemplo de realización. Como se ilustra, la cubeta 200 y la lente bajo prueba 270 pueden colocarse en un vidrio de

5 protección 690 correspondiente a un plano 608 del que se obtienen imágenes para el sensor Shack-Hartman 660 y la cámara de control de visión 650. Como se muestra, la luz enviada al sensor Shack-Hartman 660 y la cámara de control de visión 650 puede originarse a partir de una fuente de iluminación de fibra LED 618 y un iluminador de campo difuso 616.

10 La luz puede reflejarse en cualquier número de espejos 624 y 680, colimadores 612 o divisores de haz 670 en ruta al sensor Shack-Hartman 660 y a la cámara de control de visión 650. Los diversos elementos de la configuración ilustrada están orientados específicamente para aprovecharse de los objetivos del telescopio para obtener imágenes de muestras 604 y 602 y del objetivo para obtener imágenes para la cámara de control de visión 606.

15 [0043] En las Figuras 9A y 9B se ilustran imágenes tomadas desde una cámara de vista lateral 640 del presente ejemplo de sistema. De acuerdo con el presente ejemplo de realización, el uso de una cámara de vista lateral o de perfil 640 junto con un sensor Shack-Hartman 660 proporciona la identificación de la potencia y el cambio de potencia de la lente bajo prueba 270. Estas mediciones se usan después para determinar la curva base de la lente bajo prueba 270. Más específicamente, el uso de perfilometría óptica tradicionalmente ha tenido como resultado efectos de difracción en los extremos del perímetro del objeto que se estaba midiendo. En consecuencia, era imposible garantizar que se estuviera exactamente en el meridiano principal del objeto del que se estaban obteniendo imágenes cuando se miraba la forma tridimensional de perfil. De acuerdo con el presente ejemplo de sistema, la altura o la altura máxima de la lente, o la comba de la lente 270 se determina por perfilometría. El espesor central de la lente 270 del medidor de EC 130 (que es la última medición) se retroalimenta al sistema y luego se resta de la perfilometría de altura máxima de la superficie frontal. La medida resultante es la comba total de la superficie posterior desde el diámetro, es decir, de borde a borde al centro, lo que tiene como resultado la comba total de la lente bajo prueba 270. En consecuencia, se determina la curva base real.

20 [0044] Esta determinación de la curva base real es beneficiosa porque la industria trabaja sobre un estándar de cuerda de 10 mm y se mide en forma esférica. Sin embargo, estas medidas tradicionales no son ideales si se fabrica una lente asférica, una lente bicurva o una lente de múltiples curvas. De acuerdo con estas realizaciones, no se puede medir una curva base precisa. Específicamente, las configuraciones de medición tradicionales incluyen una sonda que se gira hacia arriba hasta que toca la parte inferior de la lente mientras la lente se sujetó sobre una cuerda de 10 mm. Una vez que la sonda entra en contacto con la lente, un indicador de dial estima la curva base. La fórmula real que se usa tradicionalmente es $S=R$ menos la ruta cuadrada de R^2 menos Y^2 , donde Y^2 es la mitad de la cuerda y R es el radio del radio óptico, como se ilustra en la Figura 11. Sin embargo, los cálculos tradicionales de la curva base no tienen en cuenta las lentes asféricas.

25 [0045] A diferencia de los sistemas tradicionales, el presente ejemplo de sistema utiliza la comba total posterior determinada a través de la perfilometría de la superficie frontal y la resta del EC medido, que tiene una precisión de medio micrómetro. Con esta información, podemos determinar la potencia de la lente porque el sensor Shack-Hartmann 660 realiza un seguimiento de la potencia. Sabiendo lo que debe ser la curva base con la potencia medida, junto con el EC y la comba general, se puede determinar la curva base en relación con lo que la potencia real resulta ser, basándose en la relación calculable entre la potencia y la curva delantera y trasera.

30 [0046] Una vez que se determinan la potencia, la comba general de la parte delantera y trasera y el EC, se puede determinar la desviación entre la parte trasera y la parte delantera de la lente para lograr la potencia identificada medida con el sensor Shack-Hartmann.

35 [0047] La confirmación de la curva base puede entonces determinarse comparando la comba general de la lente con la lectura que debería tener la curva base. La comparación de los dos proporcionará una confirmación muy precisa de la curva base. En otras palabras, el presente ejemplo de sistema proporciona una traza muy precisa a través de una sección de 10 mm de la lente usando perfilometría de superficie frontal.

Campo de luz

40 [0048] De acuerdo con el presente ejemplo de sistema, al menos tres campos de luz distintos se usan y se proyectan en imágenes para el usuario 150 durante la inspección de una lente bajo prueba 270. Las Figuras 7A, 7B y 7C son fotografías de una imagen de inspección de defectos usando un campo de luz de campo brillante, un campo de luz telecentrífugo y un campo de luz de campo oscuro, respectivamente, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método.

45 [0049] De acuerdo con el presente ejemplo de sistema, un campo de luz de campo brillante funciona a partir de la premisa de que se muestran los defectos de superficie e inclusiones normales, de conformidad con los sistemas de inspección estándar. Esta condición de iluminación es buena para localizar defectos de base muy amplia y para determinar si algo constituye un defecto o es simplemente un contaminante en la lente bajo prueba 270.

50 [0050] El segundo campo de luz, ilustrado en la Figura 7B, es un campo de luz telecentrífugo. Un campo de luz telecentrífugo básicamente extiende la lente focal de la luz a medida que pasa a través del sistema de lente, creando una profundidad de campo mucho mayor o un efecto tridimensional en comparación con la lente de un campo brillante. Por consiguiente, los círculos o burbujas no húmedas que pasan a través de la lente se mostrarán en el campo de luz telecentrífugo como túneles hondos y profundos. Las apariencias tridimensionales resultantes resaltan los defectos no

húmedos que solo se muestran como un círculo claro por el campo de luz de campo brillante.

5 [0051] El campo oscuro ilustrado en la Figura 7C, que es un fondo negro, es esencialmente una fuente de luz que procede desde detrás de la lente en una dirección oblicua y que, por lo tanto, crea una imagen negativa de la lente que resalta las divisiones de los bordes.

10 [0052] Los diversos campos de luz se presentan secuencialmente al usuario 150 en la tableta gráfica 110 para la detección humana de defectos. A continuación, el usuario humano 150 puede marcar o identificar los defectos para que el sistema pueda medir y cuantificar el defecto.

15 [0053] El presente ejemplo de sistema también incorpora un filtro de hierro basado en color que está configurado para identificar automáticamente la contaminación por óxidos.

20 [0054] La Figura 8 es una captura de pantalla de una imagen de inspección de lente iluminada contra un campo de luz telecentrónico y sus datos de prueba correspondientes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método. Como se ha mencionado anteriormente, se presenta al usuario 150 la imagen de inspección de la lente para identificar los defectos reales de la lente, en contraste con el polvo u otras impurezas que pueden aparecer en la imagen. Como se ilustra en la Figura 8, una vez que se identifican los defectos reales de la lente, el sistema cuantifica el tamaño y la gravedad de los defectos y muestra los resultados automatizados como datos de prueba 800 al usuario 150.

Dispositivo de medición de EC

25 [0055] Las Figuras 10A y 10B son vistas en perspectiva y vistas frontales de un dispositivo de medición de EC, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método. De acuerdo con un ejemplo de realización, el ejemplo de indicador de EC 130 incluye un soporte de prueba 1000 para recibir una lente bajo prueba 270 después de que se hayan completado todas las demás inspecciones. De acuerdo con este ejemplo de realización, el medidor de EC 130 incluye una sonda de prueba 1010 que está sincronizada con una herramienta de calibración compensada 1020 para proporcionar mediciones precisas. Como se ha indicado anteriormente, los resultados de EC 30 se transmiten desde el medidor de EC 130 al dispositivo de medición 120 a través de un cable de comunicación 1030 u otro medio de transmisión de datos. Las mediciones de EC para la lente bajo prueba 270 pueden después restarse de la perfilometría de altura máxima de la superficie frontal para determinar la comba total de la lente bajo prueba 270.

Interfaz de usuario

35 [0056] Como se ha mencionado anteriormente, el presente ejemplo de sistema 100 puede incluir una tableta gráfica 110 para mostrar imágenes a un usuario 150 y para permitir la interacción entre el usuario 150 y el sistema. La tableta gráfica 110 del presente ejemplo de sistema 100 puede incluir cualquier número de dispositivos de visualización y/o entrada de datos que incluyen, entre otros, una pantalla táctil, una tableta gráfica y similares. La tableta gráfica 110 40 proporciona una interfaz humana que tiene una pantalla táctil que muestra imágenes de prueba, datos de prueba (Figura 12A), proporciona instrucciones paso a paso, vídeo e imágenes visuales configurados para mostrar al operador cómo realizar una inspección adecuada. Específicamente, como se ilustra en la Figura 12B, al usuario 150 se le proporciona una imagen de prueba 1200 y las correspondientes instrucciones paso a paso 1210 sobre cómo obtener la información de inspección deseada. Las instrucciones paso a paso 1210 pueden adoptar la forma de vídeo, 45 imágenes, sonidos y similares. Esto hace posible que el presente ejemplo de sistema permita a los usuarios 150 alcanzar rápidamente un nivel de competencia con independencia de la formación, el idioma u otras barreras de comunicación.

50 [0057] Además, las instrucciones visuales paso a paso 1210 permiten la incorporación de voz en off personalizada de las imágenes o instrucciones que se pueden proporcionar en una selección de diferentes idiomas para que las instrucciones se adapten a la persona 150 que está utilizando el sistema de medición 100. En consecuencia, se reducirá el tiempo de formación y es posible que se eliminen los requisitos de idioma. Además, la productividad mejorará debido a la formación y comprensión rápidas.

55 [0058] La Figura 13A es un esquema en el que se ilustra la generación de pantallas de flujo de trabajo paso a paso incorporado por el sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización del presente ejemplo de sistema y método. Como se ilustra, al usuario 150 se le indica paso a paso que realice un inicio de sesión, una configuración y una medición. De forma similar, la Figura 13B es un esquema en el que se ilustra paso a paso el flujo de trabajo de una inspección de lente incorporado por el presente sistema de inspección de lentes, de acuerdo con una realización 60 del presente ejemplo de sistema y método. Como se ilustra, el usuario 150 pasa sistemáticamente por el proceso de inspección, incluida la visualización de una imagen de campo de luz telecentrónica, una imagen de campo oscuro y una imagen de campo brillante (en cualquier orden secuencial), seguida de una medición de EC. De manera similar, como se ilustra en el flujo de trabajo paso a paso para la medición de lentes incorporado por el sistema de inspección de lentes que se muestra en la Figura 13C, se miden condiciones ambientales tales como vibraciones y se realizan y/o 65 rechazan cálculos de acuerdo con los límites identificados.

[0059] La Figura 14 representa un diagrama de bloques de un sistema informático 1510 adecuado para implementar los presentes sistemas y métodos, ya sea como un componente integral del dispositivo de medición 120 o como un componente independiente acoplado de manera comunicativa al sistema de inspección 100. El sistema informático 1510 incluye un bus 1512 que interconecta los principales subsistemas del sistema informático 1510, por ejemplo, un procesador central 1514, una memoria del sistema 1517 (normalmente RAM, pero que también puede incluir ROM, memoria RAM flash o similar), un controlador de entrada/salida 1518, un dispositivo de audio externo, como un sistema de altavoces 1520 a través de una interfaz de salida de audio 1522, un dispositivo externo, como una pantalla de visualización 1524 a través del adaptador de pantalla 1526, puertos serie 1528 y 1530, un teclado 1532 (interconectado con un controlador de teclado 1533), múltiples dispositivos USB 1592 (interconectados con un controlador USB 1590), una interfaz de almacenamiento 1534, una unidad de disquete 1537 operativa para recibir un disquete 1538, una tarjeta de interfaz de adaptador de bus host (HBA por sus siglas en inglés, *host bus adapter*) 1535A operativa para conectarse con una red de canal de fibra 1590, una tarjeta de interfaz de adaptador de bus host (HBA) 1535B operativa para conectarse a un bus SCSI 1539 y una unidad de disco óptico 1540 operativa para recibir un disco óptico 1542. También se incluyen un ratón 1546 (u otro dispositivo de apuntar y hacer clic, acoplado al bus 1512 a través del puerto serie 1528), un módem 1547 (acoplado al bus 1512 a través del puerto serie 1530) y una interfaz de red 1548 (acoplada directamente al bus 1512).

[0060] El bus 1512 permite la comunicación de datos entre el procesador central 1514 y la memoria del sistema 1517, que puede incluir memoria de solo lectura (ROM) o memoria flash (no se muestra ninguna de las dos) y memoria de acceso aleatorio (RAM) (no mostrada), como se ha indicado anteriormente. La RAM es generalmente la memoria principal en la que se cargan el sistema operativo y los programas de aplicación. La ROM o memoria flash puede contener, entre otros códigos, el sistema básico de entrada y salida (BIOS) que controla el funcionamiento básico del hardware, como la interacción con componentes o dispositivos periféricos. Por ejemplo, el sistema ATA 170 para implementar los presentes sistemas y métodos puede almacenarse dentro de la memoria del sistema 1517. Las aplicaciones residentes en el sistema informático 1510 generalmente se almacenan y se accede a las mismas a través de un medio legible por computadora, como una unidad de disco duro (por ejemplo, un disco fijo 1544), una unidad óptica (por ejemplo, la unidad óptica 1540), una unidad de disquete 1537 u otro medio de almacenamiento. Además, las aplicaciones pueden adoptar la forma de señales electrónicas moduladas de acuerdo con la aplicación y la tecnología de comunicación de datos cuando se accede a través del módem de red 1547 o la interfaz 1548.

[0061] La interfaz de almacenamiento 1534, al igual que con las otras interfaces de almacenamiento del sistema informático 1510, puede conectarse a un medio estándar legible por ordenador para el almacenamiento y/o recuperación de información, como una unidad de disco fijo 1544. La unidad de disco fijo 1544 puede ser una parte del sistema informático 1510 o puede estar separada y accederse a la misma a través de otros sistemas de interfaz. El módem 1547 puede proporcionar una conexión directa a un servidor remoto a través de un enlace telefónico o a Internet a través de un proveedor de servicios de Internet (ISP). La interfaz de red 1548 puede proporcionar una conexión directa a un servidor remoto a través de un enlace de red directo a Internet a través de un POP (punto de presencia). La interfaz de red 1548 puede proporcionar dicha conexión utilizando técnicas inalámbricas, que incluyen conexión de teléfono móvil digital, conexión de datos de paquete digital celular (CDPD), conexión de datos de satélite digitales o similares.

[0062] Muchos otros dispositivos o subsistemas (no mostrados) pueden conectarse de manera similar (por ejemplo, escáneres de documentos, cámaras digitales, etc.). Por otra parte, no es necesario que todos los dispositivos mostrados en la Figura 15 estén presentes para poner en práctica los presentes sistemas y métodos. Los dispositivos y subsistemas se pueden interconectar de formas diferentes a las que se muestran en la Figura 15. El funcionamiento de un sistema informático como el que se muestra en la Figura 15 se conoce ampliamente en la técnica y no se analiza en detalle en esta solicitud. El código para implementar la presente descripción se puede almacenar en un medio legible por ordenador, como uno o más de los siguientes: la memoria del sistema 1517, el disco fijo 1544, el disco óptico 1542 o el disquete 1538. El sistema operativo proporcionado en el sistema informático 1510 puede ser MS-DOS®, MS-WINDOWS®, OS/2®, UNIX®, Linux® u otro sistema operativo conocido.

[0063] Además, con respecto a las señales descritas en la presente memoria, los expertos en la materia reconocerán que una señal puede transmitirse directamente desde un primer bloque a un segundo bloque, o una señal puede modificarse (por ejemplo, ser amplificada, atenuada, retardada, enganchada, almacenada en búfer, invertida, filtrada o modificada de otro modo) entre los bloques. Aunque las señales de la realización descrita anteriormente se caracterizan como transmitidas de un bloque al siguiente, otras realizaciones de los presentes sistemas y métodos pueden incluir señales modificadas en lugar de tales señales transmitidas directamente, siempre y cuando el aspecto informativo y/o funcional de la señal se transmita entre bloques. Hasta cierto punto, una señal de entrada en un segundo bloque puede conceptualizarse como una segunda señal derivada de una primera señal de salida de un primer bloque debido a las limitaciones físicas de los circuitos implicados (por ejemplo, inevitablemente se producirá algo de atenuación y retraso). Por lo tanto, como se usa en la presente, una segunda señal derivada de una primera señal incluye la primera señal o cualquier modificación a la primera señal, ya sea debido a limitaciones del circuito o debido al paso a través de otros elementos del circuito que no cambian el aspecto informativo y/o funcional final de la primera señal.

Aplicabilidad Industrial

[0064] De acuerdo con los presentes ejemplos de sistemas y métodos, se proporciona un aparato único para inspeccionar y determinar la calidad de productos oftálmicos, como por ejemplo lentes de contacto. Como se ha señalado anteriormente, el usuario no tiene la tarea de tomar la decisión final sobre si la lente bajo prueba será aprobada o rechazada. Más bien, el usuario es mucho más preciso al determinar las sutilezas de los defectos, es decir, determinar si un defecto potencial es un defecto real o simplemente se trata de un contaminante u otro problema en el sistema. Por ejemplo, un pelo de pequeñas dimensiones, una partícula pequeña o un poco de pelusa pueden introducirse en la solución salina y filtrarse a la superficie de la lente bajo prueba. Un usuario humano puede identificar fácilmente que el defecto potencial es simplemente un contaminante debido a la naturaleza especial de ese tipo de defecto en la superficie de la lente y al hecho de que el ser humano puede manipular la lente con un par de pinzas en la cubeta.

[0065] Sin embargo, los usuarios humanos no son fiables a la hora de medir un defecto frente a un estándar conocido. Más bien, los usuarios humanos suelen introducir algún tipo de sesgo en la determinación, como por ejemplo un sesgo por las diferencias de percepción de un observador a otro y un sesgo por las diferencias de percepción de un mismo observador en función de las circunstancias, lo que tiene como consecuencia resultados contradictorios. En otras palabras, el usuario puede tomar diferentes decisiones en diferentes días, dependiendo de si durmió bien la noche anterior o de si tiene un problema emocional, etc. Por lo tanto, normalmente existen diferencias entre diferentes personas sobre lo que inspeccionan y los resultados que obtienen.

[0066] Por consiguiente, el presente sistema permite la identificación humana de los defectos reales y posteriormente el sistema cuantifica los defectos. En otras palabras, el usuario humano clasifica el instrumento, clasifica el defecto a través de la identificación y después el ordenador mide el defecto de acuerdo con un estándar fijo basado en algoritmos preprogramados. En consecuencia, el usuario humano nunca emite un juicio sobre la aplicabilidad de aprobación o rechazo de ese defecto. De acuerdo con una realización, el usuario identifica un defecto y luego simplemente dibuja un círculo u otro identificador generalmente alrededor de ese defecto. El procesador del sistema identificará el defecto dentro de ese círculo dibujado e inmediatamente colocará una superposición sobre ese defecto que se ajustará exactamente a la entrada que la empresa ha establecido para dicho defecto con el fin de determinar si el defecto cumple con las normas de la empresa o ISO. Por lo tanto, cada defecto que se haya indicado en un círculo en esa categoría estará sujeto a una superposición común para que no haya subjetividad en la cuantificación de los defectos.

[0067] De acuerdo con un ejemplo de realización, una empresa individual puede proporcionar normas de referencia para la aceptabilidad de los defectos, que después son implementadas por el presente sistema tras una superposición de los defectos. En consecuencia, el presente sistema proporciona una interpretación completamente objetiva de si una lente bajo prueba es aprobada o rechazada y todas las lentes se juzgan siguiendo un conjunto de criterios acordados, que pueden o no ser las normas ISO.

[0068] De manera similar, dependiendo de la ampliación, una empresa que incorpore el presente sistema puede establecer límites para la aprobación o el rechazo de una lente. Los límites establecerán lo que constituye un defecto. La incorporación de una determinación del usuario reducirá o eliminará la ocurrencia de rechazos falsos de productos.

[0069] Además, en contraste con los sistemas tradicionales, el presente ejemplo de sistema proporciona un sistema de medición automático de un solo paso. Una vez que la lente bajo prueba se configura en la cubeta y el usuario está satisfecho de que no hay suficientes imperfecciones para constituir un defecto, se puede presionar un primer botón y la potencia y otros parámetros ISO se determinan automáticamente.

[0070] La descripción anterior se ha presentado únicamente con el fin de ilustrar y describir realizaciones y ejemplos de los principios descritos. Esta descripción no pretende ser exhaustiva ni limitar estos principios a ninguna forma precisa divulgada. Son posibles muchas modificaciones y variaciones a la vista de las descripciones anteriores.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) que comprende:
 - 5 una estructura de soporte (140), en donde el sistema (100) está soportado por la estructura de soporte y define colectivamente un solo aparato;
 - un procesador (1514);
 - 10 un componente de memoria (1517) acoplado de manera comunicativa al procesador (1514);
 - un dispositivo de medición (120) acoplado de manera comunicativa al procesador (1514), en donde el dispositivo de medición incluye una cubeta (200);
 - 15 un indicador de espesor central (EC) (130) que incluye un soporte de prueba (1000) y una sonda de prueba (1010) acoplados de manera comunicativa al procesador (1514); y
 - un dispositivo de visualización de datos (110) acoplado de manera comunicativa al procesador (1514);
 - en donde el procesador (1514) está configurado para identificar un defecto de un dispositivo oftálmico clasificado por un usuario humano y cuantificar el defecto al medir el defecto en relación con una superposición, en donde la superposición define un criterio de calidad estándar fijo para el dispositivo oftálmico.
2. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 1, en donde la cubeta (200) comprende además una cubeta completamente húmeda (200).
3. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 2, en donde la cubeta (200) comprende además un sistema magnético de posicionamiento y retención de cubeta configurado para acoplar la cubeta (200) al dispositivo de medición (120).
4. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 3, en donde el sistema magnético de posicionamiento y retención de cubeta comprende además al menos un imán de tierras raras (299) moldeado en la cubeta (200) y una placa de montaje correspondiente (430) formada en el dispositivo de medición (120).
5. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 4, en donde la placa de montaje (430) formada en el dispositivo de medición (120) comprende una superficie que presenta una inclinación de al menos 5 grados con respecto a la horizontal cuando el dispositivo de medición está dispuesto en una superficie nivelada.
6. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 1, en donde la cubeta (200) comprende además:
 - 35 un cuerpo de cubeta que incluye una pluralidad de paredes laterales (260) que definen un volumen interior; una base cerrada acoplada a la pluralidad de paredes laterales (260), en donde la base cerrada incluye un soporte magnético (220);
 - una pluralidad de orificios (286) formados en la pluralidad de paredes laterales (260);
 - 40 un deflector horizontal (240) dispuesto en el volumen interior por encima de la pluralidad de orificios (286); y una abertura de medición (281) formada en el volumen interior por encima del deflector horizontal (240).
7. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 6, en donde la cubeta (200) comprende además al menos una abertura de luz (280) formada en una primera pared lateral (260) y una abertura de medición opuesta (281) formada en una pared lateral opuesta (260).
8. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 6, en donde la cubeta (200) comprende además:
 - 45 un soporte de sensor térmico (250) formado en al menos una de las paredes laterales (260);
 - una pluralidad de deflectores (240) o placas de mezcla asociadas con el deflector horizontal (240); y
 - 50 al menos un elemento de posicionamiento de la lente dispuesto en la abertura de medición (281).
9. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 6, en donde la pluralidad de orificios (286) comprende un primer orificio y un segundo orificio;
 - 55 en donde la cubeta (200) comprende además una válvula de entrada (320) acoplada de manera fluida al primer orificio (286) y una válvula de salida (330) acoplada de forma fluida al segundo orificio (286).
10. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 6, que comprende además un sistema de bomba acoplado de manera fluida a la cubeta (200);
 - 60 en donde el sistema de bomba comprende además:
 - una bomba (300) acoplada de manera fluida a la válvula de entrada (320) y a la válvula de salida (330);
 - un filtro; y
 - una derivación (310) dispuesta entre la bomba (300) y las válvulas de entrada y salida;
 - en donde la derivación (310) está configurada para ser accionada de manera selectiva cuando se toman medidas dentro de la cubeta (200).
11. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de

- medición (120) comprende además:
- 5 un cuerpo principal (400) que incluye una base de montaje de cubeta (430);
una base aislante de vibraciones (440);
al menos una fuente de luz (420, 425) posicionada para iluminar selectivamente una lente bajo prueba (270)
dispuesta en la cubeta (200) cuando está montada en la base de montaje de cubeta (430); y
al menos una cámara (640, 650) dispuesta en el cuerpo principal.
 - 10 12. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 11, que comprende además:
un sensor Shack-Hartmann (660); y
un divisor de haz (670) dispuesto frente a la segunda fuente de luz, dirigiéndose una primera salida del divisor de haz (670) a la cámara de visión y control (640, 650) y dirigiéndose una segunda salida del divisor de haz (670) al sensor Shack-Hartman (660).
 - 15 13. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 12, en donde el sistema de inspección está configurado para generar imágenes de una lente bajo prueba (270) en al menos 3 campos de luz distintos, en donde dichas imágenes de al menos 3 campos de luz distintos son un campo de luz de campo brillante, un campo de luz telecéntrico y un campo de luz de campo oscuro.
 - 20 14. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 1, en donde el procesador (1514) está configurado para determinar una altura sagital de una lente bajo prueba (270) usando perfilometría.
 - 25 15. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 1, que comprende además un módulo de interpretación del color.
 - 30 16. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 1, en donde el sistema incorpora clasificación humana y automatizada.
 - 17. El sistema de inspección de dispositivo oftálmico (100) de la reivindicación 1, en donde dicha memoria (1517) incluye un código que, cuando es accedido por el procesador (1514), hace que el procesador (1514) muestre instrucciones de flujo de trabajo paso a paso para un usuario en el dispositivo de visualización de datos (110); en donde las instrucciones de flujo de trabajo paso a paso para un usuario en el dispositivo de visualización de datos están libres de instrucciones basadas en lenguaje hablado o escrito.

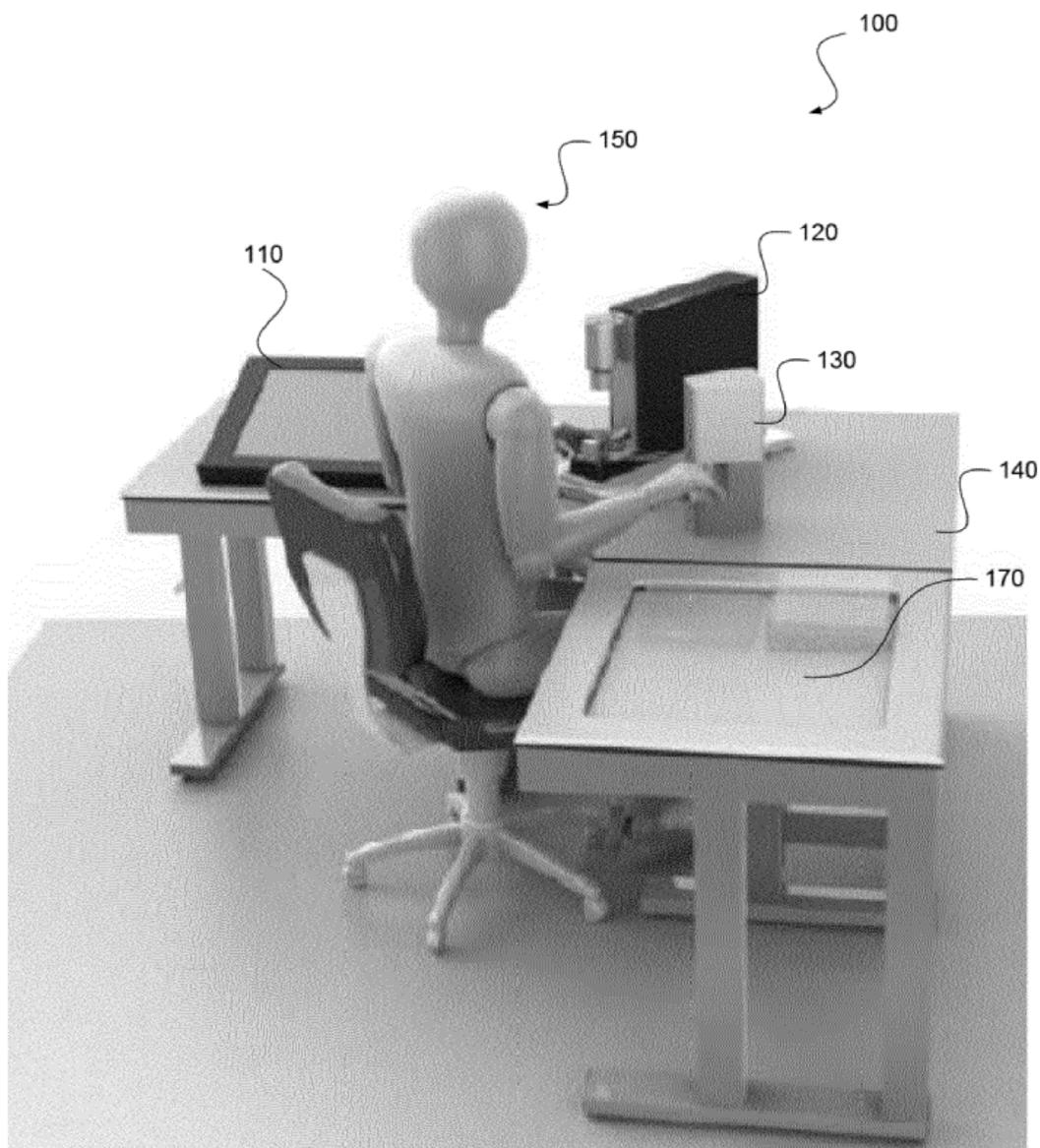


Fig. 1A

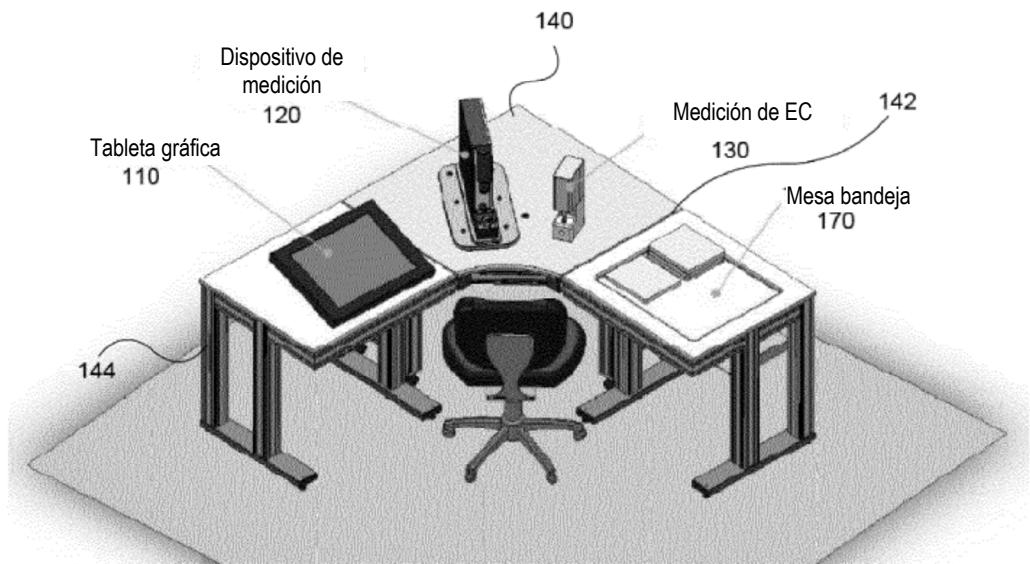


Fig. 1B

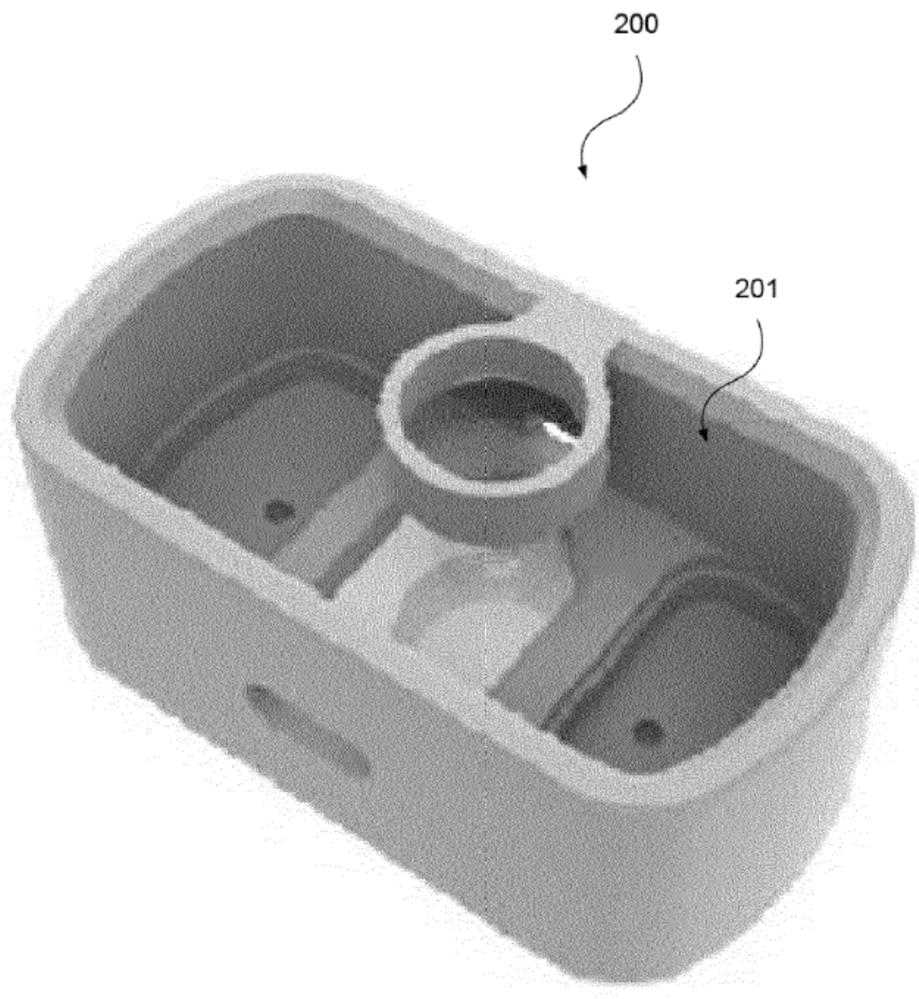


Fig. 2A

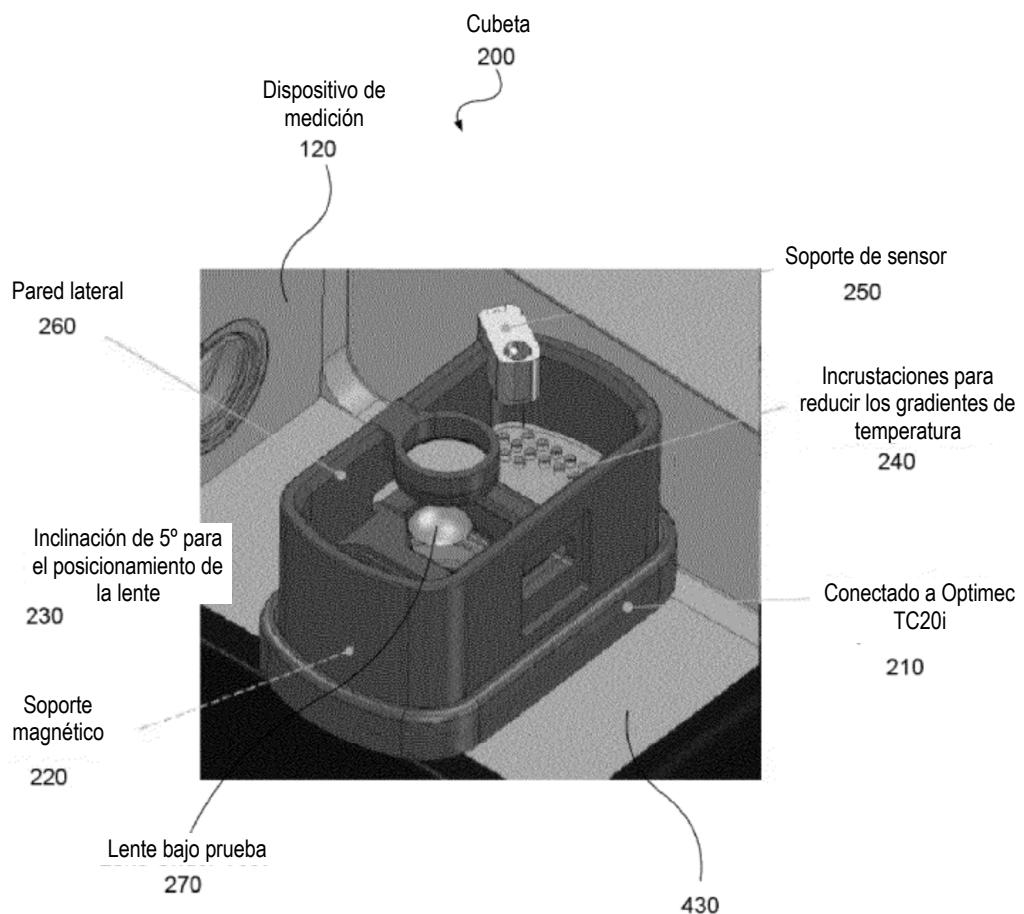


Fig. 2B

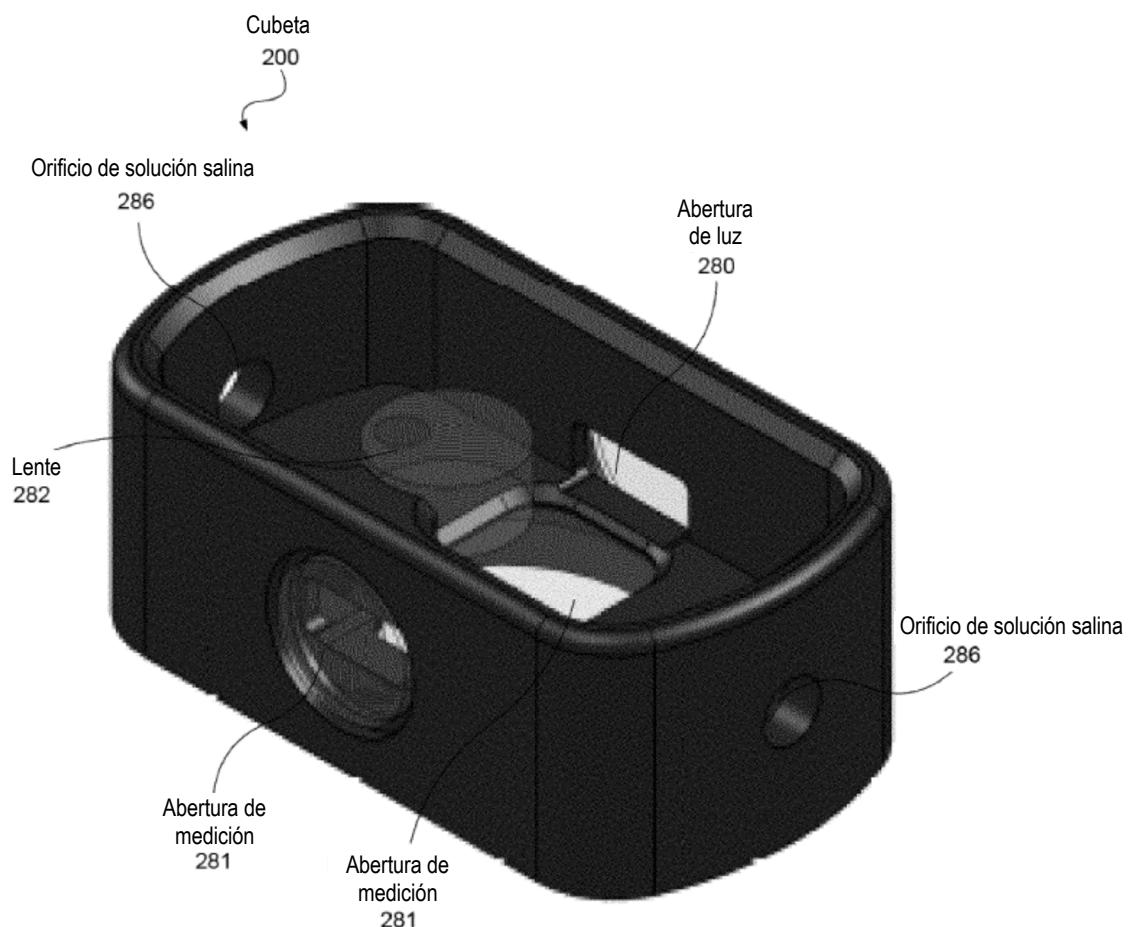


Fig. 2C

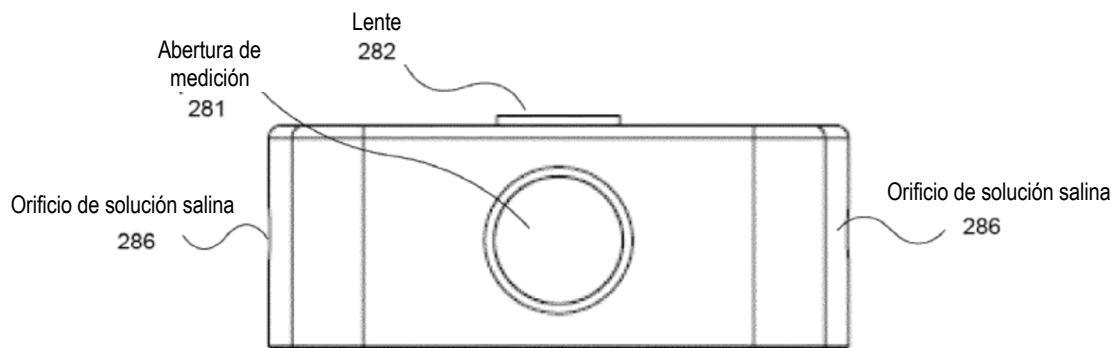


Fig. 2D

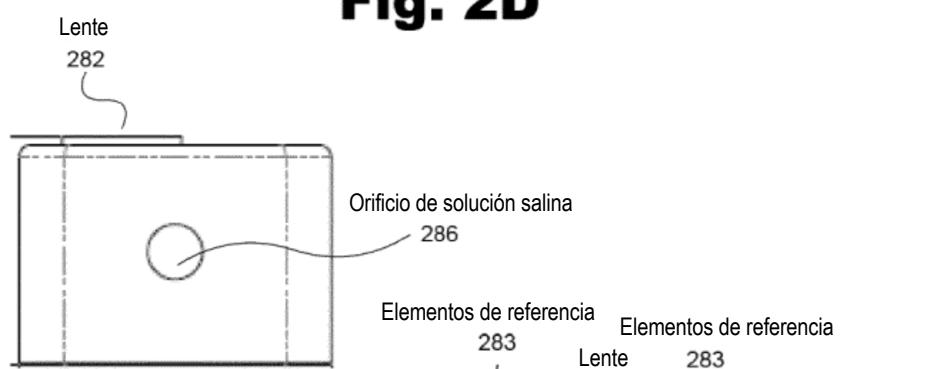


Fig. 2E

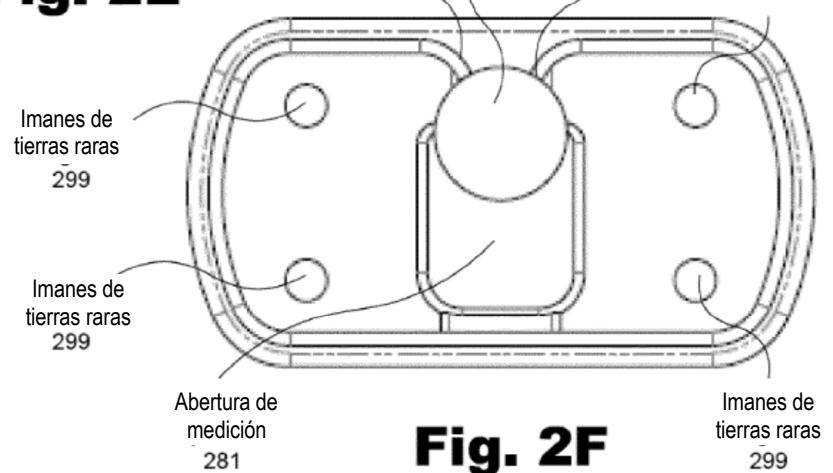


Fig. 2F

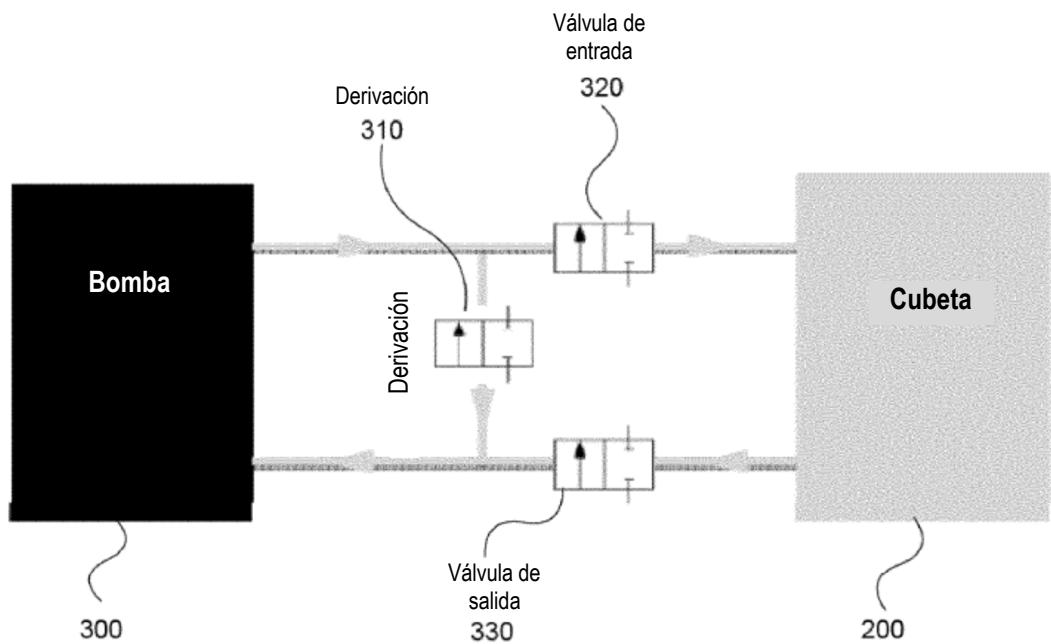


Fig. 3

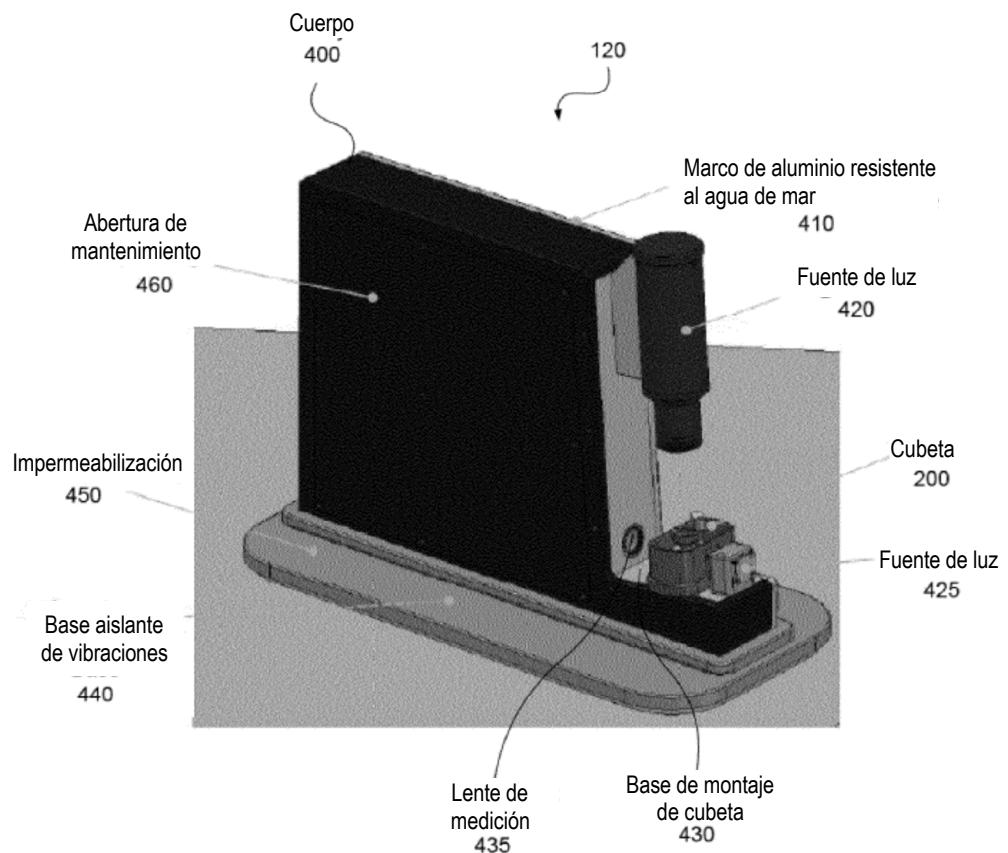


Fig. 4A

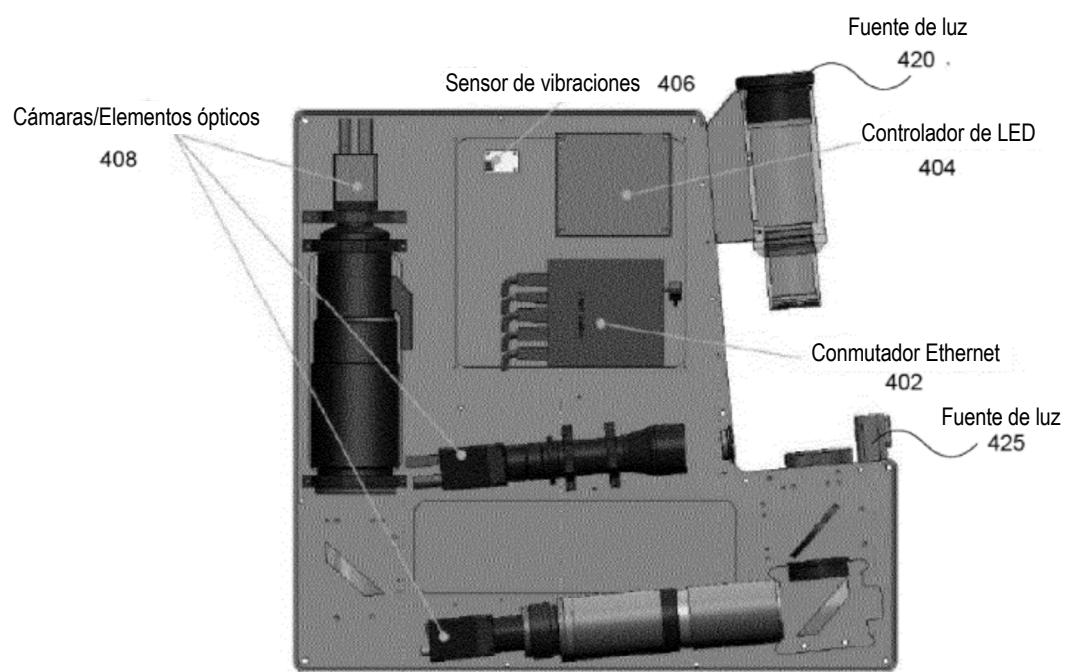


Fig. 4B

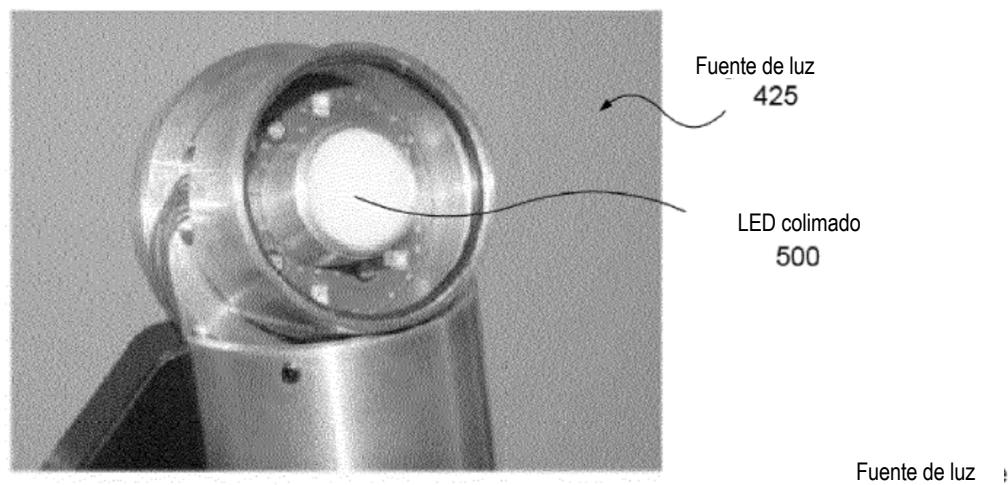


Fig. 5A

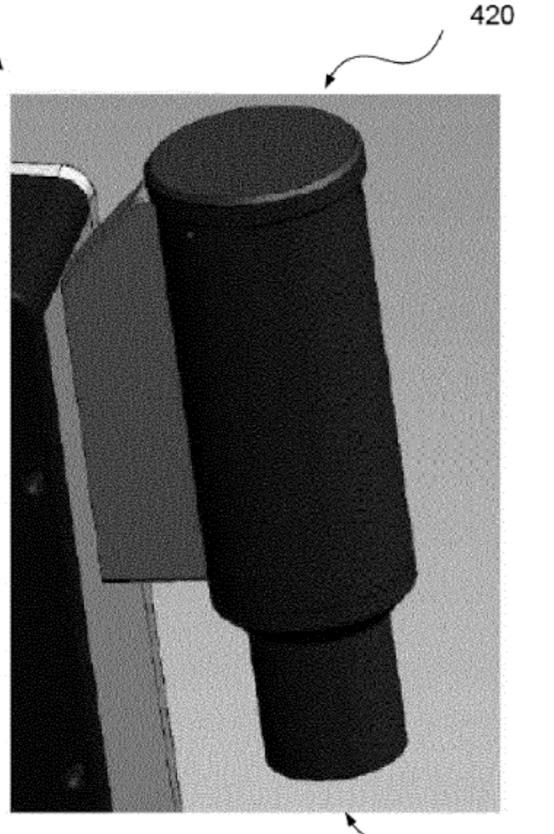
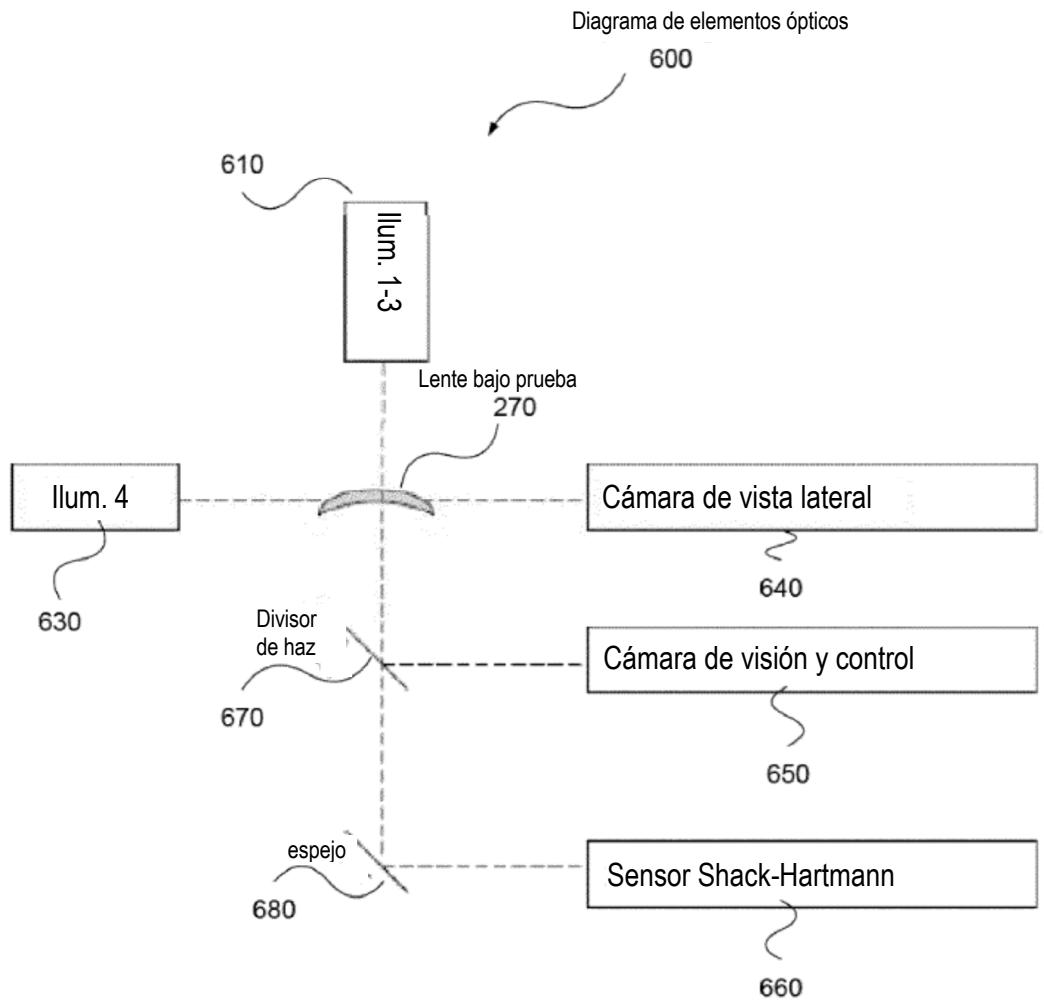


Fig. 5B

**Fig. 6A**

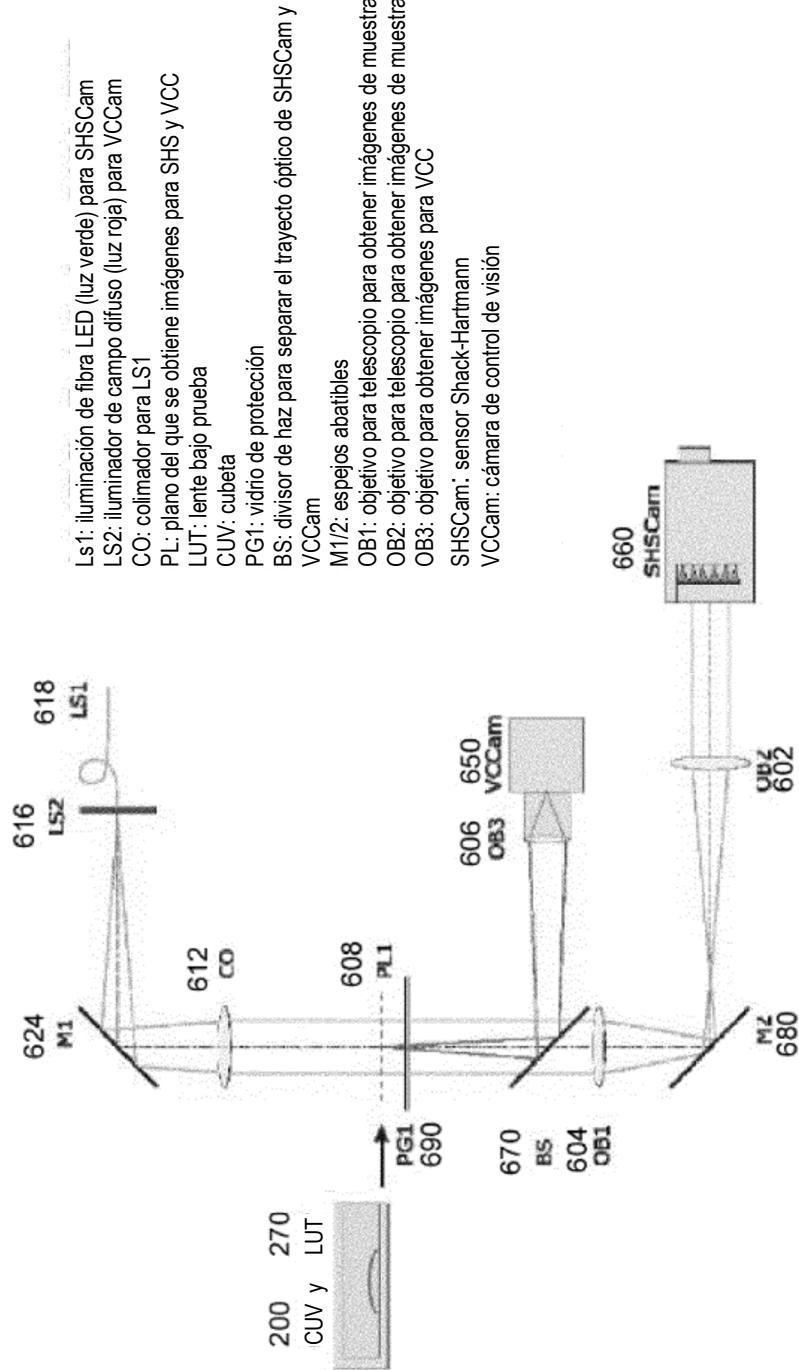
**Fig. 6B**

Fig. 7A

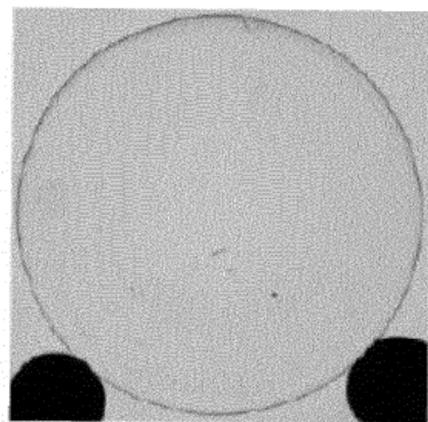


Fig. 7B

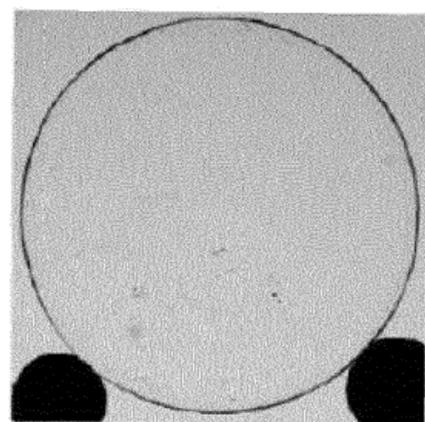
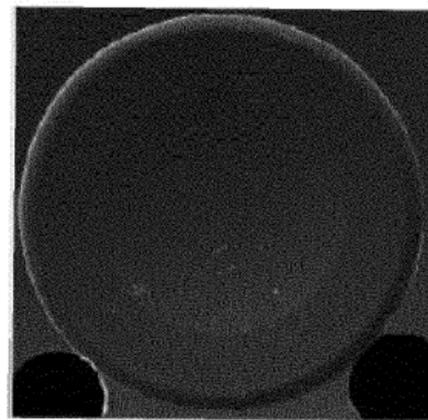


Fig. 7C



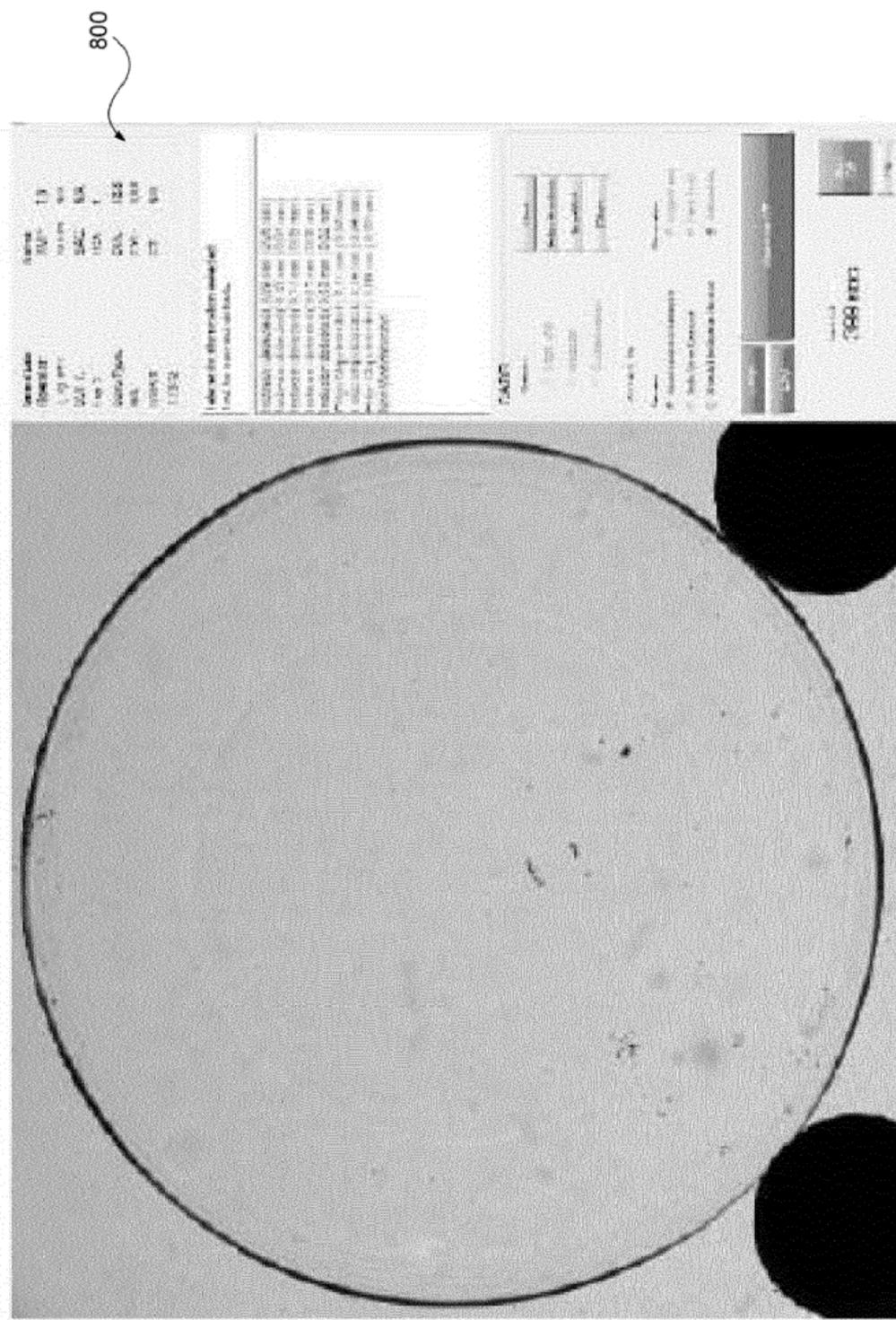


Fig. 8



Fig. 9A

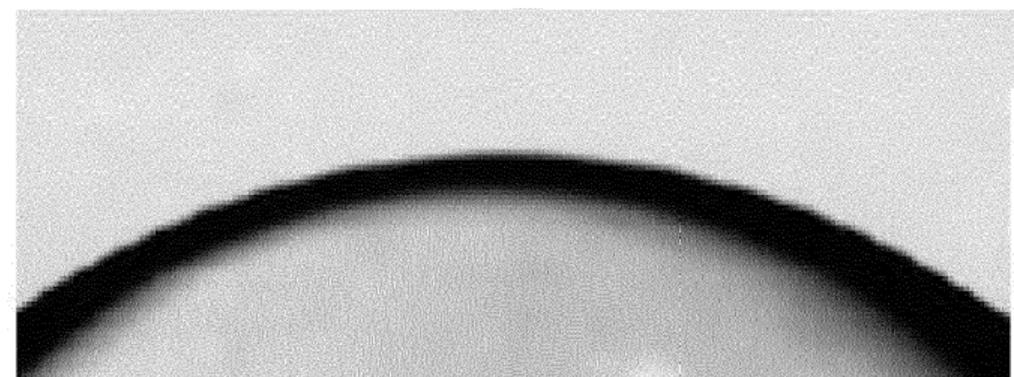


Fig. 9B

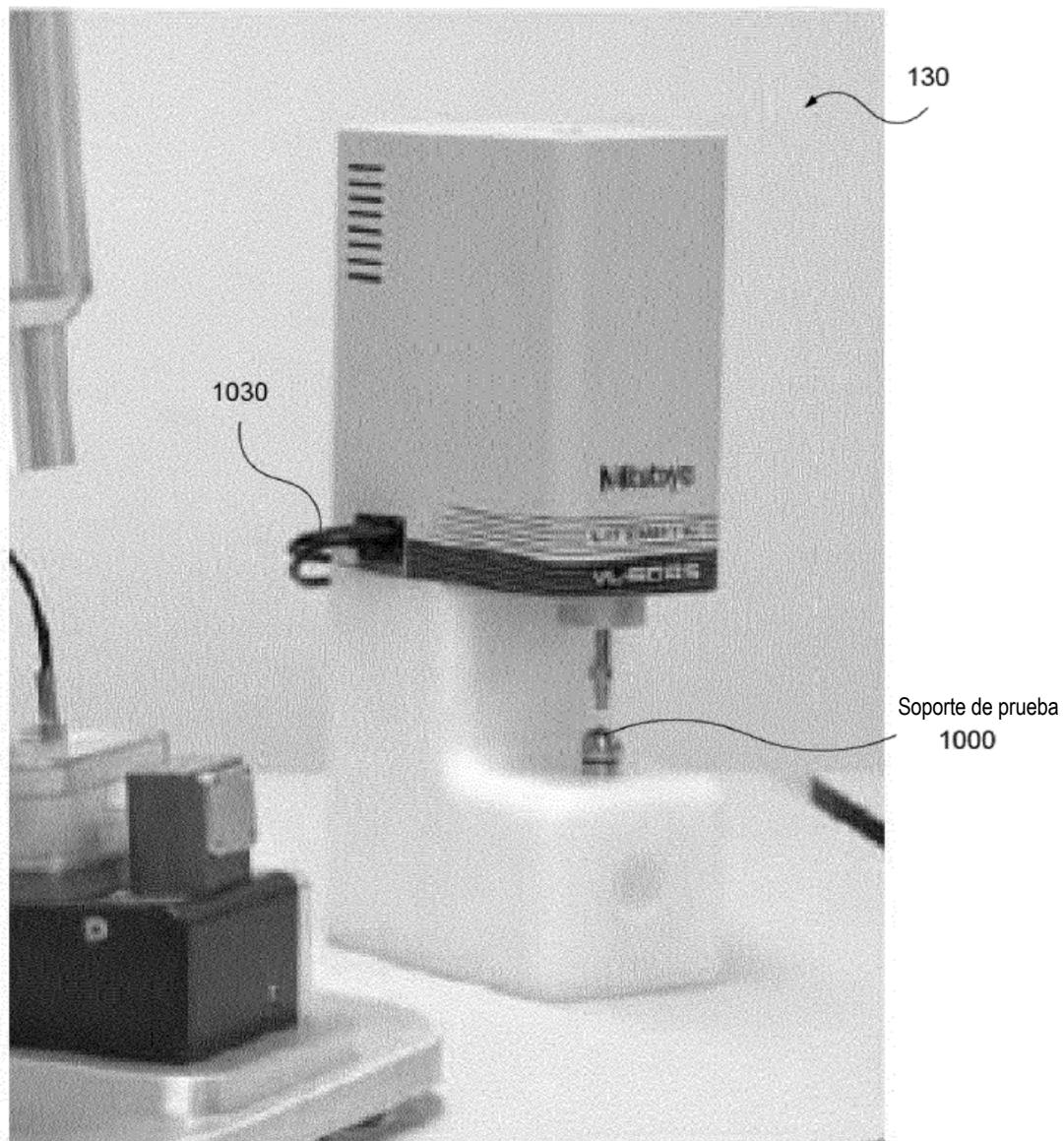


Fig. 10A

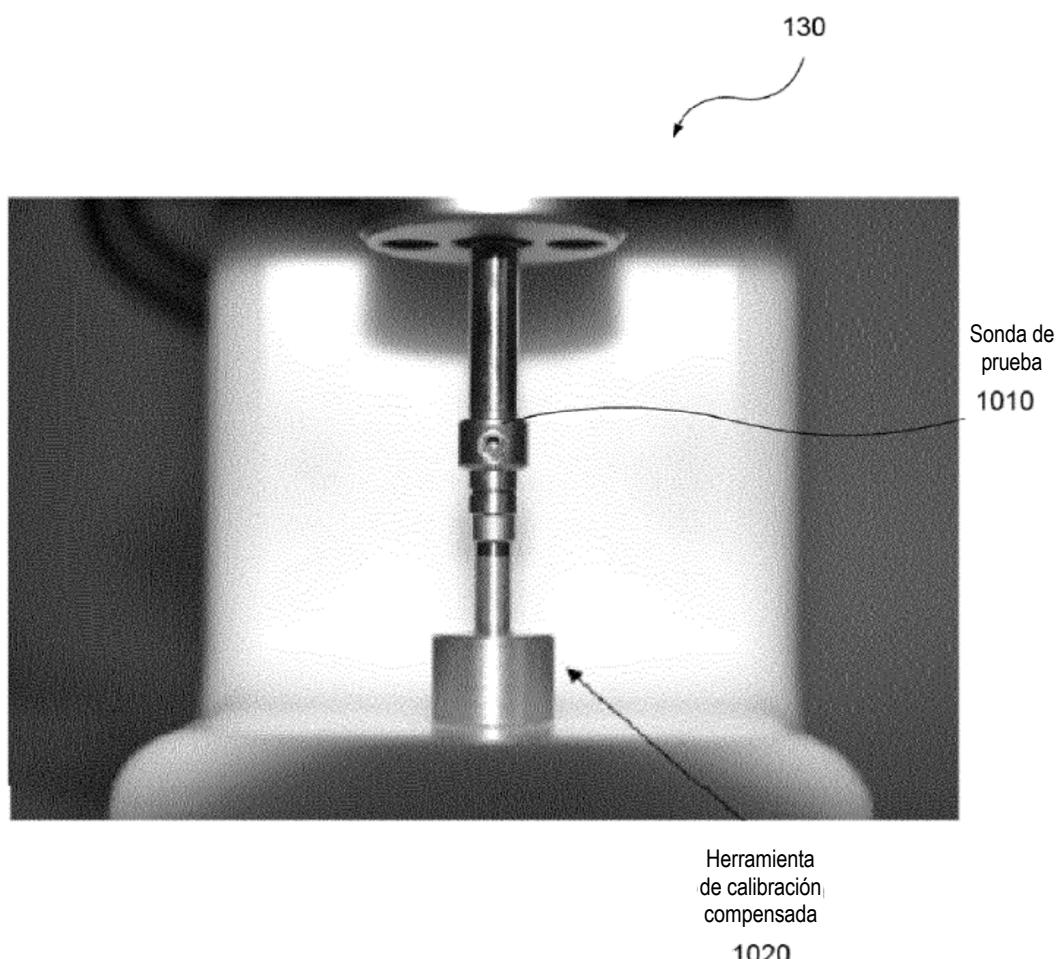
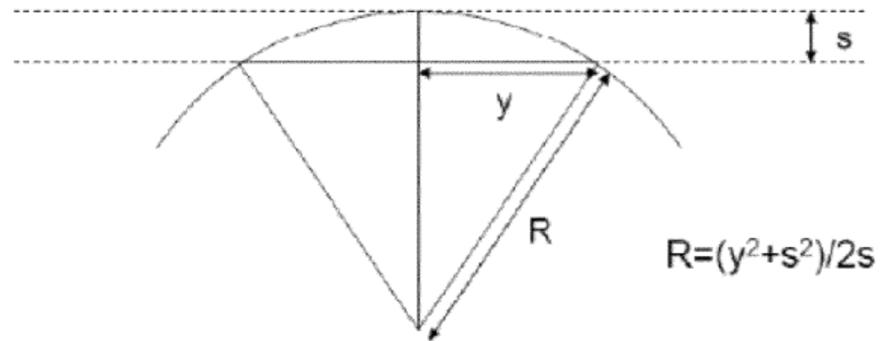


Fig. 10B



Curva base = 8,6 mm: $\Delta s = 5\mu \Rightarrow \Delta R = 20\mu$

Curva base = 30 mm: $\Delta s = 5\mu \Rightarrow \Delta R = 350\mu$

Fig. 11

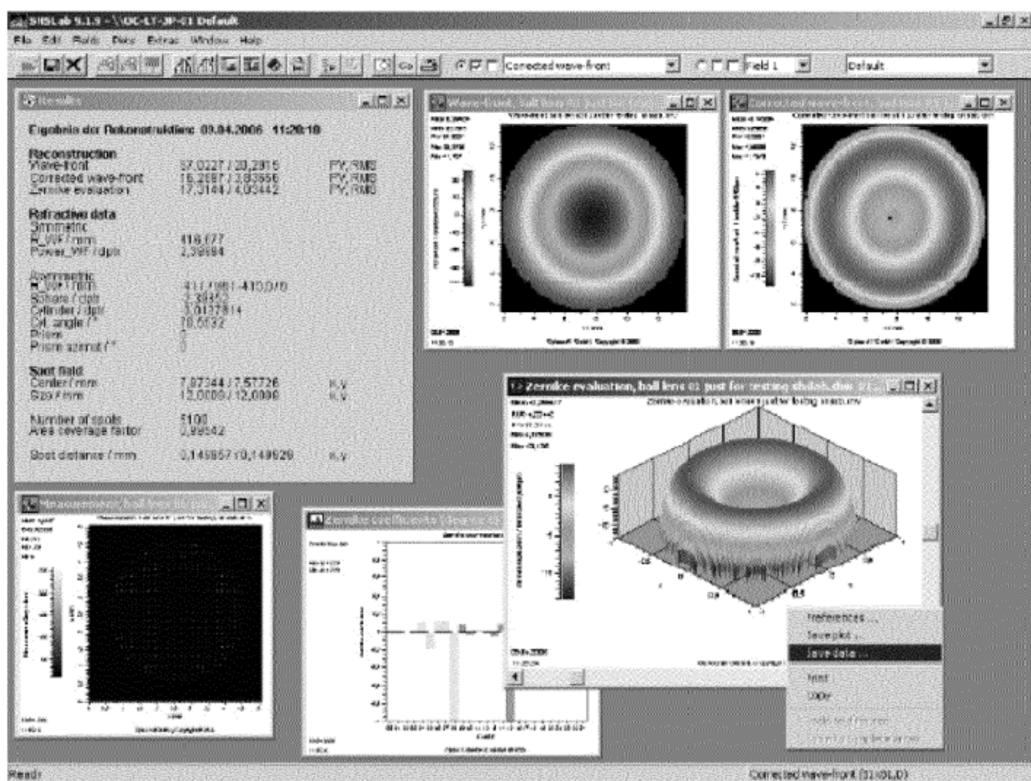


Fig. 12A

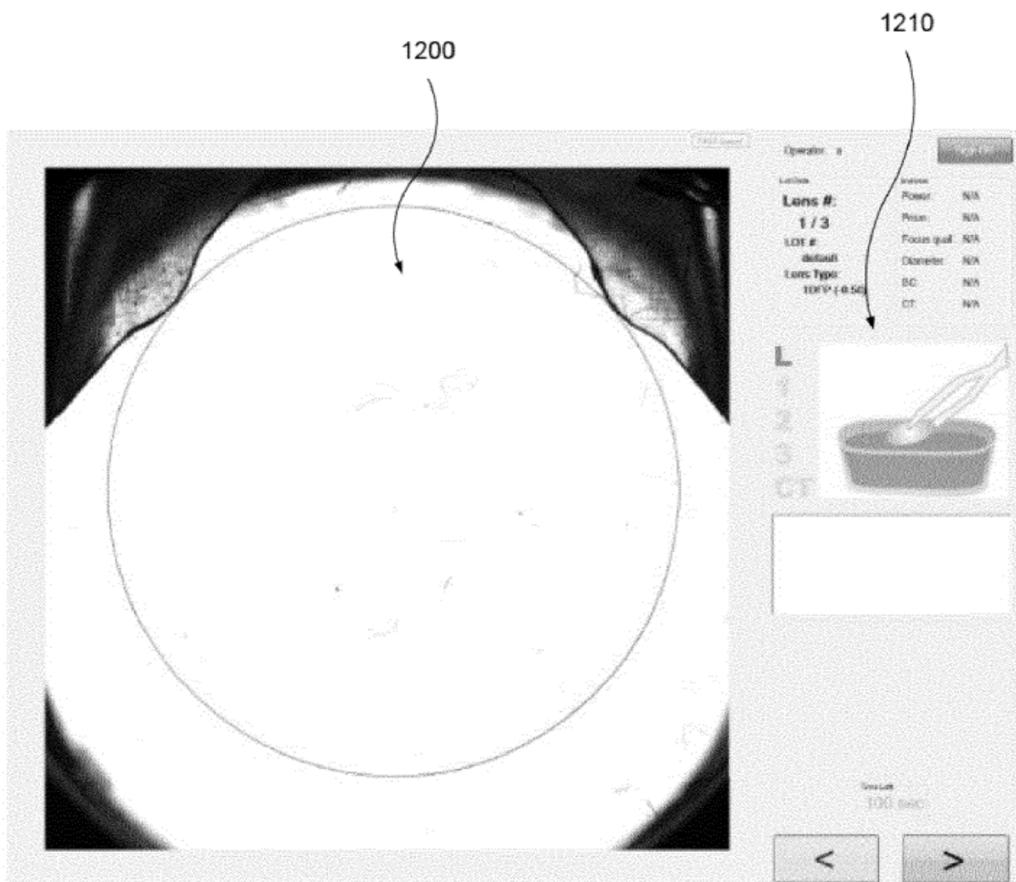
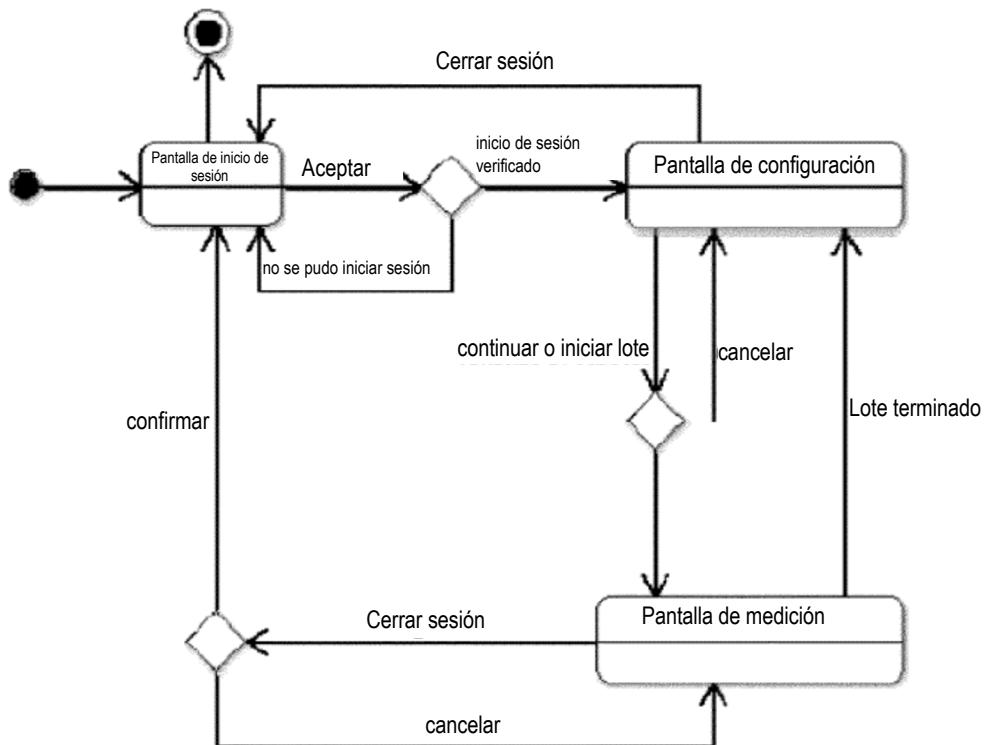


Fig. 12B

**Fig. 13A**

Flujo de trabajo (inspección de lente)

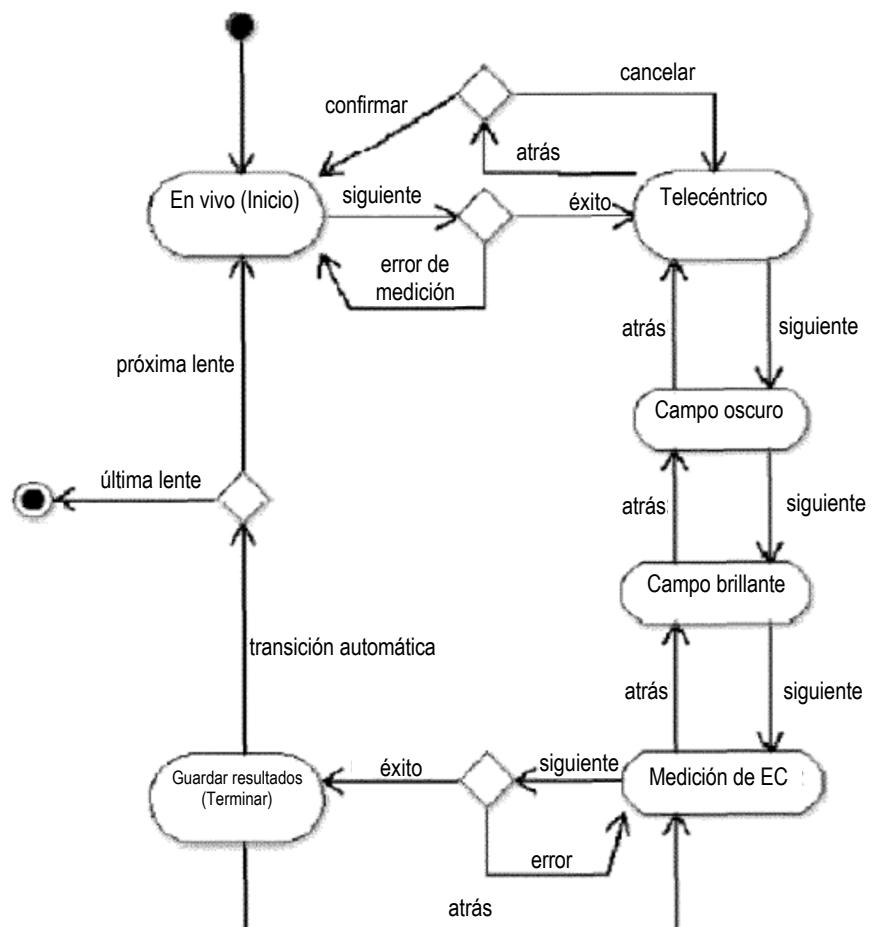
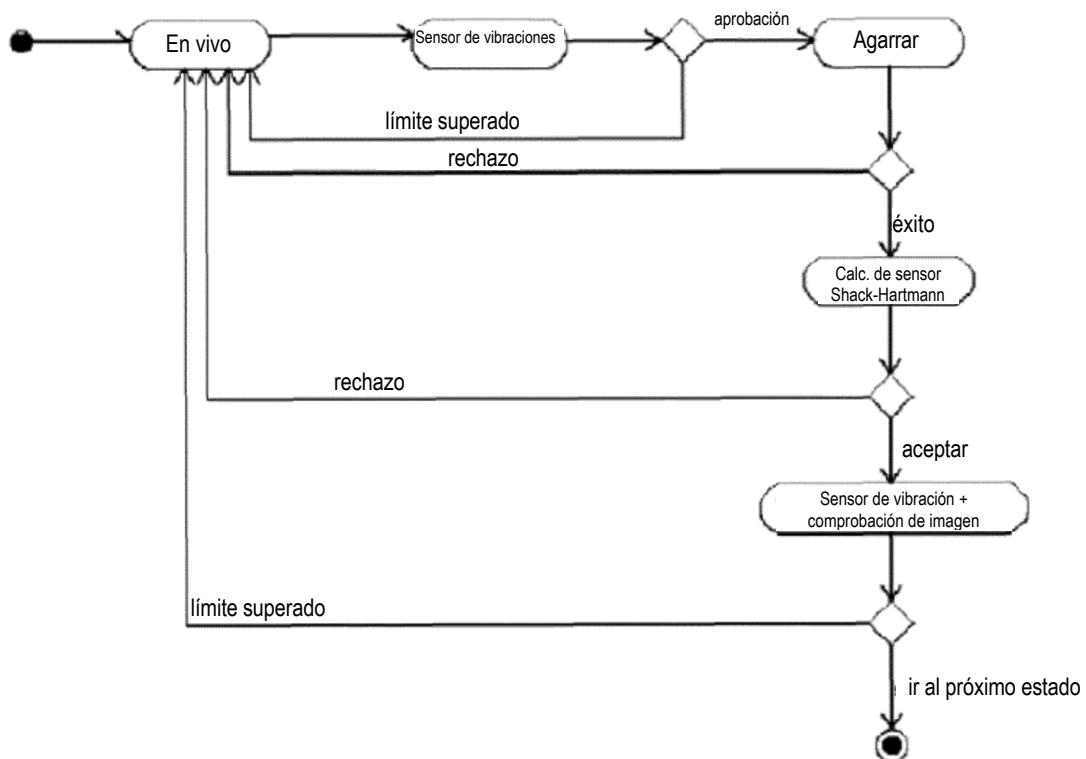
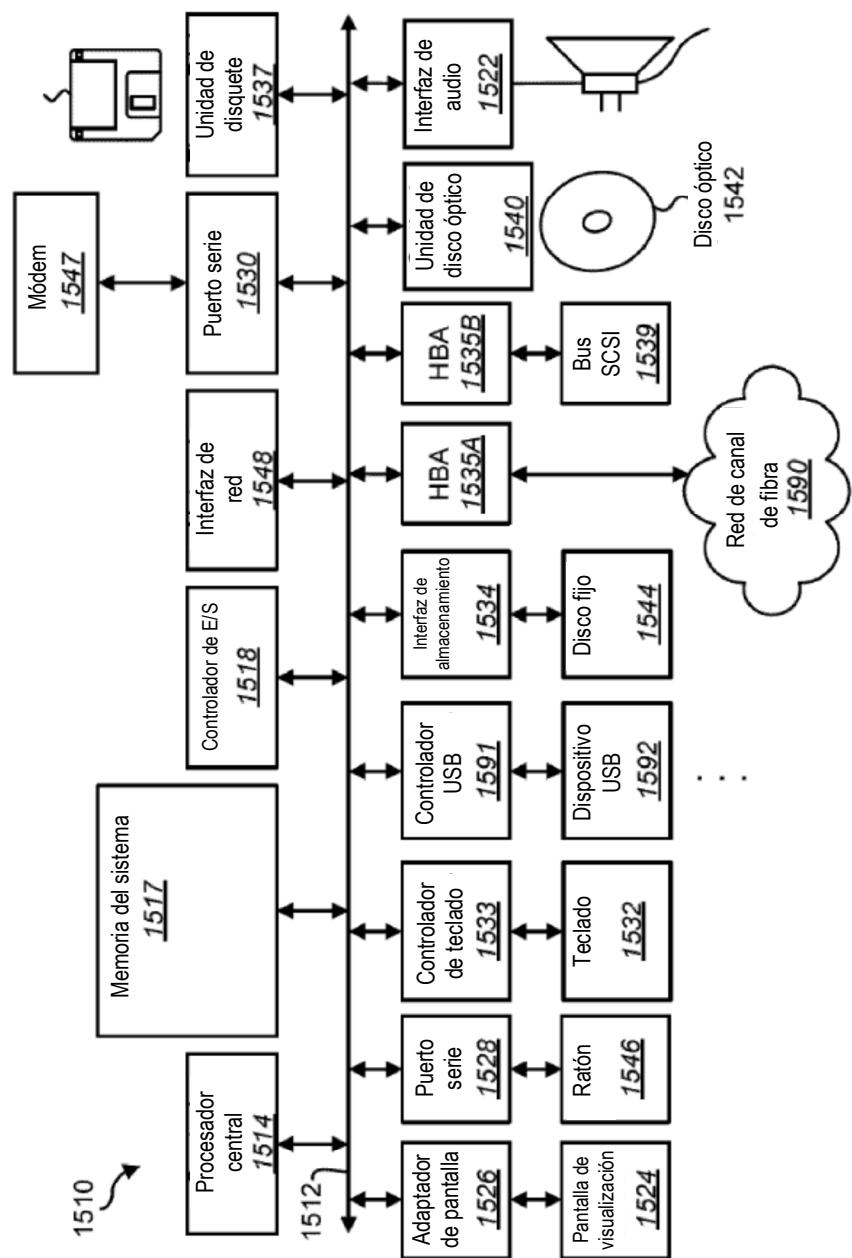


Fig. 13B

Flujo de trabajo (medición)

**Fig. 13C**

**Fig. 14**