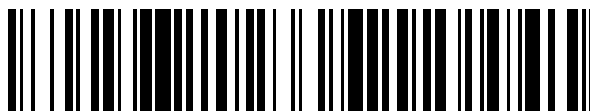


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 736**

51 Int. Cl.:

<b>G01N 21/84</b>	(2006.01)
<b>G01B 11/00</b>	(2006.01)
<b>G21C 17/003</b>	(2006.01)
<b>G21C 17/08</b>	(2006.01)
<b>G06T 7/00</b>	(2007.01)
<b>G06T 3/40</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2008 PCT/JP2008/067860**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2009 WO09044785**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2008 E 08836688 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018 EP 2199782**

54 Título: **Dispositivo de examen visual y método de examen visual**

30 Prioridad:

**03.10.2007 JP 2007259481**  
**13.05.2008 JP 2008126321**  
**28.05.2008 JP 2008139561**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.04.2018**

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (100.0%)**  
**1-1 Shibaura 1-chome Minato-ku**  
**Tokyo 105-8001, JP**

72 Inventor/es:

**AIKAWA, TETSURO;**  
**SATOH, YOSHINORI;**  
**OCHIAI, MAKOTO;**  
**ODAKE, TATSUYA;**  
**ADACHI, HIROYUKI;**  
**YUGUCHI, YASUHIRO y**  
**TAKABAYASHI, JUNICHI**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 661 736 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

Dispositivo de examen visual y método de examen visual

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato y método para su uso por parte de un inspector para inspeccionar visualmente un objetivo de inspección y, en particular, a un aparato y método para una inspección visual de la estructura de una instalación.

10

**Antecedentes de la técnica**

Las centrales eléctricas o instalaciones industriales realizan inspecciones periódicas con el fin de mantener la seguridad y la fiabilidad del equipo. En particular, se usan con frecuencia inspecciones visuales (IV) para facilitar la inspección. Por ejemplo, se han usado con frecuencia las inspecciones visuales en donde, en una central eléctrica nuclear, se usa una cámara accionada de forma remota para tomar una imagen de un objetivo de inspección y la imagen se visualiza en un monitor de tal modo que un inspector puede confirmar visualmente la imagen (el documento de patente 1). El fin del método es moderar el número de personas (trabajadores e inspectores) que trabajan en un área de control de radiación de la central eléctrica nuclear y acortar las horas de trabajo de las mismas.

15

20

Además, se ha inventado un método de obtención de un amplio intervalo de datos de imagen mediante la exploración de imágenes en el interior de un amplio alcance de una instalación grande tal como una central eléctrica nuclear usando un aparato de inspección en el que están montadas una pluralidad de cámaras (el documento de patente 2).

25

Además, los inventores de la presente invención han desarrollado y divulgado un aparato de inspección automática de cubierta que detecta de forma automática un defecto de cubierta en el interior de una vasija de presión nuclear (el documento de patente 3). El aparato de inspección automática de cubierta está configurado de tal modo que un dispositivo de detección se mueve por encima de una superficie de cubierta para tomar una imagen y la imagen se introduce en un dispositivo de procesamiento de imágenes; el dispositivo de procesamiento de imágenes realiza un procesamiento de imágenes sobre una señal de imagen a partir del dispositivo de detección; si se supone que la cubierta tiene un defecto, el dispositivo de procesamiento de imágenes calcula la forma en 3D (tridimensional) de esa porción; y un detector de imperfecciones calcula adicionalmente la forma tridimensional detallada del defecto. El aparato de inspección automática de cubierta puede detectar de forma automática cualquier defecto a partir de las imágenes de cubierta continuamente alimentadas y puede detectar una forma tridimensional más detallada de la porción detectada del defecto.

30

35

El documento de patente 1 es la solicitud de patente no examinada publicada de Japón (patente abierta a inspección pública) con n.º 2000-346976 (JP-A-2000-346976); el documento de patente 2 es la solicitud de patente no examinada publicada de Japón (patente abierta a inspección pública) con n.º 2002-149859 (JP-A-2002-149859); y el documento de patente 3 es la solicitud de patente no examinada publicada (patente abierta a inspección pública) con n.º 11-326580 (JP-A-11-326580).

40

45

Además, en el documento D6: Zhao, W. Y., "Super-Resolución with Significant Illumination Change", *Proc. Intl. Conf. on Image Processing (ICIP 2004)*, Vol. 3, páginas 1771 - 1774, 2004, se divulga un estudio del impacto del cambio de iluminación sobre la súper resolución.

50

Además, el documento US 2003/0137585 A1 divulga un sistema de visión de máquinas, en el que se adquieren cuatro imágenes a partir de campos de visión superpuestos. Hay un movimiento sub-píxel entre imágenes o bien de medio píxel o bien de un tercio de píxel. Las imágenes se combinan para proporcionar una única imagen de una resolución más alta. La cámara y el objeto están desplazados la una en relación con el otro por el movimiento de la cámara sobre un sistema de grúa de pórtico o al inclinar la lente con respecto a la cámara.

55

Además, un método de estimación de parámetros de elipse usando una cámara de vídeo y generando una imagen de alta resolución a partir de sus imágenes se divulga en "Subpixel Parameter Estimation for Elliptical Shapes Using Image Sequences" de J. M. Reed y col., en *Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 1994, IEEE International Conference on MFI 1994*, Las Vegas, NV, EE. UU., 2 - 5 de octubre de 1994, páginas 567 - 574.

60

**Divulgación de la invención**

La inspección visual que se ha mencionado en lo que antecede requiere que un inspector detecte visualmente un defecto a partir de imágenes de cámara. Por lo tanto, si la resolución de cámara no es suficiente para detectar un defecto, la visibilidad de defectos se reduce, lo que conduce a una posibilidad de ausencia de detección de un defecto por inadvertencia. Con el fin de evitar una inadvertencia de defectos de este tipo, es necesario que se realice

65

una inspección mediante el estrechamiento del campo de visión pero, desafortunadamente, lleva tiempo tomar imágenes de la totalidad de las estructuras en el interior de un horno de una instalación grande usando una cámara con un campo de visión estrecho y, por lo tanto, el tiempo de inspección se vuelve más largo.

5 Además, tal como se divulga en el documento de patente 2, se ha conocido una técnica de reducción del tiempo de inspección usando una pluralidad de cámaras, pero desafortunadamente el método requiere un aparato más grande y tiene unos costes más altos y una capacidad operativa menor. Además, debido a que la técnica conocida tal como se divulga en el documento de patente 2 únicamente obtiene unas imágenes que no superan la resolución de cada cámara usada, para un usuario, las imágenes obtenidas no siempre son de una resolución suficiente.

10 Como alternativa, existe un método de uso de una cámara de alta resolución, pero la cámara de alta resolución tiene una tasa de tramas baja y, por lo tanto, tiene lugar una diferencia de tiempo entre el instante en el que el operador acciona la cámara y el instante en el que la operación se refleja sobre la imagen de cámara, lo que conduce a una capacidad operativa baja. Además, cuando se usa una cámara de alta resolución, hay un inconveniente ya que lleva tiempo tomar imágenes de la totalidad de las estructuras en el interior de un horno de la instalación grande usando una cámara con un campo de visión estrecho y, por lo tanto, el tiempo de inspección se vuelve más largo. Además, una imagen de alta resolución tiene un tamaño de datos grande y, por lo tanto, hay un inconveniente ya que el aparato de registro requiere una capacidad más grande que antes, y lleva más tiempo transmitir datos a través de una línea de comunicación.

20 Además, en lo que respecta al recurso de los inspectores, en la actualidad, los inspectores realizan inspecciones sobre el terreno y, por lo tanto, es imposible para el mismo inspector realizar inspecciones en diferentes centrales eléctricas. Por lo tanto, es difícil utilizar plenamente el recurso de los inspectores.

25 La presente invención se ha realizado para eliminar los inconvenientes anteriores, y un objeto de la presente invención es la provisión de un aparato de bajo coste y compacto y un método, para una inspección visual, capaz de mejorar la calidad de inspección usando una cámara que tiene una resolución convencional al presentar a los inspectores unas imágenes de inspección que tienen una visibilidad excelente de los defectos.

30 Otro objeto de la presente invención es la provisión de un aparato de inspección visual y un método de inspección visual que permite que el mismo inspector inspeccione diferentes centrales eléctricas sin la necesidad de que sea sobre el terreno y, por lo tanto, capaz de utilizar plenamente el recurso de los inspectores.

35 Otro objeto más de la presente invención es la provisión de un aparato de inspección visual y un método de inspección visual usando una cámara que tiene una resolución convencional para obtener una imagen (una imagen de alta resolución) que tiene una resolución más alta que la resolución convencional con el fin de posibilitar una inspección usando la imagen de alta resolución y, por lo tanto, capaz de mejorar la fiabilidad de la inspección y de reducir el tiempo de inspección.

40 Un aparato de inspección visual y un método de inspección visual son proporcionados por la presente invención tal como se define en la reivindicación 1 y la reivindicación 17, de forma respectiva. En las reivindicaciones dependientes se dan desarrollos adicionales de la invención.

45 El aparato de inspección visual y el método de inspección visual de acuerdo con la presente invención pueden proporcionar un aparato de inspección de bajo coste y compacto, capaz de mejorar la calidad de inspección al presentar a los inspectores unas imágenes de inspección que tienen una visibilidad excelente de los defectos usando una cámara que tiene una resolución convencional así como pueden proporcionar un aparato de inspección y un método de inspección que permite que el mismo inspector inspeccione diferentes centrales eléctricas sin la necesidad de que sea sobre el terreno.

50 Además, las imágenes en serie temporal de un objetivo de inspección que son tomadas por una cámara se usan para generar unas imágenes de alta resolución que tienen, cada una, una resolución de píxeles más alta que la resolución de píxeles de las imágenes de cámara por medio de soporte lógico y para presentar al inspector las imágenes de alta resolución de tal modo que el inspector puede usar las imágenes de alta resolución para inspeccionar visualmente el objetivo de inspección, permitiendo de ese modo una fiabilidad mejorada de la inspección y una reducción en el tiempo de inspección. Además, la calidad de las imágenes de alta resolución obtenidas se evalúa de forma cuantitativa y se presenta al inspector, garantizando de ese modo la fiabilidad de la inspección usando imágenes de alta resolución.

60 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una primera forma de realización de la presente invención;  
 la figura 2 es un dibujo explicativo que explica un primer método de selección de imágenes que se aplica al dispositivo de selección de imágenes del aparato de inspección visual de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención;

la figura 3 es un dibujo explicativo que explica un segundo método de selección de imágenes que se aplica al dispositivo de selección de imágenes del aparato de inspección visual de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención;

5 la figura 4 es una vista esquemática que ilustra una configuración del dispositivo de creación de imágenes de alta resolución del aparato de inspección visual de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención;

10 la figura 5 (que incluye las figuras 5A y 5B) es un dibujo explicativo que explica los métodos de generación de imágenes de alta resolución que se aplica al dispositivo de creación de imágenes de alta resolución del aparato de inspección visual de acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención, la figura 5A es una vista esquemática que ilustra las imágenes de inspección antes de que se genere una imagen de alta resolución, y la figura 5B es una vista esquemática que ilustra la imagen de alta resolución generada;

la figura 6 es un dibujo explicativo que explica el método de potenciación de contraste para la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución que se ilustra en la figura 1;

15 la figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención;

la figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una tercera forma de realización de la presente invención;

20 la figura 9 es un dibujo explicativo que ilustra una configuración del dispositivo de reconocimiento de imágenes de la inspección visual de acuerdo con una tercera forma de realización de la presente invención y un contenido de procesamiento de imágenes que es realizado por el dispositivo de reconocimiento de imágenes;

la figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una cuarta forma de realización de la presente invención;

25 la figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una quinta forma de realización de la presente invención;

la figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una sexta forma de realización de la presente invención;

30 la figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una séptima forma de realización de la presente invención;

la figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una octava forma de realización de la presente invención;

la figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una novena forma de realización de la presente invención;

35 la figura 16 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una décima forma de realización de la presente invención;

la figura 17 (que incluye las figuras 17A y 17B) es un dibujo explicativo que explica la puesta en coincidencia de bloques que es realizada por el dispositivo de estimación de movimiento, la figura 17A es una vista esquemática que ilustra una imagen que agranda una imagen de cámara ya almacenada, y la figura 17B es una vista esquemática que ilustra una imagen que agranda una imagen de cámara nueva;

40 la figura 18 es un dibujo explicativo que explica el dispositivo de estimación de movimiento, del aparato de inspección visual de acuerdo con una décima forma de realización de la presente invención, para estimar el movimiento de la cámara;

la figura 19 (que incluye las figuras 19A y 19B) es un dibujo explicativo que explica un primer método de evaluación de imágenes que se aplica al dispositivo de evaluación de imágenes, la figura 19A es una vista esquemática que ilustra una imagen de cámara, y la figura 19B es una vista esquemática que ilustra una imagen de alta resolución;

45 la figura 20 (que incluye las figuras 20A, 20B y 20C) es un dibujo explicativo que explica un segundo método de evaluación de imágenes de evaluación de una imagen de alta resolución que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes, la figura 20A es una vista esquemática que ilustra una imagen de cámara, la figura 20B es una vista esquemática que ilustra una imagen de alta resolución, y la figura 20C es una vista esquemática que ilustra una imagen de cámara simulada;

50 la figura 21 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una décimo primera forma de realización de la presente invención;

la figura 22 es un dibujo explicativo que explica el método de evaluación, de evaluación de una imagen de alta resolución, que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes del aparato de inspección visual de acuerdo con una décimo primera forma de realización de la presente invención;

55 la figura 23 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una décimo segunda forma de realización de la presente invención;

la figura 24 es un dibujo explicativo que explica el método de evaluación, de evaluación de una imagen de alta resolución, que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes del aparato de inspección visual de acuerdo con una décimo segunda forma de realización de la presente invención; y

60 la figura 25 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual de acuerdo con una décimo tercera forma de realización de la presente invención.

**Mejor modo para llevar a cabo la invención**

En lo sucesivo en el presente documento se describirá, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, el mejor modo para llevar a cabo la presente invención.

5 [Primera forma de realización]

10 La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como “primer aparato de inspección visual”, en lo sucesivo en el presente documento) 10A de acuerdo con una primera forma de realización de la presente invención.

15 Tal como se ilustra en la figura 1, el primer aparato de inspección visual 10A incluye una cámara 11 que toma una imagen de un objetivo de inspección (un objeto que se va a inspeccionar) 1; un dispositivo de soporte 12 que soporta la cámara 11; un dispositivo de entrada de imágenes 13 que alimenta una imagen de vídeo que es tomada por la cámara 11 y genera una imagen digital; un dispositivo de selección de imágenes 14 que selecciona una imagen de inspección que se va a usar para una inspección sobre la base de la cantidad de característica a partir de las imágenes de inspección que se emiten a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13; un dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 que usa la imagen que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 para generar una imagen de alta resolución que tiene una resolución más alta que la resolución de la imagen seleccionada; y un dispositivo de salida de imágenes 16 que visualiza la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 y la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15.

25 A continuación se describirá el funcionamiento del primer aparato de inspección visual 10A.

30 La cámara 11 se puede mover en sentido horizontal y en sentido vertical con respecto al objetivo de inspección 1 de acuerdo con el movimiento o el accionamiento del dispositivo de soporte 12 para explorar y puede tomar una imagen del objetivo de inspección 1. La imagen que es tomada por la cámara 11 se emite a partir de la cámara 11 al dispositivo de entrada de imágenes 13.

35 El dispositivo de soporte 12 cuelga la cámara 11, por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 1, con el fin de sujetar la cámara 11 en una posición previamente determinada capaz de tomar una imagen de un objetivo de inspección 1. Además, el dispositivo de soporte 12 incluye un mecanismo de accionamiento para ajustar la posición de la cámara 11 con el fin de posibilitar un ajuste manual o automático de la posición de la cámara 11.

El dispositivo de entrada de imágenes 13 introduce una imagen a partir de la cámara 11, realiza una conversión digital sobre la imagen introducida y emite la imagen digital convertida al dispositivo de selección de imágenes 14.

40 El dispositivo de selección de imágenes 14 introduce la imagen (imagen digital) a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13, realiza un procesamiento de imágenes sobre la imagen introducida para medir la cantidad de característica de imagen, usa la cantidad de característica de imagen medida para seleccionar una imagen (una imagen de inspección) que se va a usar para una inspección, y emite la imagen seleccionada tanto al dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 como al dispositivo de salida de imágenes 16.

45 El dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 genera (crea) una imagen de alta resolución que tiene una resolución más alta que la de la imagen original mediante la utilización de una pluralidad de imágenes de inspección que se introducen a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 y emite la imagen de alta resolución al dispositivo de salida de imágenes 16.

50 El dispositivo de salida de imágenes 16 visualiza la imagen de inspección que se recibe a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 y la imagen de alta resolución que se recibe a partir del dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 que se va a proporcionar al inspector. Entonces, el inspector puede comparar de forma apropiada ambas imágenes para hallar y detectar visualmente cualquier defecto de una forma rápida y precisa así como puede evaluar la imagen de alta resolución generada. Entonces, sobre la base de la evaluación, el inspector puede dar una instrucción para tomar una imagen del objetivo de inspección otra vez y para realizar el procesamiento de imágenes otra vez según sea necesario.

60 Los métodos de selección de imágenes (procesamiento de imágenes) que se aplican cuando el dispositivo de selección de imágenes 14 selecciona la imagen de inspección se describirán con más detalle.

65 Las figuras 2 y 3 son unos dibujos explicativos que realizan una explicación acerca de los métodos de selección de imágenes que se aplican cuando el dispositivo de selección de imágenes 14 selecciona la imagen de inspección, la figura 2 es un dibujo explicativo que explica un primer método de selección de imágenes y la figura 3 es un dibujo explicativo que explica un segundo método de selección de imágenes. Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, se describirán el primer método de selección de imágenes y el segundo método de selección de imágenes.

(Primer método de selección de imágenes)

El primer método de selección de imágenes es para realizar una búsqueda en los valores de correlación del brillo de imagen para determinar una posición que tiene el valor de correlación más alto y seleccionar una imagen de inspección sobre la base de la cantidad de desplazamiento por unidad de tiempo entre las imágenes con respecto a la posición.

La figura 2 ilustra dos imágenes 200A y 200B que se introducen a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13. El dispositivo de selección de imágenes 14 almacena de forma secuencial imágenes digitales que se introducen a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13, y realiza un procesamiento de imágenes usando las dos imágenes: la imagen ya almacenada 200A y una imagen nueva 200B que se introduce a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13.

De acuerdo con el primer método de selección de imágenes, el dispositivo de selección de imágenes 14 establece una región de comparación rectangular R1 en la imagen 200A y realiza una exploración de imagen sobre la región de comparación R1 al desplazar de forma secuencial la posición superpuesta de las imágenes en unidades de píxeles desde la parte superior izquierda a la parte inferior derecha de la imagen 200B (que se indica por medio de la flecha en la figura 2), ejecuta una puesta en coincidencia en cada posición, y calcula el valor de correlación de brillo.

El dispositivo de selección de imágenes 14 realiza una búsqueda en los valores de correlación de brillo que se calculan en cada posición para determinar una posición que tiene el valor de correlación más alto y calcula la cantidad de desplazamiento entre las imágenes con respecto a la posición de la región de comparación R1 de la imagen 200A. La cantidad de desplazamiento que se obtiene a partir de este cálculo indica la cantidad de movimiento del CdV (campo de visión) de acuerdo con el movimiento de la cámara 11. Entonces, el dispositivo de selección de imágenes 14 usa la diferencia de tiempo para tomar imágenes de las dos imágenes 200A y 200B para calcular la cantidad de desplazamiento por unidad de tiempo entre las mismas. Una cantidad de desplazamiento grande indica un movimiento de cámara grande y, por lo tanto, indica una fuerte posibilidad de que tenga lugar un desenfoque de la imagen. Por lo tanto, el dispositivo de selección de imágenes 14 selecciona una imagen que tiene una cantidad de desplazamiento pequeña como la imagen de inspección que se va a emitir.

Se debería de hacer notar que la descripción anterior de la región de comparación R1 se ha centrado en una única forma rectangular, pero la región de comparación R1 puede ser de cualquier forma con el fin de coincidir con la forma del objetivo de inspección y se puede usar una puesta en coincidencia de bloques para cada una de la pluralidad de regiones locales con el fin de corresponderse con una forma cóncavoconvexa de la superficie del mismo.

(Segundo método de selección de imágenes)

El segundo método de selección de imágenes es para seleccionar una imagen de inspección sobre la base de los histogramas de la diferencia de brillo 211A y 211B que se obtienen a partir de una imagen de diferencia de brillo 210 que indica la diferencia de brillo entre las dos imágenes 200A y 200B.

Tal como se ilustra en la figura 3, el dispositivo de selección de imágenes 14 que realiza el segundo método de selección de imágenes incluye: una unidad de procesamiento de valor absoluto de diferencia de imágenes 21 que usa las dos imágenes 200A y 200B que se introducen a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13 para obtener la imagen de diferencia de brillo 210 que indica la diferencia de brillo entre las dos imágenes 200A y 200B; y una unidad de cálculo de histogramas de diferencia de brillo 22 que usa la imagen de diferencia de brillo 210 obtenida para obtener los histogramas de diferencia de brillo 211 (211A y 211B). El dispositivo de selección de imágenes 14 que realiza el segundo método de selección de imágenes funciona de la misma forma que el dispositivo de selección de imágenes 14 que realiza el primer método de selección de imágenes. Más en concreto, el dispositivo de selección de imágenes 14 almacena de forma secuencial las imágenes que se introducen a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13, y realiza un procesamiento de imágenes usando las dos imágenes: la imagen ya almacenada 200A y una imagen nueva 200B que se introduce a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13.

De acuerdo con el segundo método de selección de imágenes, en primer lugar, la unidad de procesamiento de valor absoluto de diferencia de imágenes 21 realiza el procesamiento de valor absoluto de diferencia de imágenes sobre las dos imágenes 200A y 200B introducidas para obtener la imagen de diferencia de brillo 210 que indica la diferencia de brillo entre las dos imágenes. Entonces, la unidad de cálculo de histogramas de diferencia de brillo 22 usa la imagen de diferencia de brillo 210 obtenida entre dos imágenes para calcular los histogramas de diferencia de brillo 211. En el presente caso, los histogramas de diferencia de brillo 211 son, cada uno, una gráfica de frecuencias en el que la diferencia de brillo se representa gráficamente sobre el eje horizontal (en la figura 3, 8 bits = 0 a 255) y el número de píxeles de cada diferencia de brillo se representa gráficamente sobre el eje vertical.

Con referencia al histograma de diferencia de brillo 211, en el caso en el que la diferencia de brillo entre las dos imágenes es pequeña, los píxeles están distribuidos en un lado de una diferencia de brillo más pequeña tal como se ilustra en el histograma de diferencia de brillo 211A. Además, en el caso en el que la diferencia de brillo entre las imágenes es grande, los píxeles están distribuidos en un lado de una diferencia de brillo más grande tal como se ilustra en el histograma de diferencia de brillo 211B. La diferencia de brillo entre las imágenes es causada por el cambio en la iluminación. El histograma de diferencia de brillo 211A indica un cambio pequeño en la iluminación; y el histograma de diferencia de brillo 211B indica un cambio grande en la iluminación. Por lo tanto, el dispositivo de selección de imágenes 14 selecciona y emite una imagen, de un histograma en el que las frecuencias de los píxeles están distribuidas en un lado de una diferencia de brillo más pequeña, como una imagen de inspección.

Se debería de hacer notar que la presente descripción se ha centrado en un método de cálculo de valores absolutos de la diferencia de imagen sobre la totalidad de la imagen, pero el cálculo de valores absolutos de la diferencia de imagen se puede realizar sobre cualquier región con el fin de concordar con la forma de un objetivo de inspección 1 o se puede realizar sobre cada región local con el fin de detectar un cambio local en el brillo.

Además, la presente descripción se ha centrado en los métodos de selección de imágenes por medio del dispositivo de selección de imágenes 14 de tal modo que el primer método es para seleccionar una imagen sobre la base del movimiento de la cámara; y el segundo método es para seleccionar una imagen sobre la base del cambio en la iluminación, pero el primer método y el segundo método se pueden combinar para seleccionar una imagen.

Los métodos de generación de imágenes de alta resolución (procesamiento de imágenes) que se aplican cuando el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 genera la imagen de alta resolución se describirán con más detalle.

La figura 4 es una vista esquemática que ilustra una configuración del dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 del primer aparato de inspección visual 10A.

Tal como se ilustra en la figura 4, el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 incluye una unidad de alineación de imágenes 26 y una unidad de estimación de brillo 27. Cada imagen que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 se introduce a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 en la unidad de alineación de imágenes 26 y la unidad de estimación de brillo 27 del dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15.

La unidad de alineación de imágenes 26 almacena de forma secuencial las imágenes de inspección que se introducen a partir del dispositivo de selección de imágenes 14, y realiza un procesamiento de imágenes sobre las dos imágenes: la imagen ya almacenada y una imagen de inspección nueva que se introduce a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 para comparar las dos imágenes y realizar una alineación de imágenes con una precisión sub-píxel, es decir, una precisión de una resolución más alta que la resolución de un píxel.

El método de ejecución es de tal modo que una imagen se agranda para aumentar la precisión de píxeles de la imagen; de la misma forma que en el primer método de selección de imágenes del dispositivo de selección de imágenes 14, se establece una región de comparación, y la imagen se explora al desplazar de forma secuencial la posición de alineación de imágenes en unidades de píxeles; y se realiza una puesta en coincidencia en cada posición para calcular el valor de correlación de brillo. Entonces, en los valores de correlación de brillo que se calculan en cada posición se realiza una búsqueda para determinar una posición que tiene el valor de correlación más alto para realizar la alineación de imágenes. Si la superficie del objetivo de inspección 1 es de una forma cóncavoconvexa, la distancia de la cámara 11 al objetivo de inspección 1 no es constante y, por lo tanto, la posición de alineación de imágenes es diferente para cada región local. En ese caso, la puesta en coincidencia se realiza para cada región local y la alineación de imágenes se realiza para cada región local.

La unidad de estimación de brillo 27 usa la imagen de inspección que se introduce a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 y la posición de alineación que se establece por medio de la unidad de alineación de imágenes 26 para generar una imagen (una imagen de alta resolución) que tiene una resolución más alta que la resolución de la imagen de inspección que se introduce a partir del dispositivo de selección de imágenes 14.

Las figuras 5 son, cada una, un dibujo explicativo que explica los métodos de generación de imágenes de alta resolución (procesamiento de imágenes) que se aplican al dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 del primer aparato de inspección visual 10A. La figura 5A es una vista esquemática que ilustra las imágenes de inspección 220A y 220B antes de que se genere una imagen de alta resolución. La figura 5B es una vista esquemática que ilustra la imagen de alta resolución generada 230. Obsérvese que, en la figura 5, como un ejemplo, la resolución de la imagen de alta resolución 230 dobla la resolución de las imágenes de inspección 220A y 220B.

El dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 realiza un procesamiento de imágenes con el fin de obtener una imagen de alta resolución 230 que se ilustra en la figura 5B en función de las imágenes de inspección 220A y 220B que se introducen a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 que se ilustra en la figura 5A.

Suponiendo que un píxel 221A de la imagen 220A tiene unas coordenadas (1, A), (2, A), (1, B) y (2, B) de una imagen de alta resolución 230 tal como se ilustra en la figura 5B, un píxel 221B de la imagen 220B se calcula a partir de la posición de alineación que se establece por medio de la unidad de alineación de imágenes 26 para hallar las coordenadas de la imagen de alta resolución 230. En el ejemplo que se ilustra en la figura 5B, las coordenadas se calculan como (2, B), (3, B), (2, C) y (3, C).

A continuación se calcula el brillo de la imagen de alta resolución 230. En el ejemplo que se ilustra en la figura 5B, la coordenada (2, B) de la imagen de alta resolución 230 está colocada en la misma coordenada que las del píxel 221A de la imagen de inspección 220A y el píxel 221B de la imagen de inspección 220B. La unidad de estimación de brillo 27 usa las intensidades del píxel 221A y el píxel 221B para estimar el brillo de la coordenada (2, B) de la imagen de alta resolución 230. Por ejemplo, el brillo de la coordenada (2, B) de la imagen de alta resolución 230 se estima como un brillo promedio entre el píxel 221A y el píxel 221B. De acuerdo con el procedimiento anterior, el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 estima de forma secuencial el brillo de la imagen en unidades de sub-píxeles, es decir, una resolución más alta que la resolución de un píxel para generar la imagen de alta resolución 230 del objetivo de inspección 1.

En el ejemplo que se ilustra en la figura 5, las dos imágenes de cámara 220A y 220B se usan para describir el método de generación de la imagen de alta resolución 230, pero el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 usa una pluralidad de imágenes de cámara para generar una imagen de alta resolución. En el ejemplo que se ha mencionado en lo que antecede, la imagen de alta resolución 230 se genera mediante la estimación del brillo de cada coordenada de la imagen de alta resolución 230 como un brillo promedio entre las dos imágenes de cámara 220A y 220B. Por lo tanto, se supone que el contraste de la imagen es bajo. A la vista de este punto, el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 realiza un procesamiento de potenciación de contraste para potenciar el contraste de la imagen de alta resolución generada 230.

La figura 6 es un dibujo explicativo que explica el método de potenciación de contraste para la imagen de alta resolución 230 que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15.

El procesamiento de potenciación de contraste que se muestra en la figura 6 se describe tomando un ejemplo de un proceso de potenciación del contraste del píxel 231 de la imagen de alta resolución 230. En primer lugar, suponiendo que el píxel 231 está ubicado en el centro de la imagen, se establecen un intervalo central 232 y un intervalo periférico 233. El intervalo periférico 233 ha de ser más extenso que el intervalo central 232. En la imagen de alta resolución 230 que se ilustra en la figura 6, como un ejemplo, el intervalo central 232 es de 3 x 3 píxeles, y el intervalo periférico 233 es de 5 x 5 píxeles.

El dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 calcula el brillo promedio de cada uno del intervalo central 232 y el intervalo periférico 233, y calcula el brillo ( $\alpha - \beta$ ) al deducir, del brillo promedio  $\alpha$  del intervalo central 232, el brillo promedio  $\beta$  del intervalo periférico 233. Si el brillo ( $\alpha - \beta$ ) calculado es positivo, el intervalo central 232 es más brillante que el intervalo periférico 233. Por el contrario, si el brillo ( $\alpha - \beta$ ) es negativo, el intervalo central 232 es más oscuro que el intervalo periférico 233. De acuerdo con el presente procesamiento de potenciación de contraste, el brillo ( $\alpha - \beta$ ) que es calculado por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 se añade al brillo del píxel 231. Entonces, si el intervalo central 232 es más brillante que el intervalo periférico 233, el píxel 231 se hace mucho más brillante; y, si el intervalo central 232 es más oscuro que el intervalo periférico 233, el píxel 231 se hace mucho más oscuro, potenciado de ese modo el contraste del píxel 231.

De acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención, el inspector puede confirmar e inspeccionar una imagen de alta resolución que tiene una resolución más alta que la resolución de la cámara 11, mejorando de ese modo la visibilidad de defectos y aumentando la calidad de inspección. Además, una imagen de alta resolución se puede generar a partir de una imagen cuando la cámara 11 tiene un movimiento pequeño o la iluminación tiene un cambio pequeño. Por lo tanto, la calidad de la imagen de alta resolución se aumenta y la visibilidad de defectos se mejora, aumentando de ese modo la calidad de inspección.

Obsérvese que la presente forma de realización usa una configuración de introducción de imágenes que son tomadas por la cámara 11 en el dispositivo de entrada de imágenes 13, pero se puede usar otra configuración de introducción de imágenes de vídeo que se registran en una cinta de vídeo existente, o similar, en el dispositivo de entrada de imágenes 13. Además, el procesamiento de imágenes que se ha mencionado en lo que antecede se puede aplicar no solo a imágenes monocromas sino también a imágenes en color.

[Segunda forma de realización]

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "segundo aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10B de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 7 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de la figura 1, y se omite la descripción de los mismos.



El segundo aparato de inspección visual 10B que se ilustra en la figura 7 difiere del primer aparato de inspección visual 10A que se ilustra en la figura 1 en que el segundo aparato de inspección visual 10B incluye adicionalmente un dispositivo de accionamiento de cámara 31 para accionar de forma remota la cámara 11 y un dispositivo de control de cámara 32 para controlar de forma remota la cámara 11 y el dispositivo de accionamiento de cámara 31.

5 El segundo aparato de inspección visual 10B no es sustancialmente diferente del primer aparato de inspección visual 10A en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de accionamiento de cámara 31 y el dispositivo de control de cámara 32.

10 Sobre la base de una señal de control a partir del dispositivo de control de cámara 32, el dispositivo de accionamiento de cámara 31 del segundo aparato de inspección visual 10B acciona de forma remota la cámara 11 y / o el dispositivo de soporte 12 para tomar imágenes (obtener imágenes) del objetivo de inspección 1. Dicho de otra forma, el dispositivo de accionamiento de cámara 31 realiza de forma remota una serie de operaciones hasta que se toman las imágenes, incluyendo el movimiento de la cámara 11.

15 El dispositivo de accionamiento de cámara 31 ajusta el CdV de la cámara 11 y la dirección de formación de imágenes de la cámara 11 de tal modo que la cámara 11 puede tomar una imagen apropiada del objetivo de inspección 1. Por ejemplo, el dispositivo de accionamiento de cámara 31 puede mover la cámara 11 en las direcciones axiales que se ilustran en la figura 1 (la dirección del eje X, la dirección del eje Y y la dirección del eje Z) y puede ajustar el ángulo de formación de imagen (el ángulo de acimut y el ángulo de elevación) de la misma y  
20 puede ajustar la longitud focal de la misma.

El dispositivo de control de cámara 32 recibe la entrada de operación de un operador y envía una señal de control de acuerdo con la operación introducida por el operador en el dispositivo de accionamiento de cámara 31 para controlar el funcionamiento del dispositivo de accionamiento de cámara 31. El dispositivo de control de cámara 32 controla el  
25 dispositivo de accionamiento de cámara 31 con el fin de evitar que tengan lugar un cambio abrupto en el ángulo de visión de la cámara 11 y un movimiento de accionamiento del dispositivo de accionamiento de cámara 31 tal como un movimiento de la cámara 11. Por lo tanto, la imagen del objetivo de inspección 1 que se toma sin perjudicar a la cantidad de característica de imagen que se requiere para la selección por el dispositivo de selección de imágenes 14 se emite a partir de la cámara 11.

30 Además de las ventajas que se obtienen por medio de la primera forma de realización, de acuerdo con la segunda forma de realización de la presente invención, el operador puede accionar de forma remota el CdV y la dirección de formación de imágenes de la cámara 11 así como el dispositivo de control de cámara 32 puede controlar el dispositivo de accionamiento de cámara 31 de tal modo que la imagen que es seleccionada por el dispositivo de  
35 selección de imágenes 14 se puede introducir a partir de la cámara 11 en el dispositivo de selección de imágenes 14 en cualquier momento o cualquier sincronismo según sea necesario. Por lo tanto, una imagen de alta resolución se puede generar en cualquier momento.

[Tercera forma de realización]

40 La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "tercer aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10C de acuerdo con una tercera forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 8 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de  
45 las figuras 1 y 7, y se omite la descripción de los mismos.

El tercer aparato de inspección visual 10C que se ilustra en la figura 8 difiere del primer aparato de inspección visual 10A que se ilustra en la figura 1 en que el tercer aparato de inspección visual 10C incluye adicionalmente un dispositivo de accionamiento de cámara 31; un dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 para reconocer el  
50 objetivo de inspección 1; y un dispositivo de registro de objetos de inspección 36 para registrar información de forma del objetivo de inspección 1. El tercer aparato de inspección visual 10C no es sustancialmente diferente del primer aparato de inspección visual 10A en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 y el dispositivo de registro de objetos de inspección 36.

55 El dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 lee una imagen que incluye información de forma del objetivo de inspección 1 que se registra en el dispositivo de registro de objetos de inspección 36 así como recibe una imagen que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13. Entonces, el dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 compara y recopila la imagen que se lee a partir del dispositivo de registro de objetos de inspección 36  
60 y la imagen que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13 mediante un procesamiento de imágenes para reconocer el objetivo de inspección 1.

El dispositivo de registro de objetos de inspección 36 almacena una imagen que tiene información de forma del objetivo de inspección 1. La imagen almacenada se lee en respuesta a una solicitud de lectura del dispositivo de  
65 reconocimiento de imágenes 35.

A continuación se describirá el funcionamiento del tercer aparato de inspección visual 10C.

La figura 9 es un dibujo explicativo que ilustra una configuración del dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 y un contenido de procesamiento de imágenes. En el presente caso, una imagen 250 es una imagen que tiene información de forma (información de forma de objetivo de inspección) del objetivo de inspección 1, tal como la imagen que se almacena en el dispositivo de registro de objetos de inspección 36. Además, la imagen 260 que se ilustra en la figura 9 es la imagen que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13.

Tal como se ilustra en la figura 9, el dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 incluye una unidad de procesamiento de agrandamiento / reducción de imágenes 41 para agrandar y reducir la imagen 260; una unidad de procesamiento de rotación de imágenes 42 para rotar una imagen que se emite a partir de la unidad de procesamiento de agrandamiento / reducción de imágenes 41; y una unidad de procesamiento de comparación de imágenes 43 para comparar y recopilar la imagen que se emite a partir de la unidad de procesamiento de rotación de imágenes 42 y la información de forma de objetivo de inspección (la imagen 250) que se lee a partir del dispositivo de registro de objetos de inspección 36.

En el dispositivo de reconocimiento de imágenes 35, en primer lugar, la unidad de procesamiento de agrandamiento / reducción de imágenes 41 realiza un procesamiento de imágenes (un proceso de agrandamiento / reducción de imágenes) de agrandamiento o reducción de la imagen 260 bajo una pluralidad de condiciones de ampliación o de reducción (el porcentaje de aumento). Entonces, la unidad de procesamiento de rotación de imágenes 42 realiza un procesamiento de imágenes (un proceso de rotación de imágenes) de rotación de cada una de las imágenes que se agrandan o que se reducen bajo una condición de ampliación o de reducción diferente, bajo una pluralidad de condiciones de rotación (el ángulo de rotación). Entonces, la unidad de procesamiento de comparación de imágenes 43 compara y recopila una pluralidad de imágenes convertidas que se emiten a partir de la unidad de procesamiento de rotación de imágenes 42 y la imagen 250 como una información de forma de objetivo de inspección que se lee a partir del dispositivo de registro de objetos de inspección 36 para reconocer el objetivo de inspección 1 a partir de la imagen 260.

El dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 reconoce el objetivo de inspección 1 a partir de la imagen que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13. Entonces, en función de los resultados reconocidos, el dispositivo de reconocimiento de imágenes 35 controla el ángulo de visión de la cámara 11 y la dirección de accionamiento del dispositivo de accionamiento de cámara 31 de tal modo que el campo de visión de la cámara 11 sigue al objetivo de inspección 1. En consecuencia, la cámara 11 puede tomar de forma estable una imagen del objetivo de inspección 1.

De acuerdo con la tercera forma de realización de la presente invención, además de las ventajas que se obtienen por medio de la primera forma de realización, el objetivo de inspección 1 se puede reconocer de forma automática a partir de las imágenes que son adquiridas por la cámara 11 y el CdV y la dirección de formación de imágenes de la cámara 11 se pueden controlar de forma automática. Como resultado, una imagen que va a ser seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 se puede introducir en cualquier momento a partir de la cámara 11 en el dispositivo de selección de imágenes 14 y, por lo tanto, una imagen de alta resolución se puede generar en cualquier momento.

[Cuarta forma de realización]

La figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "cuarto aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10D de acuerdo con una cuarta forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 10 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7 y 8, y se omite la descripción de los mismos.

El cuarto aparato de inspección visual 10D que se ilustra en la figura 10 difiere del primer aparato de inspección visual 10A que se ilustra en la figura 1 en que el cuarto aparato de inspección visual 10D incluye adicionalmente un dispositivo de accionamiento de cámara 31; y un dispositivo de cálculo (medición) de posición 45 para medir la posición de la cámara 11. El cuarto aparato de inspección visual 10D no es sustancialmente diferente del primer aparato de inspección visual 10A en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de cálculo (medición) de posición 45.

El dispositivo de cálculo de posición 45 del cuarto aparato de inspección visual 10D mide la posición de la cámara 11 usando un GPS (*Global Positioning System*, sistema de posicionamiento global) y otros métodos y emite los resultados medidos al dispositivo de salida de imágenes 16.

A continuación se describirá el funcionamiento del cuarto aparato de inspección visual 10D.

El cuarto aparato de inspección visual 10D funciona de la misma forma que el primer aparato de inspección visual 10A de una forma tal que las imágenes del objetivo de inspección 1 que son tomadas por la cámara 11 se alimentan

al dispositivo de entrada de imágenes 13; una imagen es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14; una imagen de alta resolución es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15; y además, el dispositivo de cálculo de posición 45 mide la posición de la cámara 11. Los resultados medidos de la posición de la cámara 11 se envían al dispositivo de salida de imágenes 16 junto con información de la posición de accionamiento de la cámara 11 que se envía a partir del dispositivo de accionamiento de cámara 31 e información del ángulo de visión de la cámara 11.

Sobre la base de la posición de la cámara 11 que es medida por el dispositivo de cálculo de posición 45, la posición de accionamiento de la cámara 11, y el ángulo de visión de la cámara 11, el dispositivo de salida de imágenes 16 calcula la posición del objetivo de inspección 1 cuya imagen está siendo tomada por la cámara 11, y visualiza el historial de las posiciones del objetivo de inspección 1 cuyas imágenes de alta resolución son generadas por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15.

Se debería de hacer notar que, de acuerdo con la presente forma de realización, sobre la base de la posición de la cámara 11 que es medida por el dispositivo de cálculo de posición 45, la posición de accionamiento de la cámara 11, y el ángulo de visión de la cámara 11, el dispositivo de salida de imágenes 16 calcula la posición del objetivo de inspección 1 cuya imagen está siendo tomada por la cámara 11, pero el dispositivo de cálculo de posición 45 puede realizar este cálculo.

De acuerdo con la cuarta forma de realización de la presente invención, además de las ventajas que se obtienen por medio de la primera forma de realización, se pueden entender las posiciones del objetivo de inspección 1 cuyas imágenes de alta resolución se generan y, por lo tanto, se puede añadir la información de posición del objetivo de inspección 1 y los resultados se pueden registrar para la gestión así como se pueden aclarar las ubicaciones de ausencia de inspección, evitando de ese modo una ausencia de inspección.

[Quinta forma de realización]

La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "quinto aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10E de acuerdo con una quinta forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 11 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8 y 10, y se omite la descripción de los mismos.

El quinto aparato de inspección visual 10E que se ilustra en la figura 11 difiere del primer aparato de inspección visual 10A que se ilustra en la figura 1 en que el quinto aparato de inspección visual 10E incluye adicionalmente un dispositivo de salida de imágenes 16E en lugar del dispositivo de salida de imágenes 16. El quinto aparato de inspección visual 10E no es sustancialmente diferente del primer aparato de inspección visual 10A en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de salida de imágenes 16E.

El dispositivo de salida de imágenes 16E que se ilustra en la figura 11 añade una memoria de registro de imágenes 48 al dispositivo de salida de imágenes 16 que se ilustra en la figura 1 con el fin de registrar las imágenes de alta resolución que se visualizan en el dispositivo de salida de imágenes 16. El quinto aparato de inspección visual 10E incluye el dispositivo de salida de imágenes 16E que tiene la memoria de registro de imágenes 48. Por lo tanto, si se detecta un defecto en el objetivo de inspección 1, se puede almacenar una imagen de alta resolución que tiene una resolución más alta que la resolución de la imagen que tiene un defecto del que se ha formado una imagen.

A continuación se describirá el funcionamiento del quinto aparato de inspección visual 10E.

En una inspección visual convencional, las imágenes de la cámara 11 se registran en una cinta de vídeo o similares. Si se halla un defecto en el objetivo de inspección, un inspector vuelve a la oficina con la cinta de vídeo, en donde el inspector crea el registro de inspección mediante la comprobación de las imágenes de vídeo que se reproducen a partir de la cinta de vídeo.

En contraposición a esto, de acuerdo con el quinto aparato de inspección visual 10E, mientras que el inspector está comprobando las imágenes que se visualizan en el dispositivo de salida de imágenes 16 y, cuando el inspector determina que hay un defecto en el objetivo de inspección 1, el quinto aparato de inspección visual 10E puede registrar la imagen de alta resolución que se visualiza en el dispositivo de salida de imágenes 16 en la memoria de registro de imágenes 48 del dispositivo de salida de imágenes 16 en respuesta a una instrucción de entrada de operación por parte del inspector. Por lo tanto, el inspector puede usar las imágenes de alta resolución que se registran en la memoria de registro de imágenes 48 del dispositivo de salida de imágenes 16 para crear un informe de inspección 49.

De acuerdo con la quinta forma de realización de la presente invención, además de las ventajas que se obtienen por medio de la primera forma de realización, mientras que el inspector está comprobando las imágenes que se visualizan en el dispositivo de salida de imágenes 16 y, cuando el inspector determina que hay un defecto, la imagen

de alta resolución correspondiente se puede registrar de forma secuencial en la memoria de registro de imágenes 48 para crear el informe de inspección 49, eliminando de ese modo la necesidad de crear el informe de inspección 49 mediante la comprobación de las imágenes de vídeo reproducidas, y reduciendo de este modo las horas de vinculación del inspector.

5 [Sexta forma de realización]

10 La figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como “sexto aparato de inspección visual”, en lo sucesivo en el presente documento) 10F de acuerdo con una sexta forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 12 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8, 10 y 11, y se omite la descripción de los mismos.

15 El sexto aparato de inspección visual 10F que se ilustra en la figura 12 se configura al separar el primer aparato de inspección visual 10A que se ilustra en la figura 1 en dos componentes: uno en un lado sobre el terreno; y otro en un lado de inspección (supervisión). En el lado sobre el terreno, la cámara 11 toma una imagen del objetivo de inspección 1. En el lado de inspección, se realiza una inspección al controlar y supervisar realmente el lado sobre el terreno desde una ubicación lejos del lado sobre el terreno. Más en concreto, el sexto aparato de inspección visual 10F que se ilustra en la figura 12 difiere del primer aparato de inspección visual 10A que se ilustra en la figura 1 en que el sexto aparato de inspección visual 10F incluye adicionalmente un dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno; y un dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección; y los dispositivos de transmisión / recepción 61 y 62 están conectados uno con otro a través de una línea de comunicación 63. El sexto aparato de inspección visual 10F no es sustancialmente diferente del primer aparato de inspección visual 10A en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en los dispositivos de transmisión / recepción 61 y 62, y la línea de comunicación 63.

30 Los dispositivos de transmisión / recepción 61 y 62 tienen, cada uno, una función para transmitir y recibir datos de imagen. El dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno recibe la imagen seleccionada a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 y transmite la imagen recibida al dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección a través de la línea de comunicación 63. Entonces, el dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección recibe la imagen que se transmite a partir del dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno a través de la línea de comunicación 63. En consecuencia, el dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección recibe la imagen seleccionada a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 a través del dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno y la línea de comunicación 63.

A continuación se describirá el funcionamiento del sexto aparato de inspección visual 10F.

40 El dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno transmite la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 al dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección usando la línea de comunicación 63. La línea de comunicación 63 se pone en práctica, por ejemplo, por medio de una línea telefónica, una LAN, una LAN inalámbrica, una comunicación de infrarrojos, una comunicación por satélite, y similares.

45 El dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección emite la imagen de inspección que se transmite a partir del dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno al dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 y el dispositivo de salida de imágenes 16. El dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 genera una imagen de alta resolución a partir de la imagen de inspección que se emite a partir del dispositivo de transmisión / recepción 61 y emite la imagen de alta resolución al dispositivo de salida de imágenes 16. El dispositivo de salida de imágenes 16 visualiza la imagen de inspección que se emite a partir del dispositivo de transmisión / recepción 62 y la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 que se va a proporcionar al inspector.

55 De acuerdo con la sexta forma de realización de la presente invención, además de las ventajas que se obtienen por medio de la primera forma de realización, una inspección visual remota y muy precisa adicional se puede realizar incluso en una ubicación (el lado de inspección) lejos del lado sobre el terreno usando la línea de comunicación 63. Además, una imagen de alta resolución que tiene una resolución alta se genera a partir de la imagen de inspección que se transmite y que se recibe a través de la línea de comunicación 63, reduciendo de ese modo la cantidad de datos más que mediante la transmisión y la recepción de la imagen de alta resolución a través de la línea de comunicación 63. Por lo tanto, incluso una inspección remota usando la línea de comunicación 63 con una banda de transmisión limitada puede proporcionar una inspección muy precisa. Además, el inspector puede comprobar las situaciones de formación de imágenes tales como la posición de la cámara 11 y la posición del objetivo de inspección 1 a partir de imágenes de inspección continuamente transmitidas. Por lo tanto, la misma inspección que la inspección convencional que se realiza sobre el terreno se puede realizar usando las imágenes de inspección que se transmiten y que se reciben a través de la línea de comunicación 63 sin la necesidad de que sea sobre el terreno.

[Séptima forma de realización]

La figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un séptimo aparato de inspección visual de inspección visual (al que se hará referencia como "séptimo aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10G de acuerdo con una séptima forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 13 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8 y 10 - 12, y se omite la descripción de los mismos.

El séptimo aparato de inspección visual 10G que se ilustra en la figura 13 difiere del sexto aparato de inspección visual 10F que se ilustra en la figura 12 en que el séptimo aparato de inspección visual 10G incluye adicionalmente un dispositivo de mejora de calidad de imagen 66 para mejorar la calidad de imagen de una imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 mediante un procesamiento de selección de imágenes; un monitor 67 para visualizar la imagen que está experimentando una mejora de imagen por medio del dispositivo de mejora de calidad de imagen 66; y unos dispositivos de entrada - salida de sonido 68 y 69 para introducir y emitir la voz (sonido) de un operador en el lado sobre el terreno y un inspector en el lado de inspección. El séptimo aparato de inspección visual 10G no es sustancialmente diferente del sexto aparato de inspección visual 10F en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de mejora de calidad de imagen 66, el monitor 67, los dispositivos de entrada - salida de sonido 68 y 69.

El dispositivo de mejora de calidad de imagen 66 tiene una función para mejorar la calidad de imagen de una imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 mediante un procesamiento de imágenes. El dispositivo de mejora de calidad de imagen 66 introduce una imagen a partir del dispositivo de selección de imágenes 14, mejora la calidad de imagen de la imagen introducida, y emite la imagen que está experimentando una mejora de calidad de imagen al monitor 67.

El monitor 67 visualiza la imagen que está experimentando una mejora de calidad de imagen que se recibe a partir del dispositivo de mejora de calidad de imagen 66. El inspector puede comprobar la imagen de inspección del objetivo de inspección 1 por medio de la imagen que está experimentando una mejora de calidad de imagen que se visualiza en el monitor 67.

Los dispositivos de entrada - salida de sonido 68 y 69 tienen, cada uno, una función para introducir y emitir la voz (sonido) de un operador en el lado sobre el terreno y un inspector en el lado de inspección. Los dispositivos de entrada - salida de sonido 68 y 69 ponen en práctica una intercomunicación entre un operador en el lado sobre el terreno y un inspector en el lado de inspección por medio de voz. El dispositivo de entrada - salida de sonido 68 se proporciona en el lado sobre el terreno y el dispositivo de entrada - salida de sonido 69 se proporciona en el lado de inspección.

A continuación se describirá el funcionamiento del séptimo aparato de inspección visual 10G.

De acuerdo con una inspección visual convencional, un inspector comprueba visualmente las imágenes de vídeo de la cámara 11 que se visualizan en el monitor 67. Si aparece un defecto no determinado pero cuya presencia se supone, el inspector comprueba las imágenes de vídeo otra vez al mover la cámara 11 más cerca del objetivo de inspección 1.

De acuerdo con el séptimo aparato de inspección visual 10G, mientras que el inspector está comprobando las imágenes que se visualizan en el dispositivo de salida de imágenes 16 y, cuando el inspector determina que se requiere una nueva comprobación para mover la cámara 11 más cerca del objetivo de inspección 1, el inspector da instrucciones de forma vocal al operador.

De acuerdo con el séptimo aparato de inspección visual 10G, cuando la voz del inspector se introduce en el dispositivo de entrada - salida de sonido 69 en el lado de inspección, el dispositivo de entrada - salida de sonido 69 transmite la voz del inspector al dispositivo de entrada - salida de sonido 68 en el lado sobre el terreno a través del dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección y la línea de comunicación 63. El dispositivo de entrada - salida de sonido 68 en el lado sobre el terreno emite la voz del inspector para comunicar la instrucción del inspector al operador.

Además, la voz tal como una confirmación de operación del operador se introduce en el dispositivo de entrada - salida de sonido 68 en el lado sobre el terreno que se va a transmitir al dispositivo de entrada - salida de sonido 69 en el lado de inspección a través del dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno y el dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección. Entonces, el dispositivo de entrada - salida de sonido 69 en el lado de inspección emite la voz del operador para comunicar la voz del operador al inspector.

A través de estas operaciones, el operador en el lado sobre el terreno y el inspector en el lado de inspección realizan una inspección remota a través de un diálogo. Al mismo tiempo, la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 se introduce en el dispositivo de mejora de calidad de imagen 66. El dispositivo de mejora de calidad de imagen 66 mejora la calidad de imagen de la imagen mediante un

procesamiento de imágenes para visualizarse en el monitor 67. El dispositivo de mejora de calidad de imagen 66 realiza el mismo procesamiento de imágenes que el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15, tal como aumentar la resolución de la imagen y potenciar el contraste de la imagen con el fin de mejorar la calidad de imagen de la imagen que se va a emitir.

5 En el lado sobre el terreno, el operador puede confirmar en qué posición del objetivo de inspección 1 desea el inspector realizar una nueva comprobación a través de un diálogo con el dispositivo de entrada - salida de sonido 68 en el lado sobre el terreno y la imagen que se visualiza en el monitor 67. Por lo tanto, el operador puede realizar operaciones tales como mover la cámara 11 más cerca del objetivo de inspección 1.

10 De acuerdo con la séptima forma de realización de la presente invención, además de las ventajas que se obtienen por medio de la sexta forma de realización, el operador puede confirmar la posición de la operación de nueva comprobación tal como mover la cámara 11 más cerca del objetivo de inspección 1 a través de un diálogo y por medio de las imágenes que se visualizan en el monitor 67, permitiendo de ese modo que la intención del inspector remoto se transmita de forma precisa al operador, y mejorando de este modo la capacidad operativa. Por lo tanto, la misma inspección que la inspección convencional que se realiza sobre el terreno se puede realizar usando las imágenes que se transmiten y que se reciben a través de la línea de comunicación 63.

[Octava forma de realización]

20 La figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "octavo aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10H de acuerdo con una octava forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 14 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8 y 10 - 13, y se omite la descripción de los mismos.

30 El octavo aparato de inspección visual 10H que se ilustra en la figura 14 difiere del sexto aparato de inspección visual 10F que se ilustra en la figura 12 en que el octavo aparato de inspección visual 10H incluye adicionalmente un dispositivo de registro de fecha y de hora 71 para dibujar la fecha y la hora sobre la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14. El octavo aparato de inspección visual 10H no es sustancialmente diferente del sexto aparato de inspección visual 10F en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de registro de fecha y de hora 71.

35 El dispositivo de registro de fecha y de hora 71 tiene una función para añadir información de la fecha y la hora actuales a la imagen introducida. Por ejemplo, la información se dibuja sobre una posición previamente determinada tal como una parte superior izquierda de la imagen introducida.

A continuación se describirá el funcionamiento del octavo aparato de inspección visual 10H.

40 La imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes 14 se introduce en el dispositivo de registro de fecha y de hora 71. Entonces, el dispositivo de registro de fecha y de hora 71 dibuja la fecha y la hora actuales sobre una posición tal como una parte superior izquierda de la imagen de inspección introducida. La imagen de inspección que tiene la fecha y la hora actuales que son dibujadas por el dispositivo de registro de fecha y de hora 71 se transmite a partir del dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno al dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección a través de la línea de comunicación 63 y se visualiza en el dispositivo de salida de imágenes 16. Al mismo tiempo, la información de fecha y de hora actuales que se dibuja sobre la imagen de inspección se transmite a partir del dispositivo de registro de fecha y de hora 71 al dispositivo de salida de imágenes 16 a través del dispositivo de transmisión / recepción 62.

50 El dispositivo de salida de imágenes 16 lee la fecha y la hora que se dibuja sobre la imagen de inspección mediante un procesamiento de imágenes, y compara la fecha y la hora leídas con la información de fecha y de hora que se recibe a partir del dispositivo de registro de fecha y de hora 71 para confirmar que la imagen de inspección recibida es la imagen de inspección que se transmite a partir del lado sobre el terreno. Además, el inspector puede comparar la fecha y la hora de la imagen de inspección que se está visualizando en el dispositivo de salida de imágenes 16 y la fecha y la hora actuales para confirmar que la imagen de inspección que se está comprobando es la imagen de inspección que se transmite a partir del lado sobre el terreno.

60 De acuerdo con la octava forma de realización de la presente invención, además de las ventajas que se obtienen por medio de la sexta forma de realización, cuando se realiza una inspección remota usando la línea de comunicación 63, el inspector puede confirmar que la imagen de inspección que se está comprobando es la imagen de inspección que se transmite a partir del lado sobre el terreno al lado de inspección, garantizando de ese modo que la inspección se realiza sobre la imagen correcta. En consecuencia, incluso si tiene lugar un error de transmisión de imagen debido a un fallo inesperado de la línea de comunicación 63 o un problema en el sistema, el error se identifica rápidamente y, por lo tanto, se puede tomar una medida apropiada.

65

[Novena forma de realización]

La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como “noveno aparato de inspección visual”, en lo sucesivo en el presente documento) 10I de acuerdo con una novena forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 15 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8 y 10 - 14, y se omite la descripción de los mismos.

El noveno aparato de inspección visual 10I que se ilustra en la figura 15 difiere del sexto aparato de inspección visual 10F que se ilustra en la figura 12 en que el noveno aparato de inspección visual 10I incluye adicionalmente un dispositivo de compresión de imágenes 73 para comprimir una imagen que se proporciona en el lado sobre el terreno y un dispositivo de reproducción (descompresión) de imágenes 74 para restablecer (descomprimir) una imagen que se proporciona en el lado de inspección. El noveno aparato de inspección visual 10I no es sustancialmente diferente del sexto aparato de inspección visual 10F en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de compresión de imágenes 73 y el dispositivo de reproducción de imágenes 74.

El dispositivo de compresión de imágenes 73 tiene una función de compresión de imágenes. El dispositivo de compresión de imágenes 73 realiza una compresión de vídeo de una imagen que se emite a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 mediante la aplicación de un sistema de compresión de imágenes tal como un formato de MPEG y emite la imagen comprimida al dispositivo de transmisión / recepción 61.

El dispositivo de reproducción de imágenes 74 tiene una función para restablecer (descomprimir) la imagen que es comprimida por el dispositivo de compresión de imágenes 73. El dispositivo de reproducción de imágenes 74 restablece la imagen comprimida que se recibe a partir del dispositivo de compresión de imágenes 73 a través del dispositivo de transmisión / recepción 61, la línea de comunicación 63, y el dispositivo de transmisión / recepción 62.

A continuación se describirá el funcionamiento del noveno aparato de inspección visual 10I.

El dispositivo de selección de imágenes 14 emite la imagen seleccionada al dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 y el dispositivo de compresión de imágenes 73. El dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 usa la imagen que se emite a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 para generar una imagen de alta resolución y emite la imagen de alta resolución al dispositivo de transmisión / recepción 61 que se proporciona en el lado sobre el terreno.

El dispositivo de compresión de imágenes 73 realiza una compresión de vídeo de la imagen que se emite a partir del dispositivo de selección de imágenes 14 usando una compresión de imágenes de vídeo tal como un formato de MPEG y emite la imagen comprimida al dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno. El dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno transmite la imagen de alta resolución que se emite a partir del dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 y la imagen comprimida de vídeo que se emite para la inspección a partir del dispositivo de compresión de imágenes 73 en el lado sobre el terreno al dispositivo de transmisión / recepción 62 que se proporciona en el lado de inspección a través de la línea de comunicación 63.

El dispositivo de transmisión / recepción 62 en el lado de inspección emite la imagen de alta resolución que se recibe a partir del dispositivo de transmisión / recepción 61 en el lado sobre el terreno al dispositivo de salida de imágenes 16 y emite la imagen de inspección comprimida al dispositivo de reproducción de imágenes 74 en el lado de inspección. El dispositivo de reproducción de imágenes 74 restablece la imagen de inspección comprimida y emite la imagen de inspección restablecida al dispositivo de salida de imágenes 16. El dispositivo de salida de imágenes 16 visualiza la imagen de inspección restablecida y la imagen de alta resolución que se va a proporcionar al inspector.

De acuerdo con la novena forma de realización de la presente invención, además de las ventajas que se obtienen por medio de la sexta forma de realización, se puede realizar una inspección visual remota y muy precisa usando la línea de comunicación 63 incluso en una ubicación lejos del terreno. La imagen de inspección comprimida y la imagen de alta resolución que agregan información de imagen espaciotemporal se transmiten a través de la línea de comunicación 63 y, por lo tanto, la cantidad de datos se puede reducir más que mediante la transmisión de la imagen de inspección no comprimida. Por lo tanto, incluso una inspección remota usando una línea con una banda de transmisión limitada puede proporcionar una inspección visual muy precisa.

[Décima forma de realización]

La figura 16 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como “décimo aparato de inspección visual”, en lo sucesivo en el presente documento) 10J de acuerdo con una décima forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 16 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8 y 10 - 15, y se omite la descripción de los mismos.

El décimo aparato de inspección visual 10J que se ilustra en la figura 16 difiere del primer aparato de inspección visual 10A que se ilustra en la figura 1 en que el décimo aparato de inspección visual 10J incluye un dispositivo de estimación de movimiento 81 en lugar del dispositivo de selección de imágenes 14, e incluye adicionalmente un dispositivo de evaluación de imágenes de evaluación de imágenes 82. El décimo aparato de inspección visual 10J no es sustancialmente diferente del primer aparato de inspección visual 10A en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de estimación de movimiento 81 y el dispositivo de evaluación de imágenes 82.

El décimo aparato de inspección visual 10J incluye un dispositivo de entrada de imágenes 13, un dispositivo de estimación de movimiento 81 para estimar el movimiento de la cámara 11 o el objetivo de inspección 1 (el movimiento de la cámara 11 de acuerdo con la presente forma de realización); un dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15; un dispositivo de evaluación de imágenes 82 para evaluar la calidad de una imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15; y un dispositivo de salida de imágenes 16 para presentar a un inspector la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 y la calidad de la imagen de alta resolución que es evaluada por el dispositivo de evaluación de imágenes 82.

El dispositivo de estimación de movimiento 81 del décimo aparato de inspección visual 10J registra de forma secuencial una imagen de cámara (imagen digital) que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13; compara la imagen registrada con una imagen nueva que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13 mediante un procesamiento de imágenes; y estima el desplazamiento (movimiento) de exploración de la cámara 11 en las dos imágenes con una precisión sub-píxel, es decir, una precisión de una resolución más alta que la resolución de un píxel. Como un ejemplo del método de estimación, un procesamiento de ampliación se realiza sobre las dos imágenes que se han mencionado en lo que antecede para aumentar la resolución de las imágenes, y las dos imágenes agrandadas se comparan entre sí mediante una puesta en coincidencia de bloques sobre la base de la dispersión de brillo para estimar la posición de movimiento de la cámara 11. Haciendo referencia a la figura 17, se describirá la puesta en coincidencia de bloques que es realizada por el dispositivo de estimación de movimiento 81.

Las figuras 17 son, cada una, un dibujo explicativo que explica la puesta en coincidencia de bloques que es realizada por el dispositivo de estimación de movimiento 81. La figura 17A es una vista esquemática que ilustra una imagen agrandada 270A que agranda una imagen de cámara ya almacenada. La figura 17B es una vista esquemática que ilustra una imagen agrandada 270B que agranda una imagen de cámara nueva.

La puesta en coincidencia de bloques usa la imagen agrandada 270A que se obtiene mediante la realización de un procesamiento de ampliación sobre una imagen de cámara que previamente estaba contenida en el dispositivo de estimación de movimiento 81 y la imagen agrandada 270B que se obtiene mediante la realización de un procesamiento de ampliación sobre una imagen nueva que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13 para estimar el movimiento de la cámara 11 de la imagen agrandada 270A con cada píxel de la imagen agrandada 270A en la imagen agrandada 270B.

Más en concreto, un bloque rectangular 272 se establece en torno a un píxel 271A con el fin de estimar la posición de un movimiento de la cámara 11 de la imagen agrandada 270A, y se calcula la dispersión de brillo en el interior del bloque rectangular 272. Si la dispersión de brillo en el interior del bloque rectangular 272 es igual a o mayor que un determinado umbral, se realiza una exploración de bloques (que se indica por medio de la flecha que se ilustra en la figura 17B) sobre la imagen agrandada 270B para obtener la posición en la que la dispersión de brillo es la más similar a la del bloque rectangular 272 en la imagen agrandada 270B por medio de un método de uso de la diferencia en el brillo o la correlación del brillo. La posición que se determina mediante este procesamiento de tal modo que la dispersión de brillo es la más similar a la del bloque rectangular 272 es la posición estimada de movimiento de la cámara 11 en la imagen agrandada 270B del píxel 271. La puesta en coincidencia de bloques realiza el procesamiento anterior sobre cada píxel de la imagen agrandada 270A.

A la inversa, la puesta en coincidencia de bloques no se realiza sobre un píxel en donde la dispersión de brillo en el interior del bloque rectangular 272 es menor que el determinado umbral y, por lo tanto, no se puede estimar la posición de un movimiento de la cámara 11 en la imagen agrandada 270B. En lo que respecta al píxel en el que no se realiza la puesta en coincidencia de bloques, la posición de un movimiento de la cámara 11 en la imagen agrandada 270B se estima a partir de los resultados de los píxeles periféricos en los que se realiza la puesta en coincidencia de bloques.

Como un ejemplo del método, tal como se ilustra en la figura 19, se realiza una búsqueda sobre al menos tres píxeles 276, 277 y 278 que rodean al píxel 275 estimando la posición de movimiento de la cámara 11 y en los que se ha realizado la puesta en coincidencia de bloques. Entonces, los tres píxeles buscados 276, 277 y 278 se usan para generar un espacio tridimensional, suponiendo que la dirección lateral de la imagen es un eje U, la dirección vertical de la imagen es un eje V, y la dirección de una posición estimada con respecto al eje U y el eje V estimando la posición de movimiento de los tres píxeles 276, 277 y 278 es un eje W. En este espacio tridimensional, se realiza un cálculo para obtener un plano virtual 279 que conecta las posiciones estimadas 276A, 277A y 278A, cuyos



movimientos se han estimado, correspondiéndose cada uno con los tres píxeles 276, 277 y 278, de forma respectiva. Entonces, suponiendo que una posición estimada 275A del píxel 275 estimando la posición de movimiento de la cámara 11 está ubicada sobre el plano virtual 279, se realiza un cálculo para obtener una posición estimada 275A (un valor sobre el eje W) del píxel 275 estimando la posición de movimiento de la cámara 11 a partir de las posiciones estimadas sobre el eje U y el eje V del píxel 275. Obsérvese que, en el ejemplo que se ilustra en la figura 18, el plano virtual 279 se supone usando los tres píxeles 276, 277 y 278, pero puede ser cualquier plano polinómico calculable que use tres o más píxeles.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, la puesta en coincidencia de bloques se realiza solo en el bloque rectangular 272 que tiene una dispersión de brillo alta. Una dispersión de brillo alta quiere decir que la imagen tiene una textura característica y concuerda para la puesta en coincidencia. A la inversa, una dispersión de brillo baja quiere decir que la imagen no tiene una textura característica pero tiene una textura uniforme y, por lo tanto, puede que la puesta en coincidencia no produzca unos resultados fiables. De esta forma, se realiza una determinación sobre la base de la dispersión de brillo en lo que respecta a si la puesta en coincidencia de bloques se va a realizar sobre cada bloque rectangular 272 y, por lo tanto, la posición de movimiento de la cámara 11 se puede estimar de forma fiable. Obsérvese que la posición de movimiento de la cámara 11 se puede estimar y determinar usando una información que no sea la dispersión de brillo siempre que se puedan evaluar las características de textura de la imagen.

Obsérvese que la presente forma de realización se describirá centrándose en el método de estimación del movimiento de la cámara 11 a partir de una imagen de vídeo de la cámara 11, pero la posición de movimiento de la cámara 11 se puede estimar geoméricamente usando una información de accionamiento del aparato de accionamiento e información física entre el objetivo de inspección 1 y la cámara 11.

El dispositivo de evaluación de imágenes 82 que se ilustra en la figura 16 evalúa la calidad de una imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 mediante la comprobación de si el aumento en la resolución que supera la resolución de píxeles de la cámara 11 se realiza, o no, correctamente, si el grado de la visibilidad del objeto se mejora, o no, de forma apropiada debido al aumento en la resolución, y similares. El método de evaluación de imágenes que se aplica al dispositivo de evaluación de imágenes 82 se describirá haciendo referencia a las figuras 19 y 20.

(Primer método de evaluación de imágenes)

Las figuras 19 son, cada una, un dibujo explicativo que explica un primer método de evaluación de imágenes que se aplica al dispositivo de evaluación de imágenes 82. La figura 19A es una vista esquemática que ilustra una imagen de cámara 280. La figura 19B es una vista esquemática que ilustra una imagen de alta resolución 290. Obsérvese que, en la figura 19, como un ejemplo, la resolución de la imagen de alta resolución 290 dobla la resolución de la imagen de cámara 280.

El dispositivo de evaluación de imágenes 82 establece unos intervalos locales 281 y 291 en una imagen de cámara 280 que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13 y la imagen de alta resolución 290 que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15, de forma respectiva. El intervalo local 291 de la imagen de alta resolución 290 se establece en una posición y un intervalo en el que la resolución de los píxeles del intervalo local 281 de la imagen de cámara 280 se aumenta usando la posición estimada de movimiento de la cámara 11 que es estimada por el dispositivo de estimación de movimiento 81 que se usa cuando el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 genera la imagen de alta resolución 290.

Entonces, se calcula la dispersión de brillo de cada uno del intervalo local 281 de la imagen de cámara 280 y el intervalo local 291 de la imagen de alta resolución 290. Entonces, la relación F de la dispersión de brillo calculada entre los intervalos locales 281 y 291 de la imagen de cámara 280 y la imagen de alta resolución 290, de forma respectiva, se calcula por medio de la siguiente expresión (1).

[Expresión 1]

$$F = A / B \quad (1),$$

en donde F indica una relación de dispersión de brillo, A indica una dispersión de brillo del intervalo local 291 de la imagen de alta resolución 290, y B indica una dispersión de brillo del intervalo local 281 de la imagen de cámara 280. En general, un aumento en la resolución de una imagen mejora la visibilidad de tal modo que el contorno y el diseño del objeto se ven con mayor claridad y, por lo tanto, mejora la dispersión de brillo. Dicho de otra forma, si la dispersión de brillo A de la imagen de alta resolución 290 es mayor que la dispersión de brillo B de la imagen de cámara 280, se supone que la visibilidad del objeto de la imagen de alta resolución 290 es más alta que la de la imagen de cámara 280. En consecuencia, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 realiza una evaluación de tal modo que, si la relación F supera 1, la calidad de la imagen se mejora; y, si la relación F es igual a o menor que 1, la calidad de la imagen no se mejora.

El dispositivo de evaluación de imágenes 82 realiza el procesamiento sobre la totalidad de la pluralidad de píxeles

de la imagen de cámara 280 que se usa cuando el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 genera la imagen de alta resolución 290 y emite los resultados de evaluación tales como el valor promedio de las relaciones F, el porcentaje de las relaciones F que supera 1 con respecto al número de evaluaciones, y similares, al dispositivo de salida de imágenes 16.

5 (Segundo método de evaluación de imágenes)

Las figuras 20 son, cada una, un dibujo explicativo que explica un segundo método de evaluación de imágenes de evaluación de una imagen de alta resolución que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes 82. La figura 20A es una vista esquemática que ilustra una imagen de cámara 300. La figura 20B es una vista esquemática que ilustra una imagen de alta resolución 310. La figura 20C es una vista esquemática que ilustra una imagen de cámara simulada 320. Obsérvese que, en los ejemplos que se ilustran en las figuras 20, la resolución de píxeles de la imagen de alta resolución 310 se ajusta al doble que la de la imagen de cámara 300.

15 El dispositivo de evaluación de imágenes 82 genera una imagen de cámara simulada 320 como una imagen convertida mediante la conversión inversa de la imagen de alta resolución 310 que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 en una imagen que tiene la misma resolución de píxeles que la de la imagen de cámara 300. En los dibujos explicativos de las figuras 20, la resolución de píxeles de la imagen de alta resolución 310 se ajusta al doble que la de la imagen de cámara 300 y, por lo tanto, los 2 píxeles horizontales x los 2 píxeles verticales de la imagen de alta resolución 310 se corresponden con un píxel de la imagen de cámara 300.

25 Por ejemplo, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 calcula un brillo promedio de los cuatro píxeles: un píxel 311, un píxel 312, un píxel 313 y un píxel 314 de la imagen de alta resolución 310 y emite el brillo promedio como el brillo del píxel 321 de la imagen de cámara simulada 320. En el procesamiento, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 genera la imagen de cámara simulada 320 al desplazar de forma secuencial los píxeles con el fin de no superponerse con una combinación de los cuatro píxeles 311 a 314 de la imagen de alta resolución 310 (en el presente ejemplo, la resolución de la imagen de alta resolución 310 es el doble y, por lo tanto, se desplazan dos píxeles).

30 Entonces, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 evalúa la calidad de imagen de la imagen de alta resolución 310 mediante la comparación de la imagen de cámara 300 y la imagen de cámara simulada 320. Cuando se comparan la imagen de cámara 300 y la imagen de cámara simulada 320, se realiza una alineación de tal modo que la imagen de cámara 300 y la imagen de cámara simulada 320 son movidas a la misma posición desde la posición estimada de movimiento de la cámara 11 que es estimada por el dispositivo de estimación de movimiento 81 que se usa cuando el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 genera la imagen de alta resolución 310 y, entonces, obtiene una imagen de diferencia mediante el cálculo de la diferencia entre las imágenes 300 y 320.

40 Si la imagen de alta resolución 310 se genera correctamente, la diferencia de brillo entre la imagen de cámara 300 y la imagen de cámara simulada 320 se encuentra cerca de cero. Por esta razón, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 establece cualquier umbral en la imagen de diferencia. Si el brillo promedio de la imagen de diferencia es igual a o menor que el umbral, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 evalúa que la imagen de alta resolución 310 se genera correctamente; y, si el brillo promedio de la imagen de diferencia supera el umbral, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 evalúa que la imagen de alta resolución 310 no se genera correctamente debido a un efecto de una iluminación interior o similares.

45 El dispositivo de evaluación de imágenes 82 realiza el procesamiento sobre la totalidad de las imágenes, es decir, la imagen de cámara simulada 320 y la pluralidad de imágenes de cámara 300 que se usan cuando el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 genera la imagen de alta resolución 310 y emite los resultados de evaluación tales como el valor promedio de las imágenes de diferencia al dispositivo de salida de imágenes 16.

50 Obsérvese que la evaluación de la calidad de una imagen de alta resolución por medio del dispositivo de evaluación de imágenes 82 se puede realizar cada vez que se inspecciona el objetivo de inspección 1, o se puede realizar antes y después de que se inspeccione el objetivo de inspección 1 sin realizarse durante la inspección con el fin de aumentar la eficiencia de la inspección.

55 De acuerdo con la décima forma de realización de la presente invención, se obtienen los siguientes efectos (1) y (2).

(1) El dispositivo de entrada de imágenes 13 genera imágenes digitales (imágenes de cámara) mediante la realización de un procesamiento digital sobre las imágenes de vídeo en serie temporal del objetivo de inspección 1 que son tomadas por la cámara 11 que se obtienen mediante un movimiento de la cámara 11 o el objetivo de inspección 1; y el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 usa las imágenes para generar unas imágenes de alta resolución que tienen, cada una, una resolución de píxeles más alta que la resolución de píxeles de la cámara 11 por medio de soporte lógico y presenta al inspector las imágenes de alta resolución a través del dispositivo de salida de imágenes 16. Como resultado, el inspector comprueba visualmente el objetivo de inspección 1 sobre la base de las imágenes de alta resolución y, por lo tanto, la fiabilidad de la inspección por parte del inspector se puede mejorar así como el tiempo de inspección se puede reducir más que mediante el

uso de imágenes de vídeo por medio de una cámara que tiene un CdV estrecho para inspeccionar un amplio alcance de inspección.

(2) El dispositivo de evaluación de imágenes 82 evalúa de forma cuantitativa la calidad de las imágenes de alta resolución que son generadas por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 usando el primer o el segundo método de evaluación para presentar al inspector las imágenes de alta resolución a través del dispositivo de salida de imágenes 16. Por lo tanto, se puede garantizar la fiabilidad de la inspección usando las imágenes de alta resolución.

[Décimo primera forma de realización]

La figura 21 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "décimo primer aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10K de acuerdo con una décimo primera forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 21 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8 y 10 - 16, y se omite la descripción de los mismos.

El décimo primer aparato de inspección visual 10K que se ilustra en la figura 21 difiere del décimo aparato de inspección visual 10J que se ilustra en la figura 16 en que el décimo primer aparato de inspección visual 10K incluye adicionalmente un dispositivo de proyección de luz (proyector de luz) 85 que se mueve independientemente de la cámara 11 y proyecta un patrón de luz conocido hacia el objetivo de inspección 1 con el fin de usar el patrón de luz que es proyectado por el dispositivo de proyección de luz 85 para evaluar la calidad de una imagen de alta resolución. El décimo primer aparato de inspección visual 10K no es sustancialmente diferente del décimo aparato de inspección visual 10J en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de proyección de luz 85.

El décimo primer aparato de inspección visual 10K que se ilustra en la figura 21 añade el dispositivo de proyección de luz 85 al décimo aparato de inspección visual 10J (el dispositivo de entrada de imágenes 13, el dispositivo de estimación de movimiento 81, el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 y el dispositivo de salida de imágenes 16).

El dispositivo de proyección de luz 85 del décimo primer aparato de inspección visual 10K, por ejemplo, proyecta un patrón de luz en forma de línea con una anchura conocida sobre el objetivo de inspección 1. Entonces, la cámara 11 toma una imagen del objetivo de inspección 1 de una forma tal que un patrón de luz en forma de línea 331 que se proyecta a partir del dispositivo de proyección de luz 85 sobre el objetivo de inspección 1 puede encajar en una imagen junto con el objetivo de inspección 1.

La figura 22 es un dibujo explicativo que explica el método de evaluación de evaluación de una imagen de alta resolución 330 que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes 82 del décimo primer aparato de inspección visual 10K. Haciendo referencia a la figura 22, se describirá el método de evaluación de evaluación de la imagen de alta resolución 330 que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes 82 del décimo primer aparato de inspección visual 10K.

De acuerdo con el décimo primer aparato de inspección visual 10K, por ejemplo, el dispositivo de proyección de luz 85 proyecta el patrón de luz en forma de línea 331 con una anchura conocida sobre el objetivo de inspección 1. Entonces, tal como se ilustra en la figura 22, la cámara 11 toma una imagen del objetivo de inspección 1 de una forma tal que el patrón de luz en forma de línea 331 que es proyectado por el dispositivo de proyección de luz 85 sobre el objetivo de inspección 1 puede encajar en una imagen junto con el objetivo de inspección 1.

El dispositivo de evaluación de imágenes 82 extrae el patrón de luz en forma de línea 331 que se proyecta sobre el objetivo de inspección 1 a partir de la imagen de alta resolución 330 que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 mediante un procesamiento de imágenes y mide el tamaño de un lugar con un tamaño conocido en el patrón de luz 331, por ejemplo, una anchura de línea W1. Entonces, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 compara el tamaño conocido (por ejemplo, la anchura de línea W1) en el patrón de luz 331 y un tamaño (por ejemplo, la anchura de línea W1) que se mide a partir de la imagen de alta resolución 330 mediante un procesamiento de imágenes para calcular la precisión de medición.

En general, cuando se aumenta la resolución de una imagen, el contorno y el diseño del objeto se pueden observar con detalle y, por lo tanto, mejora la precisión de medición. En consecuencia, sobre la base de lo alto o lo bajo de la precisión de medición calculada, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 realiza una evaluación de calidad de la imagen de alta resolución 330 tal como mediante la comprobación del grado de mejora de la visibilidad de la imagen de alta resolución 330 y si la imagen de alta resolución 330 se genera, o no, correctamente. Entonces, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 emite los resultados de evaluación al dispositivo de salida de imágenes 16.

Obsérvese que, de acuerdo con la presente forma de realización, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 compara entre el tamaño conocido del patrón de luz 331 y el tamaño que se obtiene mediante una medición a partir de la imagen de alta resolución 330; pero se puede realizar el mismo procesamiento de imágenes sobre una imagen

que es generada por el dispositivo de entrada de imágenes 13 para medir el tamaño del patrón de luz; y la precisión de medición por medio de la imagen se puede comparar con la precisión de medición por medio de la imagen de alta resolución 330; si la precisión de medición de la imagen de alta resolución 330 es más alta que la precisión de medición de la imagen, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 puede evaluar que la visibilidad se aumenta y la imagen de alta resolución 330 se genera correctamente.

De acuerdo con la décimo primera forma de realización de la presente invención, además de las ventajas (1) y (2) que se obtienen por medio de la décima forma de realización, se obtiene el siguiente efecto (3).

(3) El dispositivo de evaluación de imágenes 82 compara entre el tamaño conocido del patrón de luz 331 que el dispositivo de proyección de luz 85 proyecta sobre el objetivo de inspección 1 y el tamaño del patrón de luz 331 que se extrae a partir de la imagen de alta resolución 330 que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 para obtener la precisión de medición. Entonces, sobre la base de la precisión de medición, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 evalúa la calidad de la imagen de alta resolución 330. Por lo tanto, en este caso, la imagen de alta resolución 330 se puede evaluar de forma precisa y, por lo tanto, se puede garantizar de forma segura la fiabilidad de la inspección usando la imagen de alta resolución 330.

[Décimo segunda forma de realización]

La figura 23 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "décimo segundo aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) de acuerdo con una décimo segunda forma de realización de la presente invención. Obsérvese que los mismos caracteres o números de referencia en la figura 23 se asignan a unos componentes que son los mismos que o similares a los de las figuras 1, 7, 8, 10 - 16 y 21, y se omite la descripción de los mismos.

El décimo segundo aparato de inspección visual 10L que se ilustra en la figura 23 difiere del décimo aparato de inspección visual 10J que se ilustra en la figura 16 en que el décimo segundo aparato de inspección visual 10L incluye adicionalmente una probeta 91 de un tamaño conocido que se proporciona cerca del objetivo de inspección 1; y una imagen de vídeo de la probeta 91 se usa para evaluar la calidad de una imagen de alta resolución. El décimo segundo aparato de inspección visual 10L no es sustancialmente diferente del primer aparato de inspección visual 10A en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en la probeta 91.

La probeta 91 tiene, por ejemplo, un hilo con forma de línea 92 de una anchura conocida y se proporciona cerca del objetivo de inspección 1. De acuerdo con el décimo segundo aparato de inspección visual 10L, la cámara 11 toma una imagen del objetivo de inspección 1 de tal modo que el objetivo de inspección 1 y la probeta 91 se encajan en una imagen.

La figura 24 es un dibujo explicativo que explica el método de evaluación de una imagen de alta resolución 340 que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes 82 del décimo segundo aparato de inspección visual 10L. Haciendo referencia a la figura 24, se describirá el método de evaluación de la imagen de alta resolución 340 que es realizado por el dispositivo de evaluación de imágenes 82 del décimo segundo aparato de inspección visual 10L.

De acuerdo con el décimo segundo aparato de inspección visual 10L, la cámara 11 toma una imagen del objetivo de inspección 1 de tal modo que la probeta 91 que se proporciona cerca del objetivo de inspección 1 y que tiene el hilo con forma de línea 92 de una anchura conocida y el objetivo de inspección 1 se encajan en una imagen.

El dispositivo de evaluación de imágenes 82 extrae la probeta 91 a partir de la imagen de alta resolución 340 que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 mediante un procesamiento de imágenes, y mide el tamaño de la ubicación de un tamaño conocido en el hilo con forma de línea 92, por ejemplo, una anchura W2 del hilo con forma de línea 92. A continuación, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 usa el hilo con forma de línea 92 para comparar entre el tamaño conocido (por ejemplo, la anchura de línea W2) y el tamaño (por ejemplo, la anchura de línea W2) que se obtiene mediante una medición a partir de la imagen de alta resolución 340 mediante un procesamiento de imágenes para calcular la precisión de medición.

En general, cuando se aumenta la resolución de una imagen, el contorno y el diseño del objeto se pueden observar con detalle y, por lo tanto, mejora la precisión de medición. En consecuencia, sobre la base de lo alto o lo bajo de la precisión de medición calculada, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 realiza una evaluación de calidad de la imagen de alta resolución 340 tal como mediante la comprobación del grado de mejora de la visibilidad de la imagen de alta resolución 340 y si la imagen de alta resolución 340 se genera, o no, correctamente. Entonces, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 emite los resultados de evaluación al dispositivo de salida de imágenes 16.

Obsérvese que, en el ejemplo que se ilustra en la figura 24, la descripción se centró en un hilo con forma de línea 92 como la probeta 91, pero se pueden usar una pluralidad de hilos con forma de línea 92 que tienen, cada uno, una anchura diferente; y sobre la base de la correlación entre la anchura (tamaño) de hilo de cada hilo con forma de

línea 92 y la precisión de medición, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 puede evaluar la calidad de la imagen de alta resolución 340 con detalle tal como mediante el cálculo de una anchura mínima visible por medio de la imagen de alta resolución 340.

5 De acuerdo con la décimo segunda forma de realización de la presente invención, además de las ventajas (1) y (2) que se obtienen por medio de la décima forma de realización, se obtiene el siguiente efecto (4).

10 (4) El dispositivo de evaluación de imágenes 82 compara entre el tamaño conocido (la anchura X) del hilo con forma de línea 92 de la probeta 91 y el tamaño (la anchura W2) del hilo con forma de línea 92 que se extrae a partir de la imagen de alta resolución 340 que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 para obtener la precisión de medición. Entonces, sobre la base de la precisión de medición, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 evalúa la calidad de la imagen de alta resolución 340. Por lo tanto, en este caso, la imagen de alta resolución 340 se puede evaluar de forma precisa y, por lo tanto, se puede garantizar de forma segura la fiabilidad de la inspección usando la imagen de alta resolución 340.

15

[Décimo tercera forma de realización]

20 La figura 25 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un aparato de inspección visual (al que se hará referencia como "décimo tercer aparato de inspección visual", en lo sucesivo en el presente documento) 10M de acuerdo con una décimo tercera forma de realización de la presente invención.

25 El décimo tercer aparato de inspección visual 10M que se ilustra en la figura 25 difiere del décimo aparato de inspección visual 10J que se ilustra en la figura 16 en que el décimo tercer aparato de inspección visual 10M incluye adicionalmente un dispositivo de determinación de ejecución 95. El décimo tercer aparato de inspección visual 10M no es sustancialmente diferente del décimo aparato de inspección visual 10J en los otros puntos. A la vista de este punto, la presente forma de realización se describirá centrándose en el dispositivo de determinación de ejecución 95.

30 Sobre la base de los resultados de evaluación del dispositivo de evaluación de imágenes 82, el dispositivo de determinación de ejecución 95 determina si se va a ejecutar, o no, la inspección del objetivo de inspección 1. Es decir, el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución 15 emite la imagen de alta resolución generada y la imagen que se usa para generar la imagen de alta resolución al dispositivo de determinación de ejecución 95. Además, el dispositivo de evaluación de imágenes 82 emite la calidad evaluada de la imagen de alta resolución al dispositivo de determinación de ejecución 95. Además, el dispositivo de determinación de ejecución 95 determina si se va a ejecutar, o no, la inspección del objetivo de inspección 1 de acuerdo con los resultados de evaluación de la calidad de la imagen de alta resolución que es evaluada por el dispositivo de evaluación de imágenes 82.

35

40 Como el método de determinación de si ejecutar, o no, una inspección, se proporciona un umbral para la calidad de una imagen de alta resolución, y el umbral se usa como los criterios para determinar si ejecutar, o no, la inspección del objetivo de inspección 1. Si la calidad de una imagen de alta resolución es igual a o mayor que el umbral, indicando que se puede ejecutar la inspección, el dispositivo de determinación de ejecución 95 emite la imagen de alta resolución al dispositivo de salida de imágenes 16. Si la calidad de la imagen de alta resolución es menor que el umbral, indicando que no se puede ejecutar la inspección, el dispositivo de determinación de ejecución 95 emite un mensaje de deshabilitación de ejecución de inspección al dispositivo de salida de imágenes 16 así como detiene la emisión de la imagen de alta resolución al dispositivo de salida de imágenes 16 o emite la imagen de cámara a partir del dispositivo de entrada de imágenes 13 al dispositivo de salida de imágenes 16.

45

De acuerdo con la décimo tercera forma de realización de la presente invención, además de las ventajas (1) y (2) que se obtienen por medio de la décima forma de realización, se obtiene el siguiente efecto (5).

50 (5) Sobre la base de los resultados de evaluación de la calidad de la imagen de alta resolución que es evaluada por el dispositivo de evaluación de imágenes 82, el dispositivo de determinación de ejecución 95 determina si se va a ejecutar, o no, la inspección del objetivo de inspección 1 y presenta al inspector los resultados de la determinación. Por ejemplo, si la calidad de la imagen de alta resolución es baja (menor que el umbral), la inspección del objetivo de inspección 1 se cancela y, por lo tanto, se puede garantizar de forma segura la fiabilidad de la inspección del objetivo de inspección 1 usando la imagen de alta resolución.

55

### Aplicabilidad industrial

60 La presente invención puede mejorar la fiabilidad de la inspección mediante el uso de una imagen de alta resolución así como puede reducir el tiempo de inspección y, adicionalmente, puede garantizar la fiabilidad de la inspección usando una imagen de alta resolución.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de inspección visual (10A - 10M) que comprende:

- 5 un dispositivo de entrada de imágenes (13), que está configurado para alimentar una imagen de vídeo de un objetivo de inspección (1) y para emitir una imagen de datos digitales;
- un dispositivo de selección de imágenes (14), que está configurado para seleccionar dos imágenes de inspección que se van a usar para una inspección sobre la base de una cantidad de característica de las imágenes que se emiten a partir del dispositivo de entrada de imágenes (13);
- 10 un dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15), que está configurado para generar una imagen de alta resolución que tiene una resolución más alta que la resolución de la imagen de inspección a partir de las dos imágenes de inspección; y
- un dispositivo de salida de imágenes (16), que está configurado para visualizar la imagen de inspección y la imagen de alta resolución; y
- 15 un dispositivo de evaluación de imágenes, que está configurado para evaluar la calidad de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15), en donde el dispositivo de selección de imágenes (14) está configurado para seleccionar las dos imágenes de inspección que se van a usar para una inspección en función de un estado de cambio de iluminación entre imágenes continuas, y el dispositivo de evaluación de imágenes está configurado para evaluar la calidad de la
- 20 imagen de alta resolución de una forma tal que el dispositivo de evaluación de imágenes establece un intervalo local en cada una de las imágenes de alta resolución que son generadas por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15) y la imagen de cámara que se obtiene mediante la realización de un procesamiento digital sobre la imagen de vídeo que es tomada por una cámara (11), calcula la dispersión de brillo de cada uno de los intervalos locales, y compara entre la dispersión de brillo de la imagen de cámara y la
- 25 dispersión de brillo de la imagen de alta resolución.

2. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15) está configurado para generar la imagen de alta resolución mediante la realización de una alineación de imágenes de las dos imágenes de inspección seleccionadas con una precisión sub-píxel y la estimación de un brillo para las coordenadas de la imagen de alta resolución usando las intensidades de los píxeles de las dos imágenes de inspección alineadas.

3. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

- 35 la cámara (11), que está configurada para tomar una imagen del objetivo de inspección (1) y para emitir la imagen de vídeo tomada al dispositivo de entrada de imágenes (13);
- un dispositivo de soporte (12), que está configurado para soportar la cámara (11) y ajustar una posición y un ángulo de la cámara (11);
- 40 un dispositivo de accionamiento (31), que está configurado para accionar la cámara (11) y el dispositivo de soporte (12); y
- un dispositivo de control (32), que está configurado para controlar la cámara (11) y el dispositivo de accionamiento (31).

4. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

- 45 la cámara (11), que está configurada para tomar una imagen de un objetivo de inspección (1) y para emitir la imagen de vídeo tomada al dispositivo de entrada de imágenes (13);
- un dispositivo de soporte (12), que está configurado para soportar la cámara (11) y para ajustar una posición y un ángulo de la cámara (11);
- 50 un dispositivo de accionamiento (31), que está configurado para accionar la cámara (11) y el dispositivo de soporte (12); y
- un dispositivo de medición de posición, que está configurado para medir la posición de la cámara (11), en donde el dispositivo de salida de imágenes (16) está configurado para calcular la posición del objetivo de inspección (1), cuya imagen es tomada por la cámara (11), a partir de la posición de la cámara (11) medida por el
- 55 dispositivo de medición de posición, la posición de accionamiento de cámara del dispositivo de accionamiento 31 y un ángulo de visión de la cámara (11), y para medir un historial de posiciones de los objetivos de inspección cuyas imágenes de alta resolución son generadas por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución.

5. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende adicionalmente:

- 60 un dispositivo de registro de objetos de inspección (36), que está configurado para registrar información de forma del objetivo de inspección (1); y
- un dispositivo de reconocimiento de imágenes (35), que está configurado para comparar y para recopilar la información de forma que se registra en el dispositivo de registro de objetos de inspección (36) y la imagen emitida que se emite a partir del dispositivo de entrada de imágenes (13) y para reconocer el objetivo de
- 65 inspección (1) de acuerdo con la imagen emitida,

en donde el dispositivo de control está configurado para controlar la cámara (11) y el dispositivo de accionamiento (31), con el fin de introducir la imagen de una cantidad de característica que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes (14) a partir de la cámara (11) en el dispositivo de entrada de imágenes (13), en función del resultado que se emite a partir del dispositivo de reconocimiento de imágenes (35).

5 6. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo de salida de imágenes (16) está configurado para tener una memoria de imágenes, que registra cualquier imagen de la imagen de inspección y la imagen de alta resolución que se va a visualizar.

10 7. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:  
un primer dispositivo de transmisión y de recepción (61), que está configurado para transmitir la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes (14) a un segundo dispositivo de transmisión y de recepción (62) a través de una línea de comunicación (63); y  
15 el segundo dispositivo de transmisión y de recepción (62) está configurado para recibir la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes (14) y para emitir la imagen de inspección al dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15).

20 8. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:  
un dispositivo de compresión de imágenes (73), que está configurado para comprimir la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes (14); y  
un dispositivo de descompresión de imágenes (74), que está configurado para recibir la imagen comprimida de imagen que se emite a partir del dispositivo de compresión de imágenes (73), para descomprimir la imagen  
25 comprimida y para emitir la imagen descomprimida al dispositivo de salida de imágenes (16).

9. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:  
un dispositivo de registro de fecha y de hora (71), que está configurado para dibujar una fecha y una hora sobre  
30 la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes (14), o que comprende adicionalmente:  
un primer dispositivo de transmisión y de recepción (61), que está configurado para transmitir la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes (14) a un segundo dispositivo de  
35 transmisión y de recepción (62) a través de una línea de comunicación (63);  
el segundo dispositivo de transmisión y de recepción (62) está configurado para recibir la imagen de inspección que es seleccionada por el dispositivo de selección de imágenes y para emitir la imagen de inspección al dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15);  
un primer dispositivo de entrada y de salida de sonido (68), que se proporciona en el lado del primer  
40 dispositivo de transmisión y de recepción, y está configurado para introducir y para emitir sonido; y  
un segundo dispositivo de entrada y de salida de sonido (69), que se proporciona en el lado del segundo dispositivo de transmisión y de recepción, y está configurado para introducir y para emitir sonido,  
en donde el primer dispositivo de entrada y de salida de sonido (68) está configurado para introducir sonido  
45 en y para emitir sonido a partir del segundo dispositivo de entrada y de salida de sonido (69) que está conectado a través del primer dispositivo de transmisión y de recepción (61), la línea de comunicación (63) y el segundo dispositivo de transmisión y de recepción (62).

10. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el dispositivo de evaluación de imágenes está configurado para evaluar la calidad de la imagen de alta resolución de una forma tal  
50 que el dispositivo de evaluación de imágenes genera una imagen convertida mediante la conversión inversa de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución en una imagen que tiene la misma resolución que la resolución de la imagen de cámara que se obtiene mediante la realización de un procesamiento digital sobre la imagen de vídeo que es tomada por la cámara (11) y para comparar entre la imagen convertida y la imagen de cámara.

55 11. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un dispositivo de proyección, que está configurado para proyectar un patrón de luz sobre el objetivo de inspección (1),  
en donde el dispositivo de evaluación de imágenes está configurado para comparar entre el tamaño conocido del patrón de luz, que el dispositivo de proyección proyecta sobre el objetivo de inspección (1), y el tamaño del patrón de  
60 luz que se extrae a partir de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15), para obtener una precisión de medición, y está configurado para evaluar la calidad de la imagen de alta resolución sobre la base de la precisión de medición que se obtiene mediante una medición a partir de la imagen de alta resolución.

65 12. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente

un dispositivo de evaluación de imágenes, que está configurado para evaluar la calidad de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15), y una probeta (91) de un tamaño conocido que se proporciona cerca del objetivo de inspección (1),

5 en donde el dispositivo de evaluación de imágenes está configurado para usar la probeta (91) con el fin de comparar entre el tamaño conocido de la probeta (91) y un tamaño que se obtiene mediante una medición a partir de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15) y para evaluar la calidad de la imagen de alta resolución sobre la base de la precisión de medición que se obtiene mediante un resultado de comparar el tamaño conocido y el tamaño que se obtiene mediante una medición.

10 13. El aparato de inspección visual (10A - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un dispositivo de evaluación de imágenes, que está configurado para evaluar la calidad de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15) y un dispositivo de determinación de ejecución, que está configurado para determinar si se va a ejecutar, o no, la inspección física del objetivo de inspección (1) sobre la base del resultado de evaluación, donde el dispositivo de evaluación de imágenes evalúa la calidad de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15).

14. El aparato de inspección visual (10J - 10M) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

20 un dispositivo de estimación de movimiento (81), que está configurado para estimar el movimiento de la cámara (11) o del objetivo de inspección (1); y un dispositivo de evaluación de imágenes, que está configurado para evaluar la calidad de la imagen de alta resolución que es generada por el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15), en donde el dispositivo de salida de imágenes (16) está configurado para presentar a un inspector que inspecciona visualmente el objetivo de inspección (1) la imagen de alta resolución junto con el resultado de evaluación de calidad de la imagen de alta resolución.

30 15. El aparato de inspección visual (10J - 10M) de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el dispositivo de estimación de movimiento (81) está configurado para estimar una posición del movimiento de uno cualquiera de la cámara (11) y del objetivo de inspección (1) de una forma tal que el dispositivo de estimación de movimiento (81) obtiene una imagen antigua y una imagen nueva a partir de una pluralidad de imágenes de cámara que se obtienen mediante la realización de un procesamiento digital sobre cada una de una pluralidad de imágenes de vídeo que son tomadas por la cámara (11), y para comparar las imágenes ampliadas que se obtienen mediante la realización de un procesamiento de ampliación sobre las imágenes mediante una puesta en coincidencia de bloques sobre la base de una dispersión de brillo.

40 16. El aparato de inspección visual (10J - 10M) de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15) está configurado para generar una imagen de alta resolución mediante la combinación de una pluralidad de imágenes de cámara que se obtienen mediante la realización de un procesamiento digital sobre cada una de una pluralidad de imágenes de vídeo que son tomadas por la cámara (11) sobre la base de una cualquiera de las posiciones estimadas de movimiento de la cámara (11) y del objetivo de inspección (1) que son estimadas por el dispositivo de estimación de movimiento (81) y en donde el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución está configurado para determinar el brillo de píxel de la imagen de alta resolución de una forma tal que el dispositivo de creación de imágenes de alta resolución (15) calcula el brillo de píxel de la imagen de alta resolución como un valor promedio de las intensidades de píxel de una pluralidad de imágenes de cámara que se usan para generar la imagen de alta resolución y añade al valor promedio la diferencia en el brillo de píxel de un intervalo central que incluye los píxeles de la imagen de alta resolución y un intervalo periférico que incluye el intervalo central.

50 17. Un método de inspección visual que comprende:

alimentar imágenes de vídeo de inspección y emitir imágenes digitales como imágenes de vídeo de inspección, seleccionar dos imágenes de inspección que se van a usar para una inspección sobre la base de una cantidad de característica de las imágenes emitidas en función de un estado de cambio de iluminación entre imágenes continuas;

55 generar una imagen de alta resolución que tiene una resolución más alta que la resolución de la imagen de inspección a partir de las imágenes de inspección;

evaluar la calidad de la imagen de alta resolución mediante el establecimiento de un intervalo local en cada una de las imágenes de alta resolución que se generan en la etapa de generación y la imagen de cámara que se obtiene mediante la realización de un procesamiento digital sobre la imagen de vídeo que es tomada por una cámara (11), calcular la dispersión de brillo de cada uno de los intervalos locales y comparar entre la dispersión de brillo de la imagen de cámara y la dispersión de brillo de la imagen de alta resolución;

60 y presentar la imagen de inspección, los resultados de evaluación de calidad de la imagen de alta resolución y la imagen de alta resolución a un inspector que inspecciona visualmente el objetivo de inspección (1) mediante la visualización del objetivo de inspección (1) en un monitor.



18. El método de inspección visual de acuerdo con la reivindicación 17, que comprende adicionalmente:

5 evaluar la calidad de la imagen de alta resolución mediante la generación de una imagen convertida mediante la conversión inversa de la imagen de alta resolución que se genera en la etapa de generación en una imagen que tiene la misma resolución que la resolución de la imagen de cámara que se obtiene mediante la realización de un procesamiento digital sobre la imagen de vídeo que es tomada por la cámara (11); y  
comparar entre la imagen convertida y la imagen de cámara.

19. El método de inspección visual de acuerdo con la reivindicación 17, que comprende adicionalmente:

10 proyectar un patrón de luz sobre el objetivo de inspección (1);  
comparar entre el tamaño conocido del patrón de luz, que el dispositivo de proyección proyecta sobre el objetivo de inspección (1), y el tamaño del patrón de luz que se extrae a partir de la imagen de alta resolución que se genera en la etapa de generación, para obtener una precisión de medición; y  
15 evaluar la calidad de la imagen de alta resolución sobre la base de la precisión de medición que se obtiene mediante una medición a partir de la imagen de alta resolución.

20. El método de inspección visual de acuerdo con la reivindicación 17, que comprende adicionalmente evaluar la calidad de imagen de la imagen de alta resolución; y

20 presentar los resultados de evaluación de calidad de la imagen de alta resolución junto con la imagen de alta resolución al inspector que inspecciona visualmente el objetivo de inspección (1) mediante la visualización del objetivo de inspección (1) en el monitor.

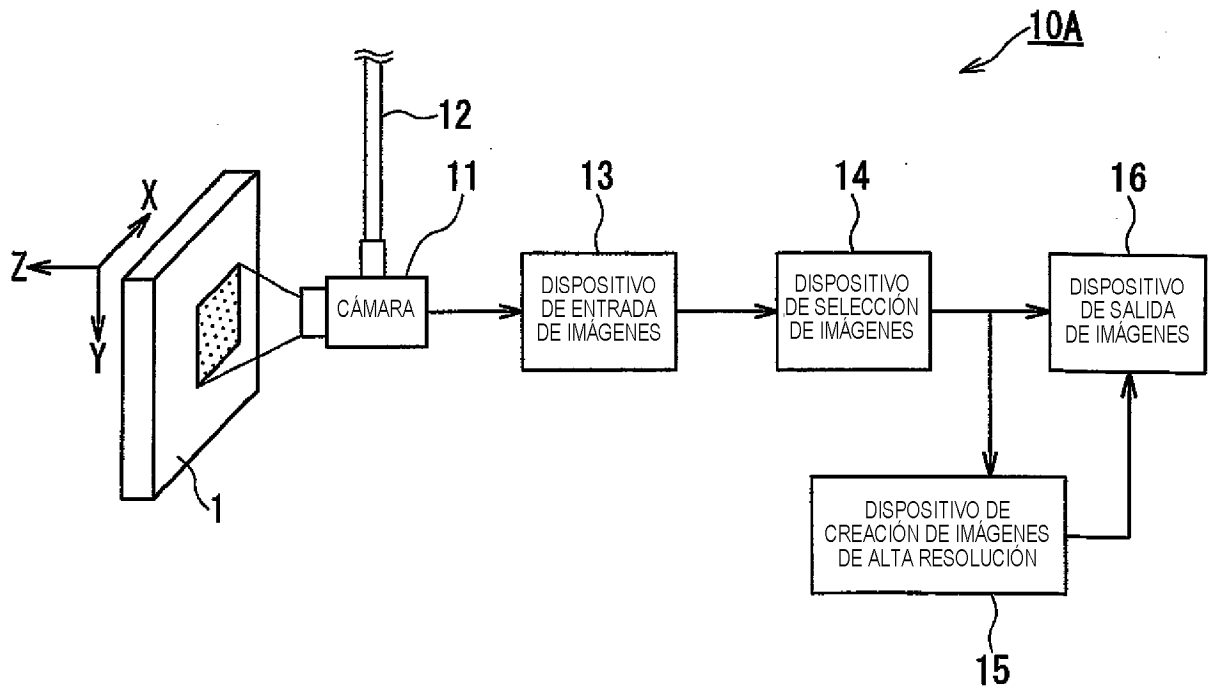


FIG. 1

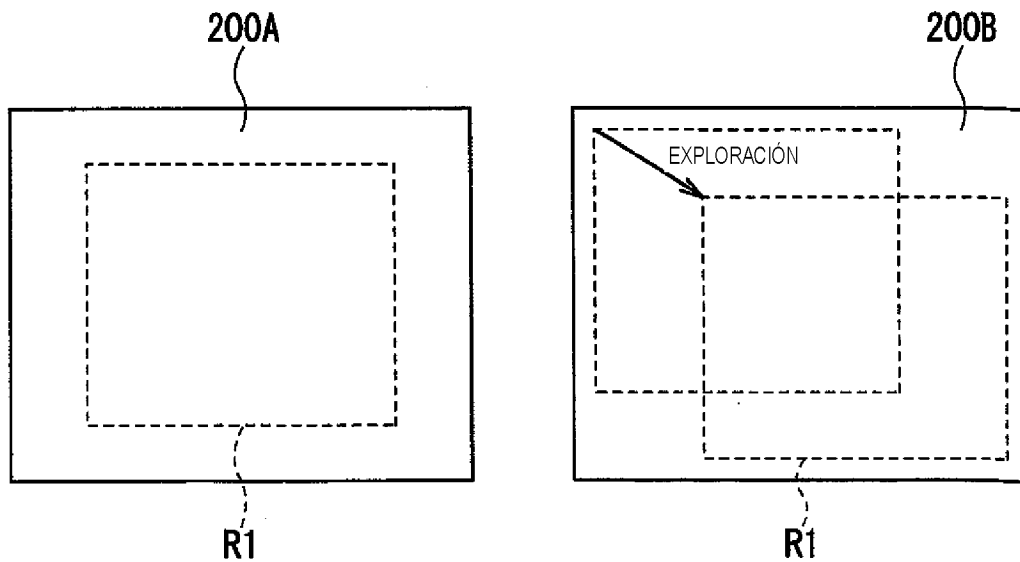


FIG. 2

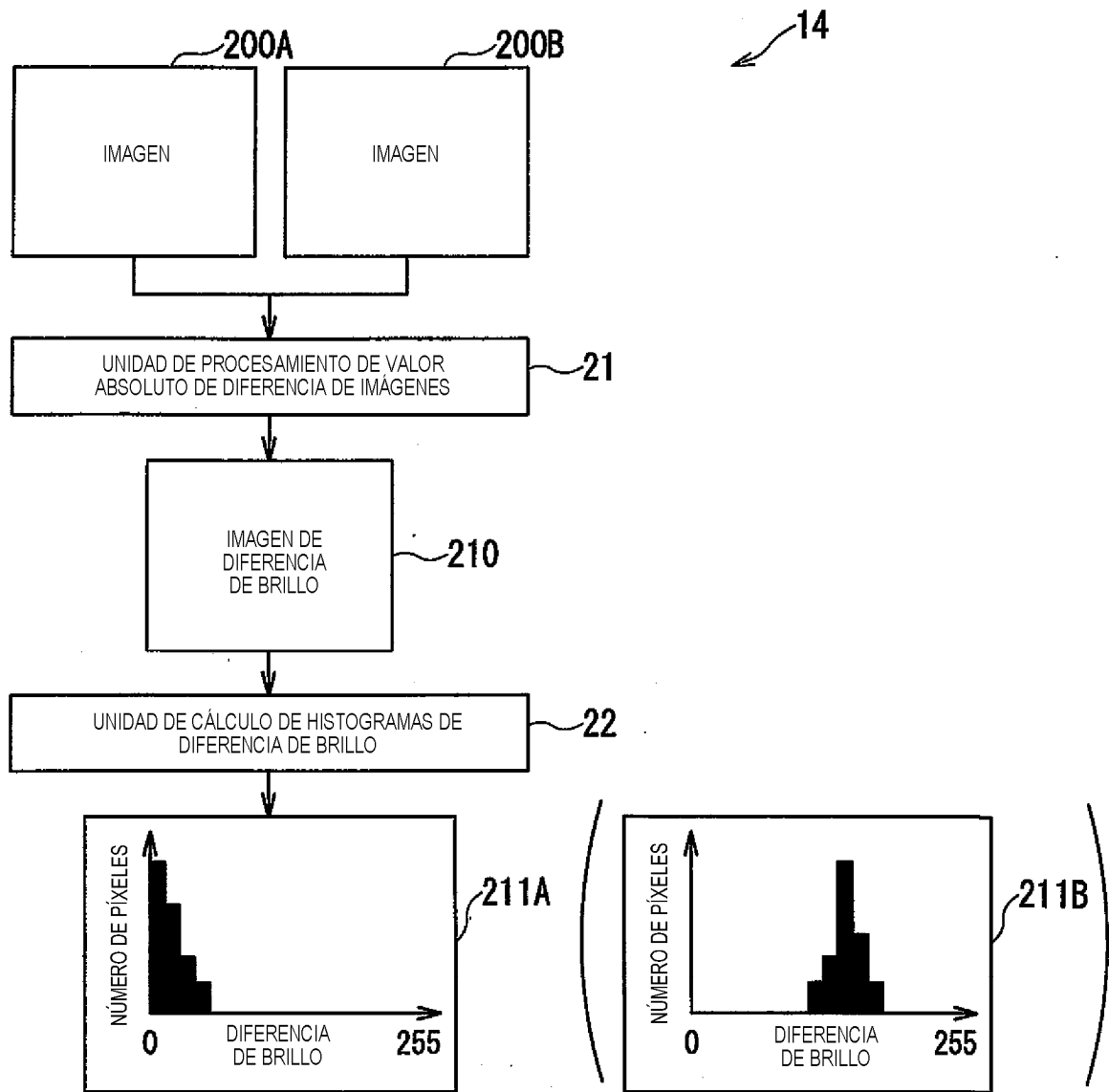
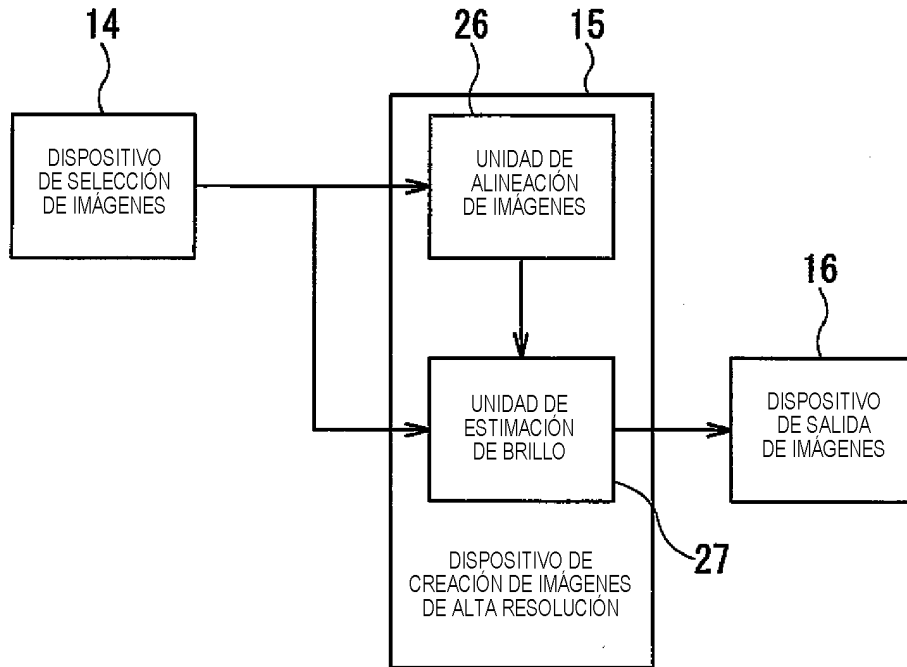
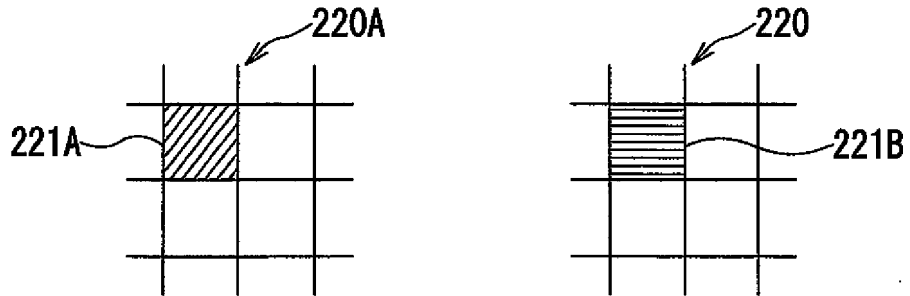


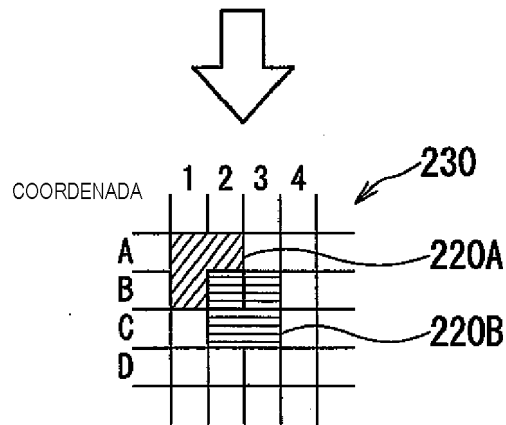
FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 5A**



**FIG. 5B**

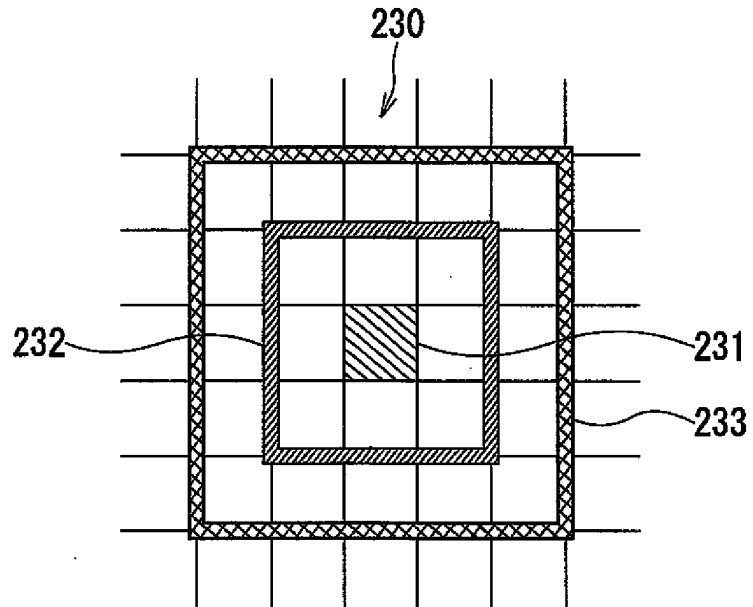


FIG. 6

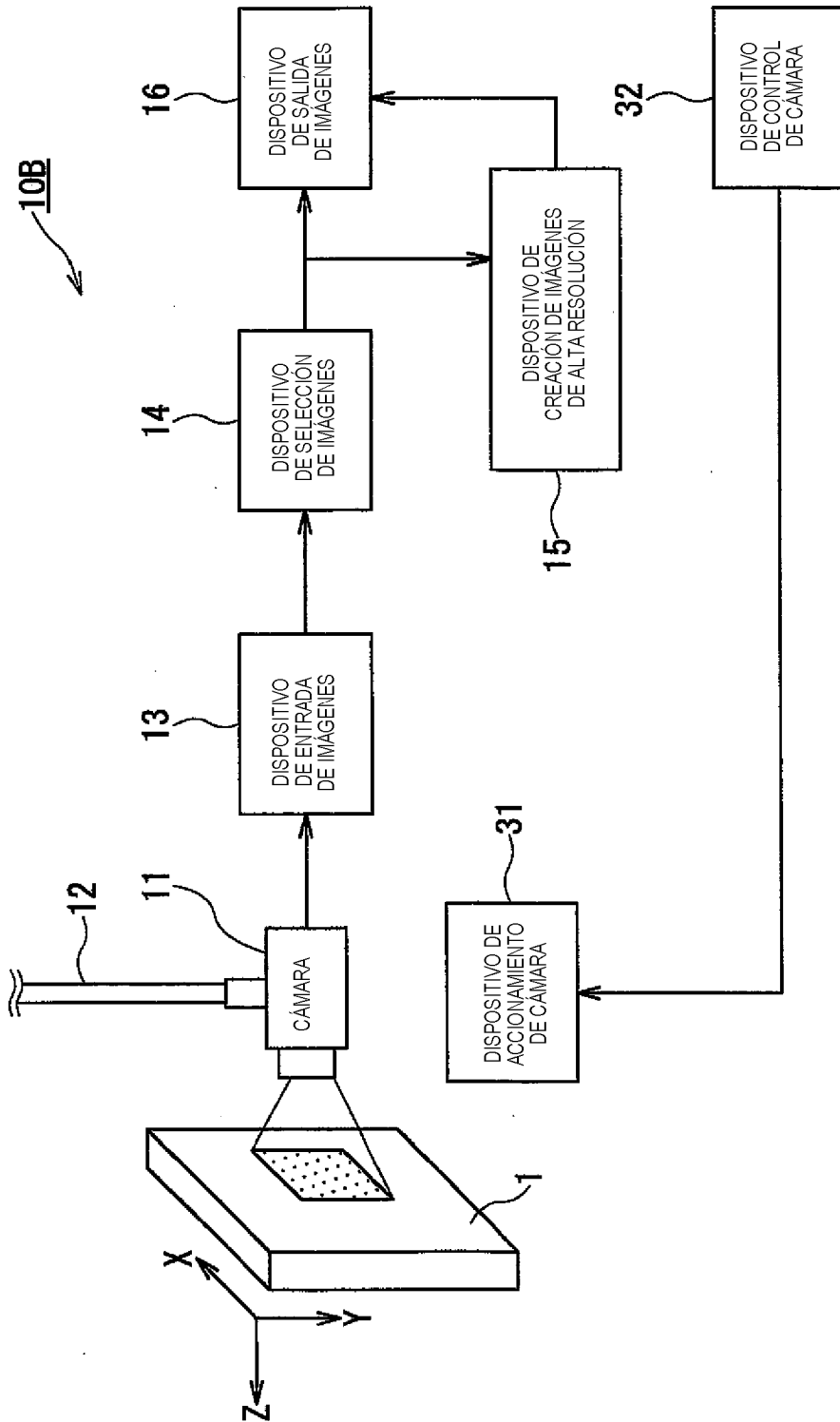


FIG. 7

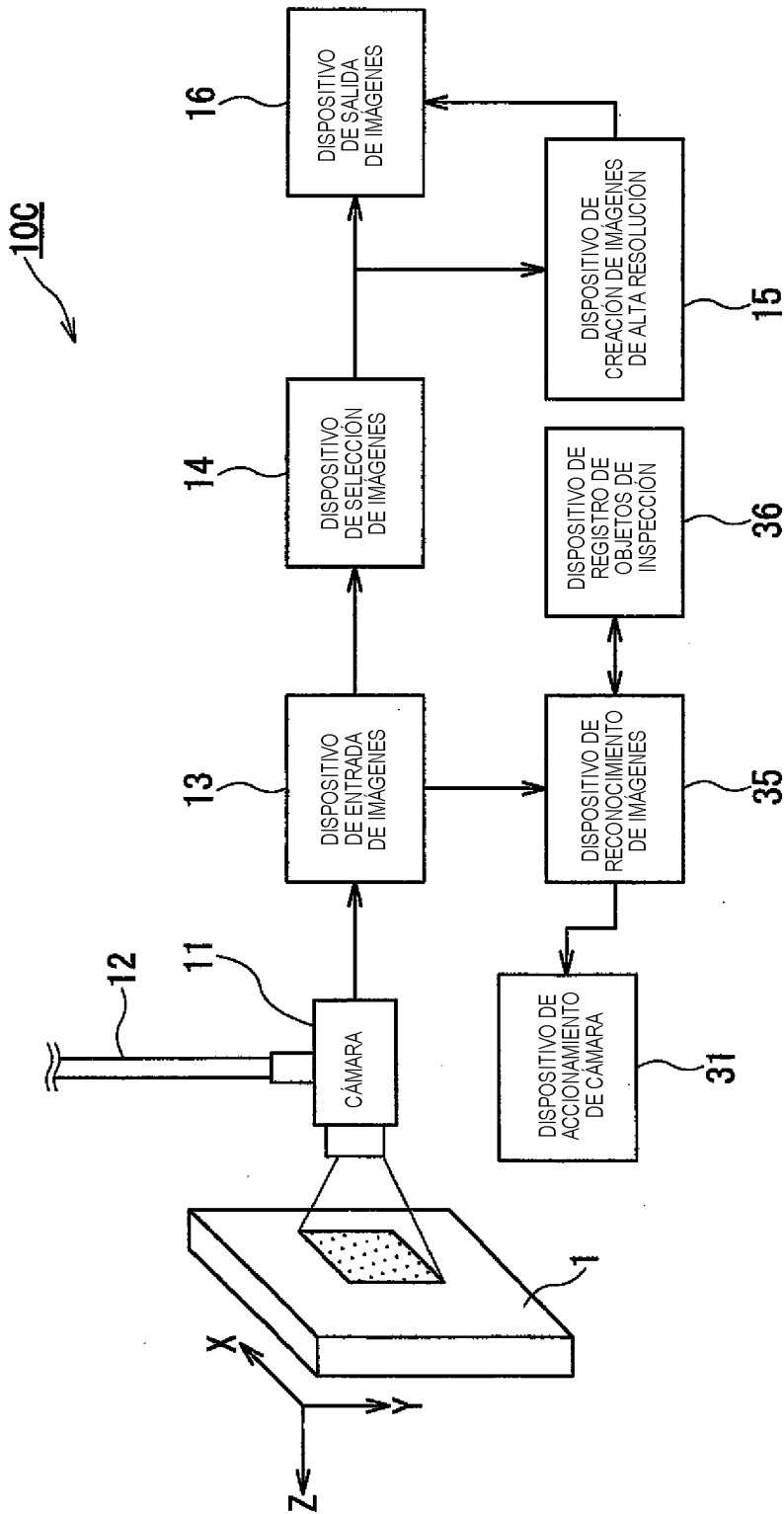


FIG. 8



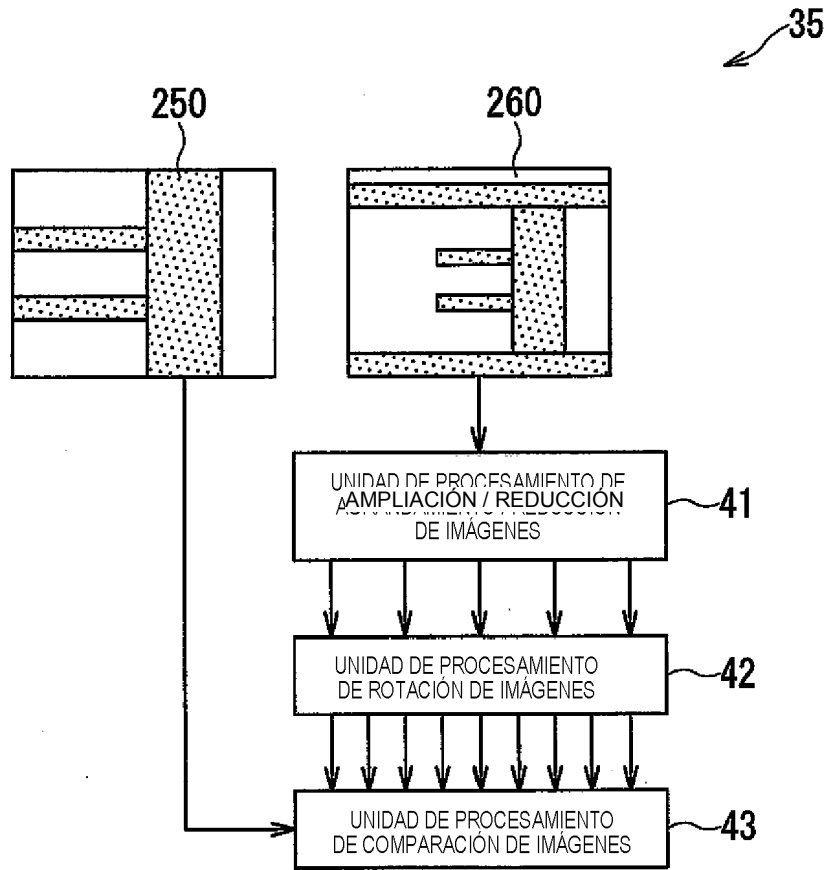


FIG. 9

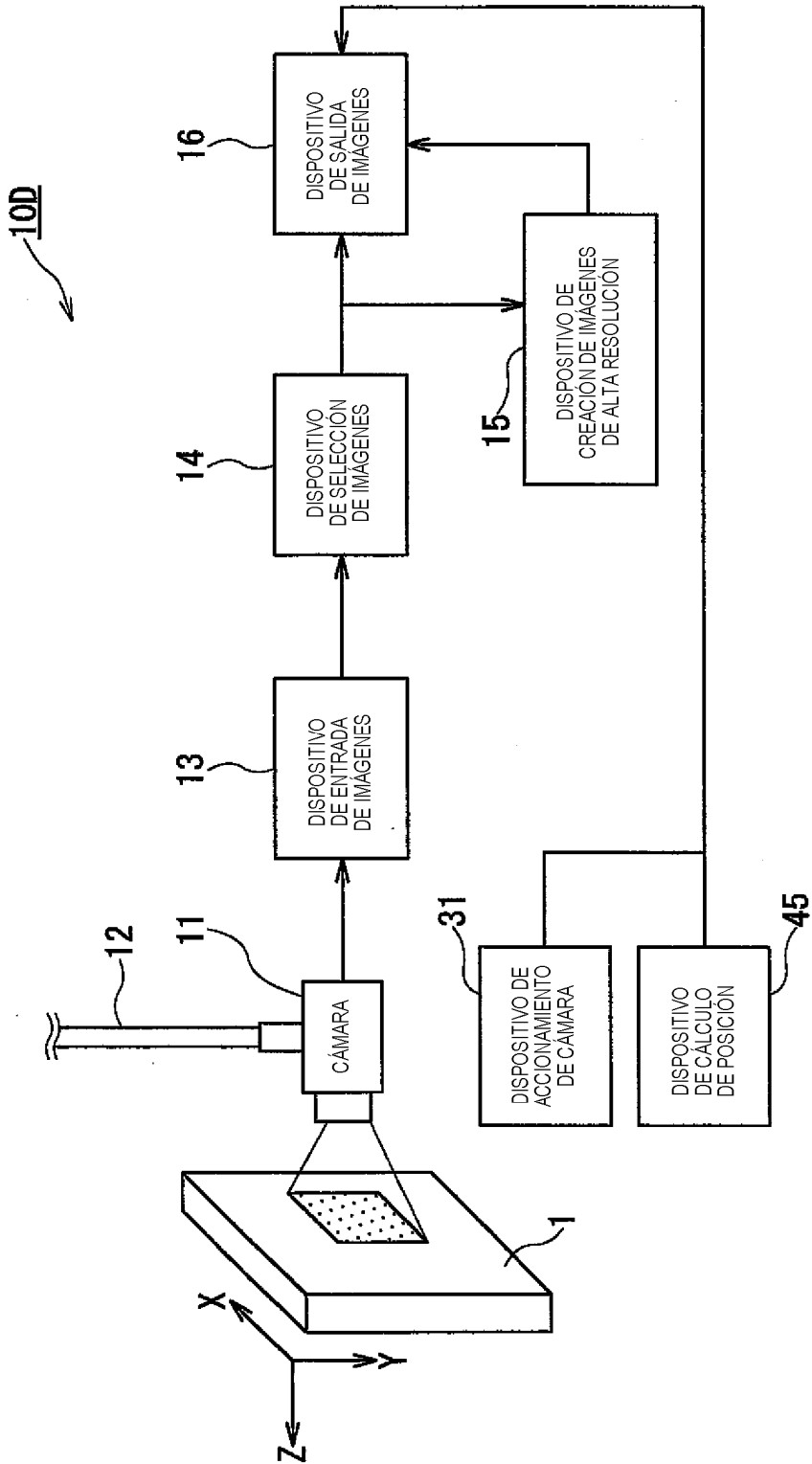


FIG. 10

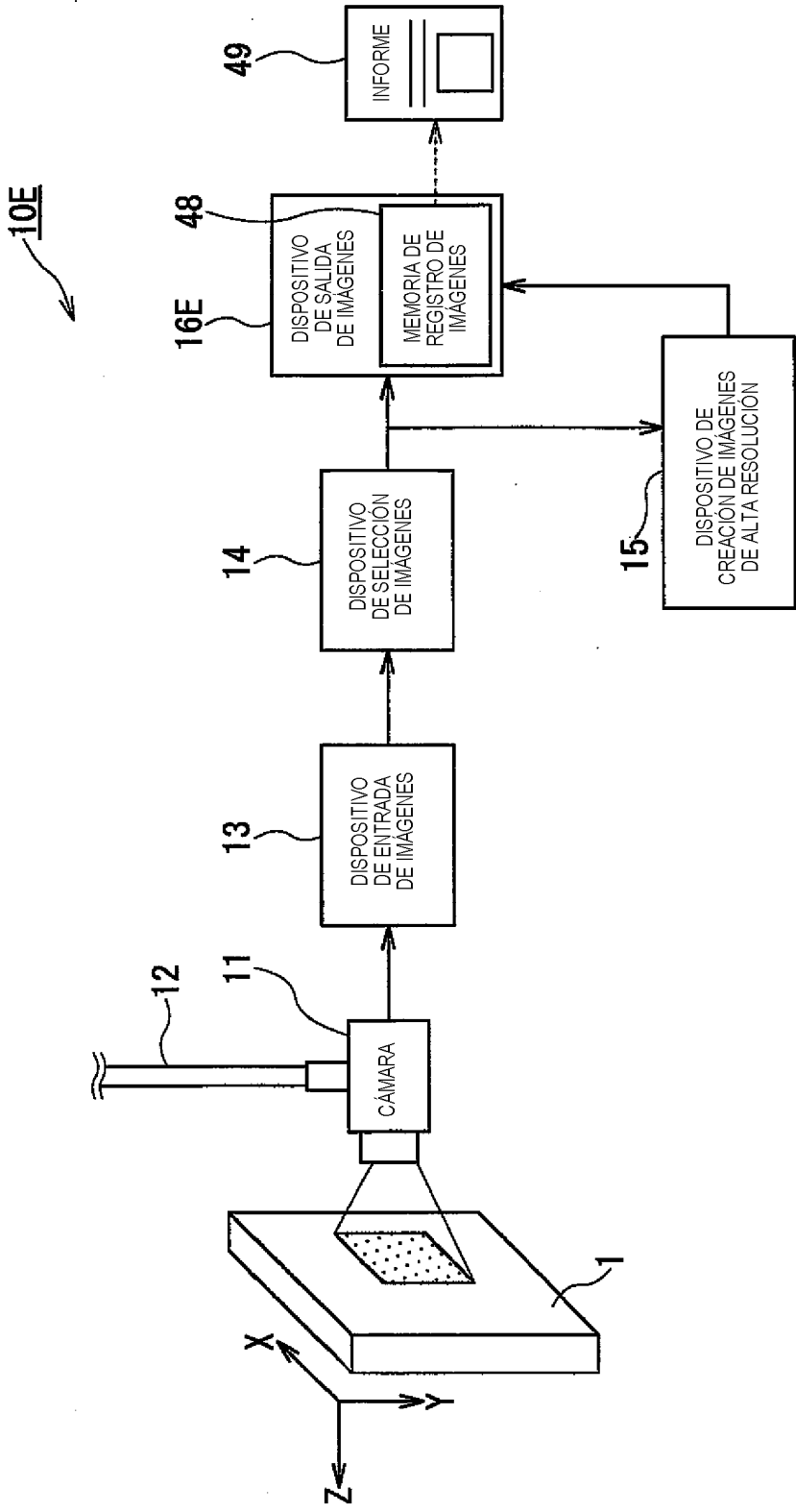


FIG. 11

10F

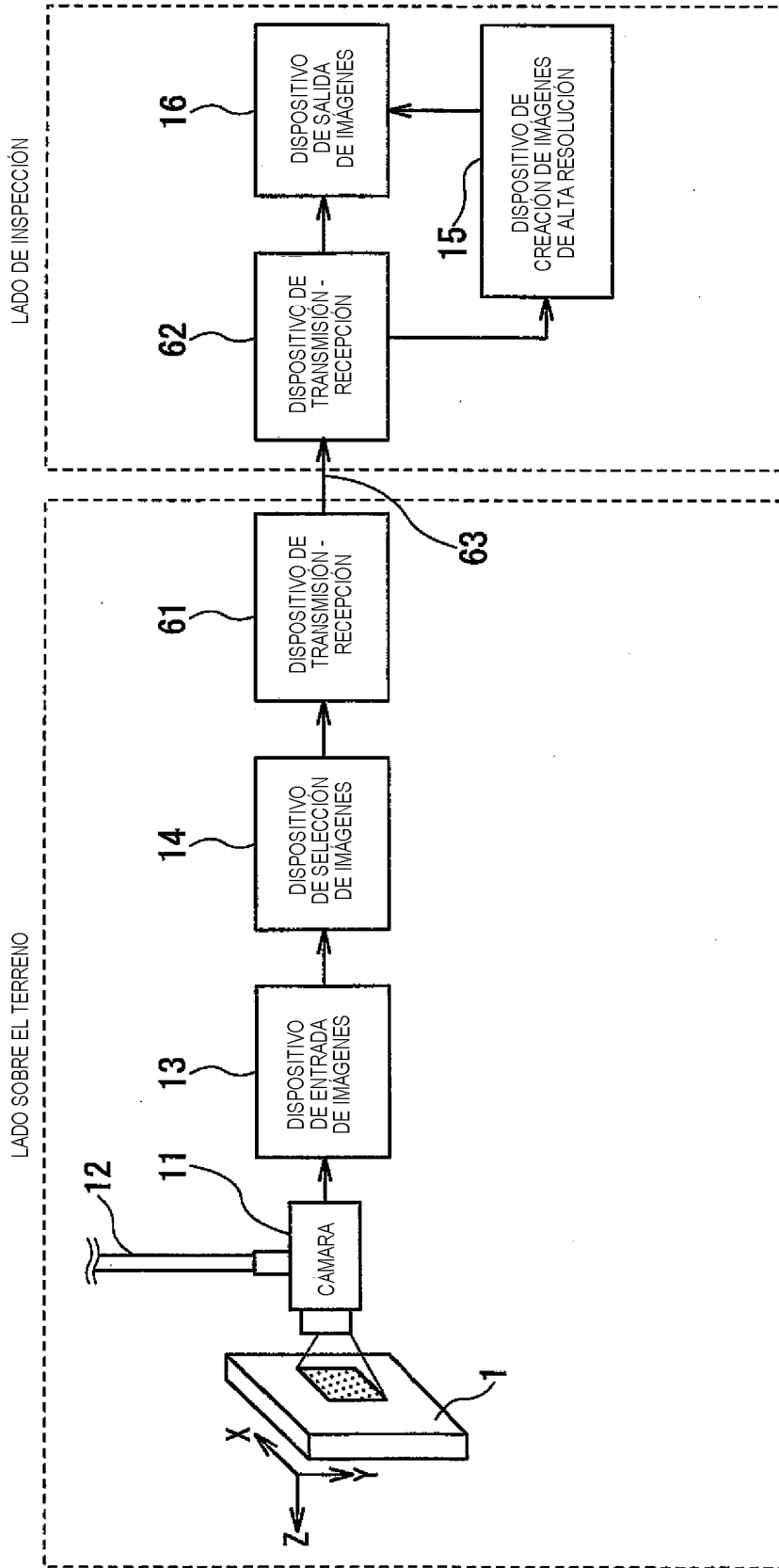


FIG. 12

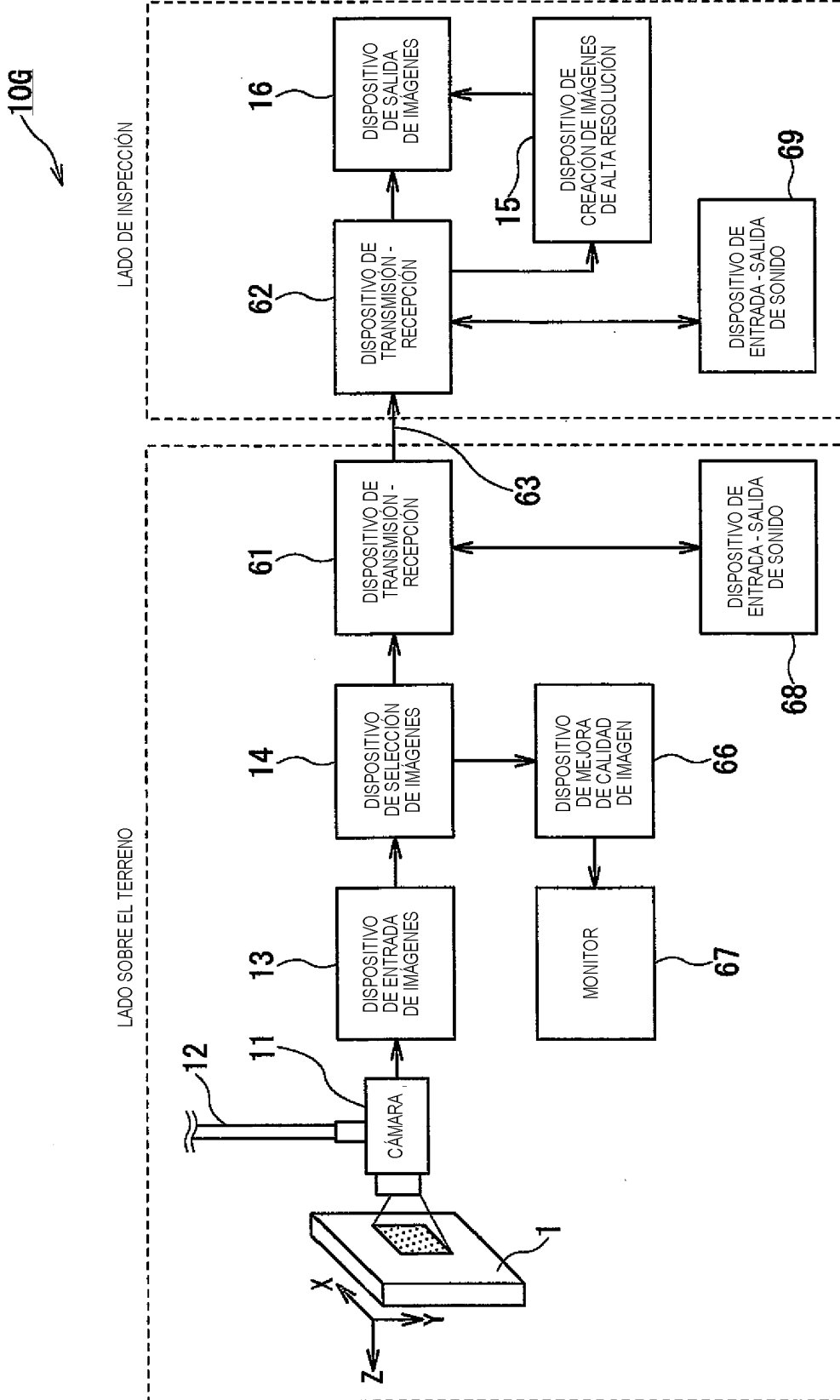


FIG. 13

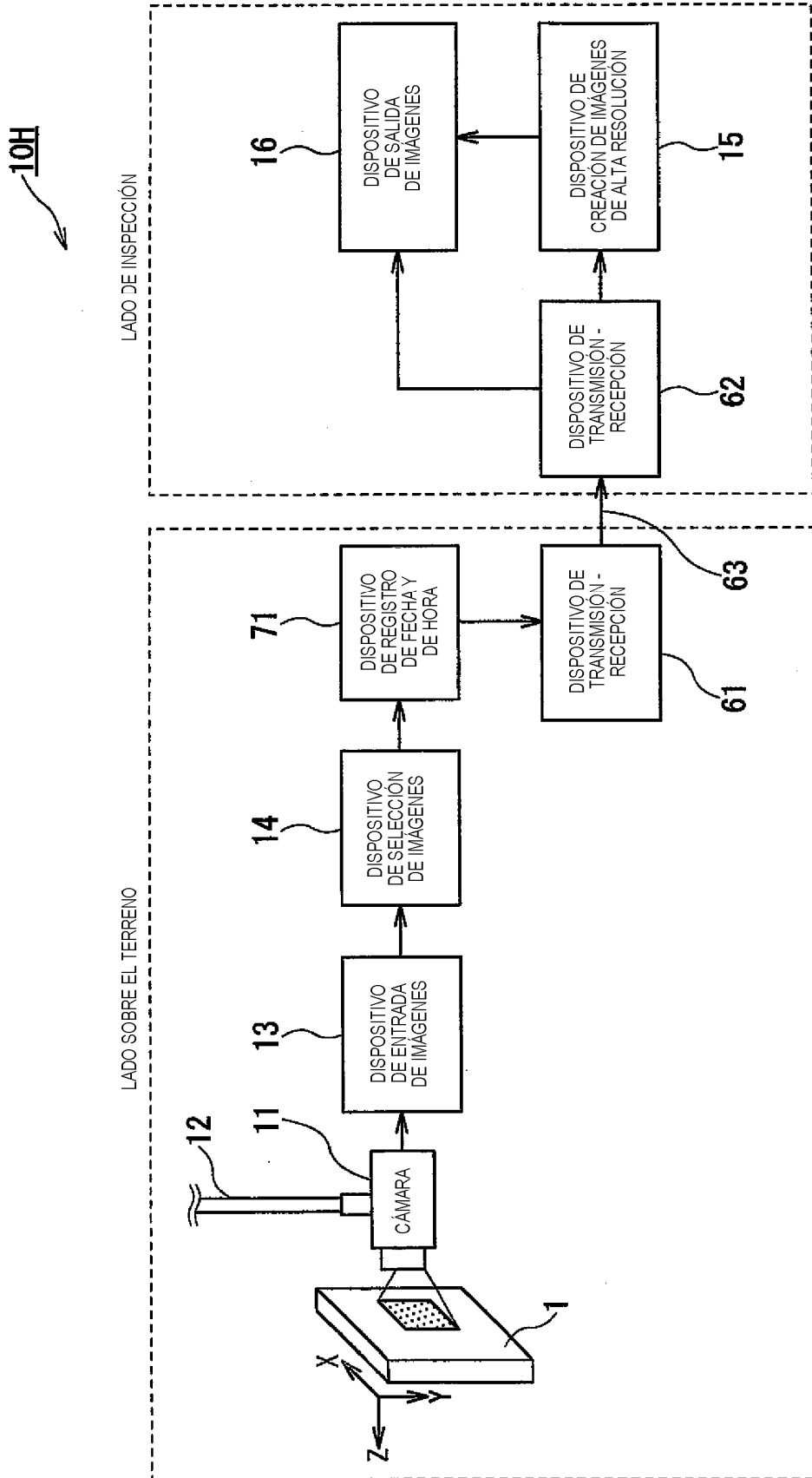


FIG. 14

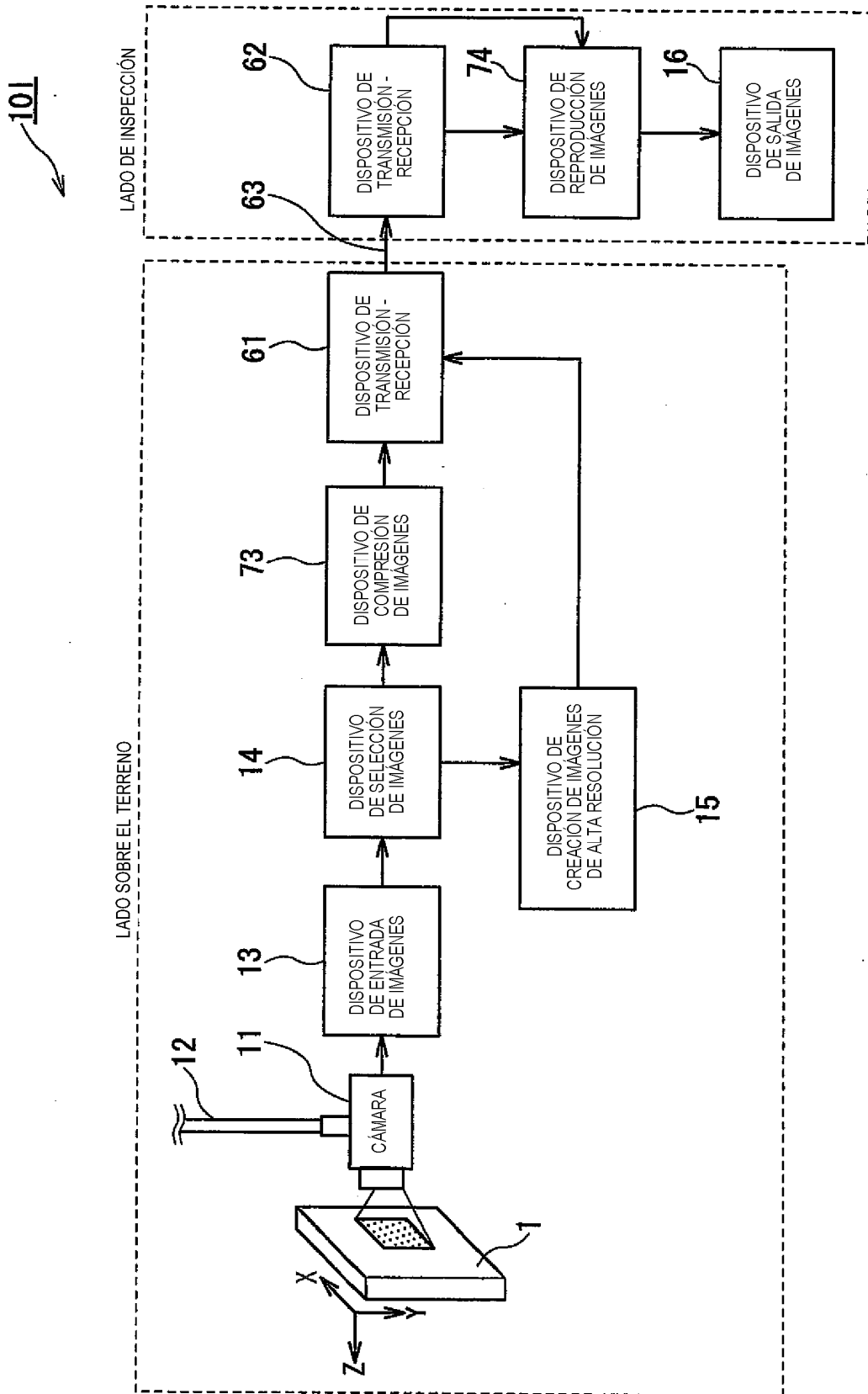


FIG. 15

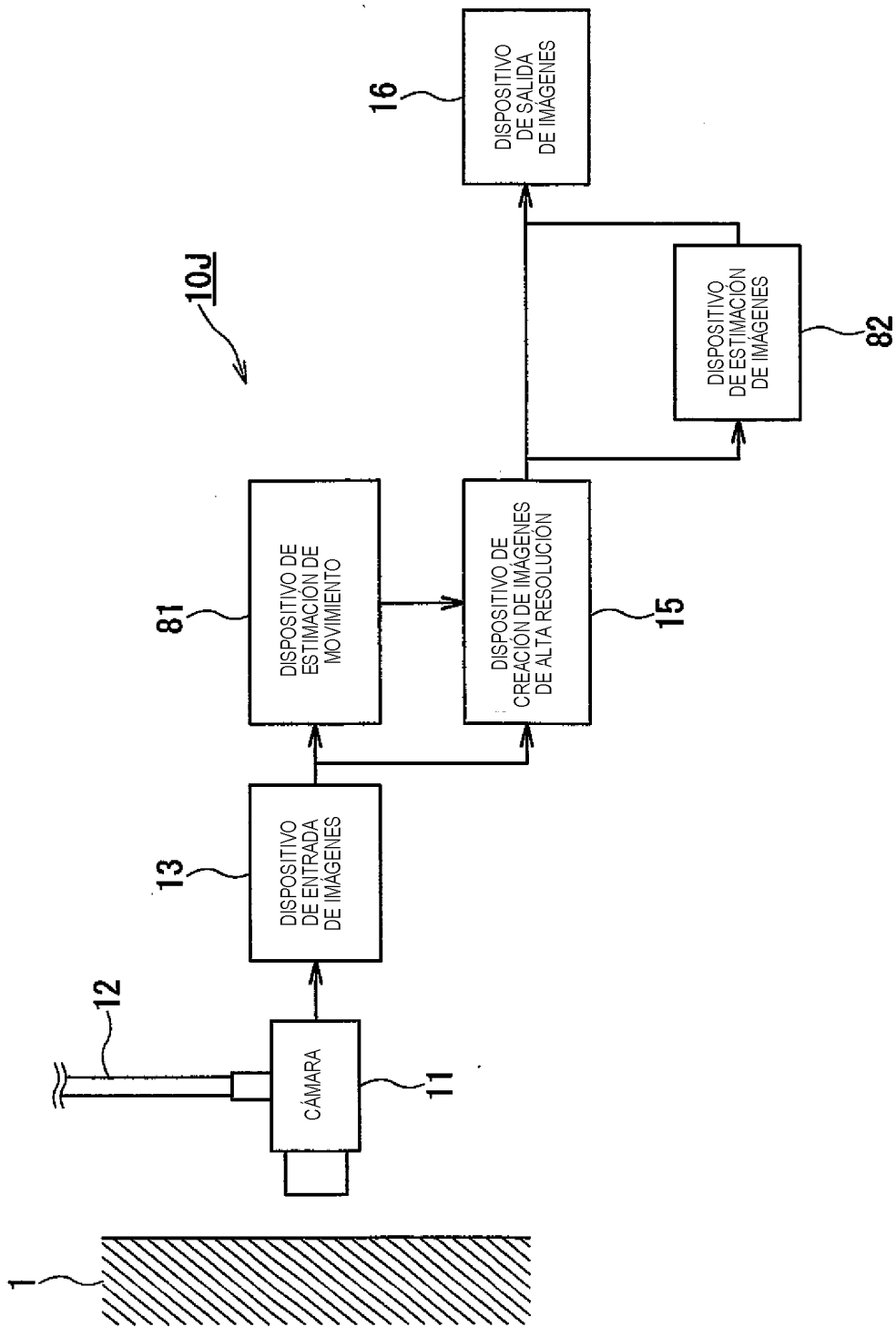


FIG. 16



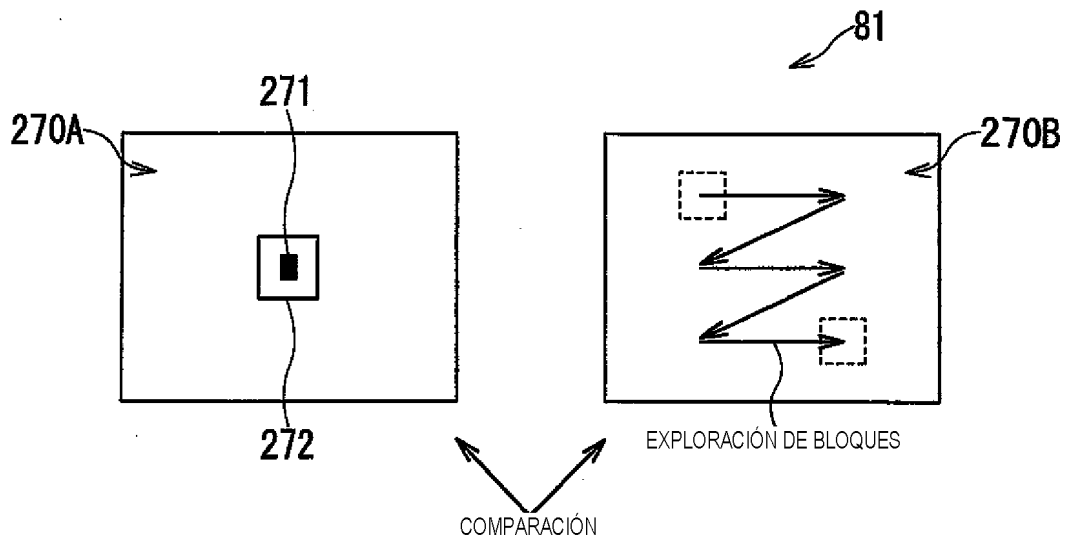


FIG. 17A

FIG. 17B

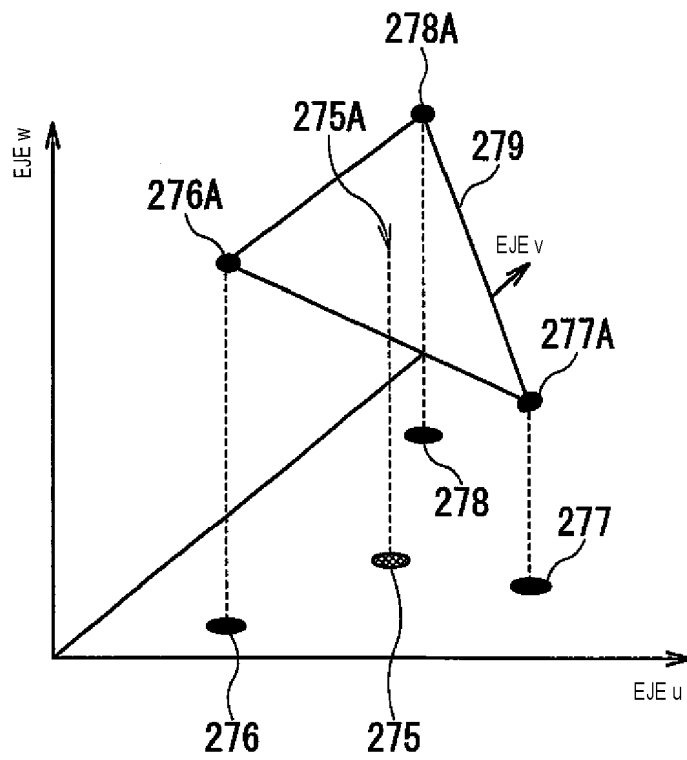
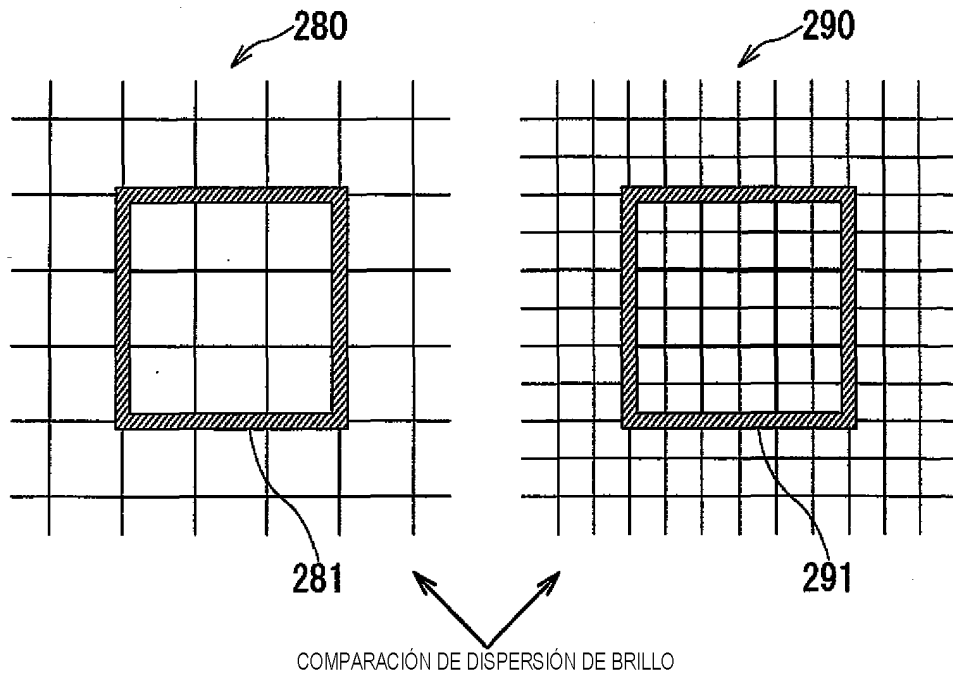
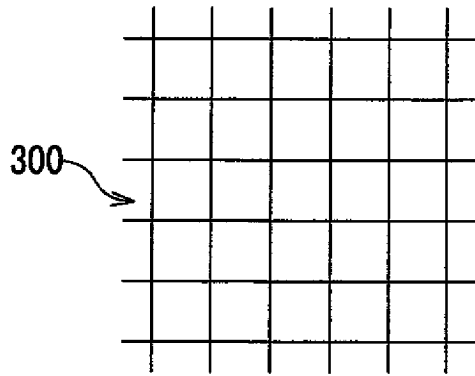


FIG. 18

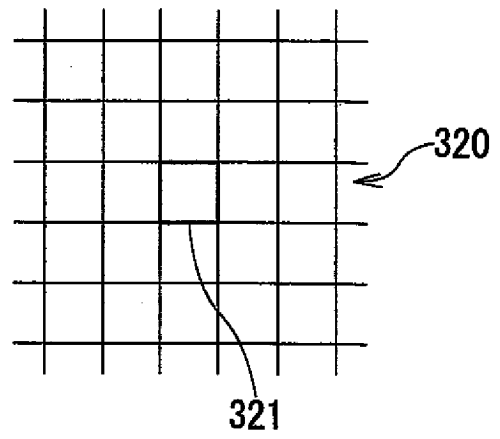
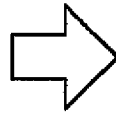


**FIG. 19A**

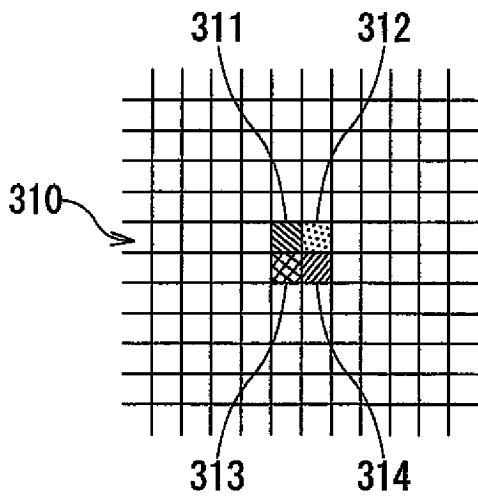
**FIG. 19B**



**FIG. 20A**



**FIG. 20C**



**FIG. 20B**

MISMA RESOLUCIÓN: COMPARACIÓN

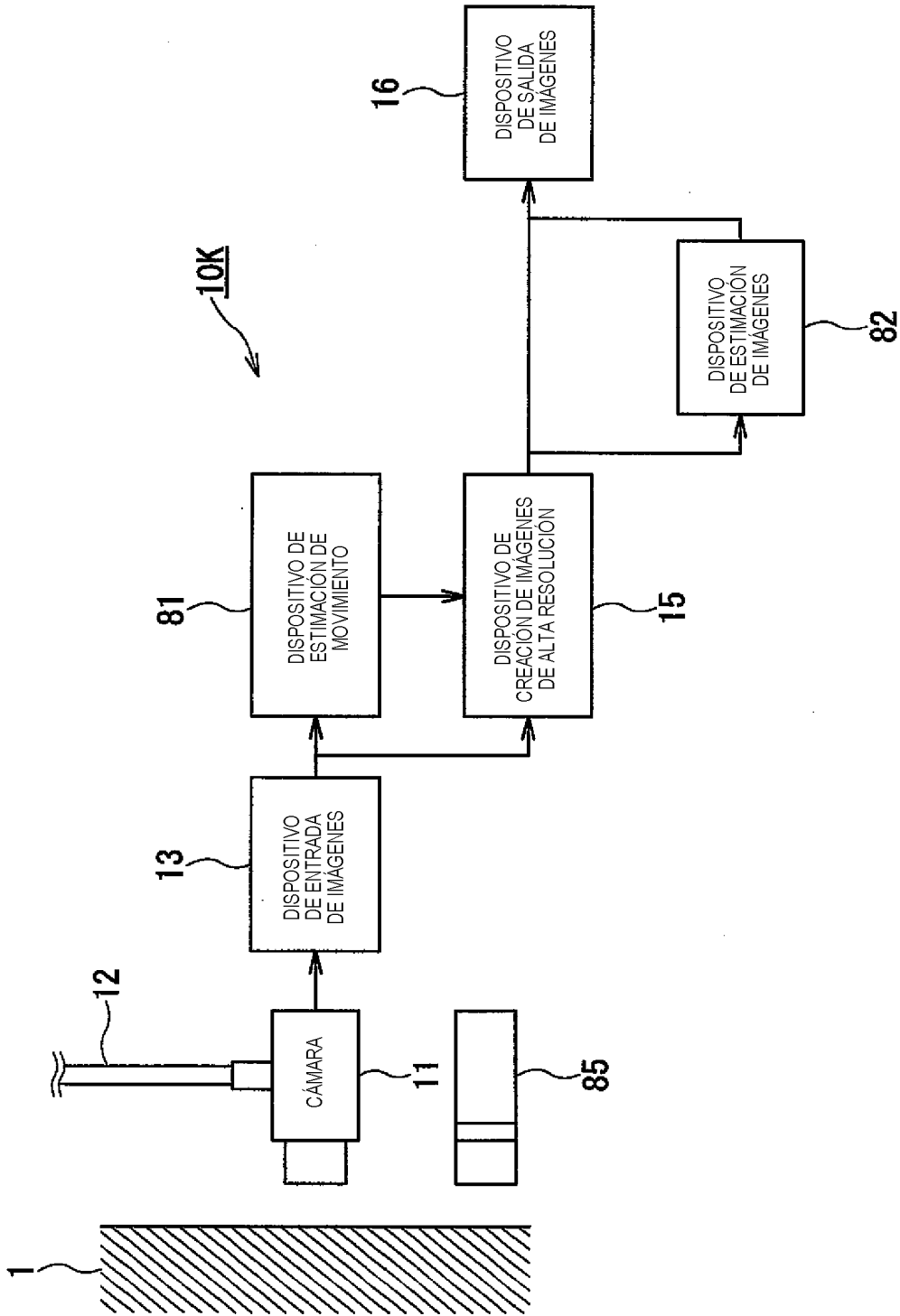


FIG. 21

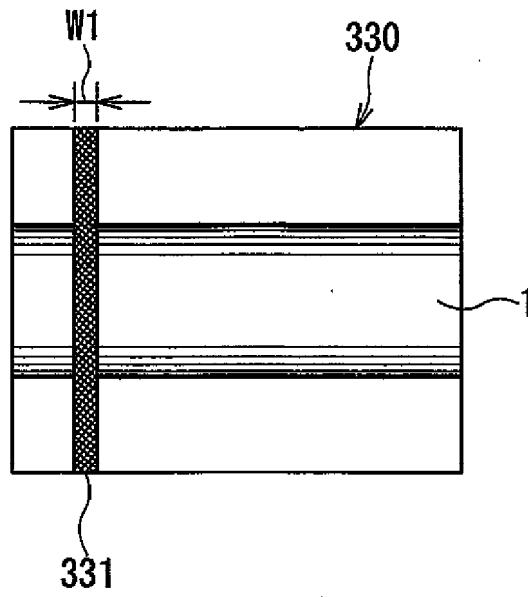


FIG. 22

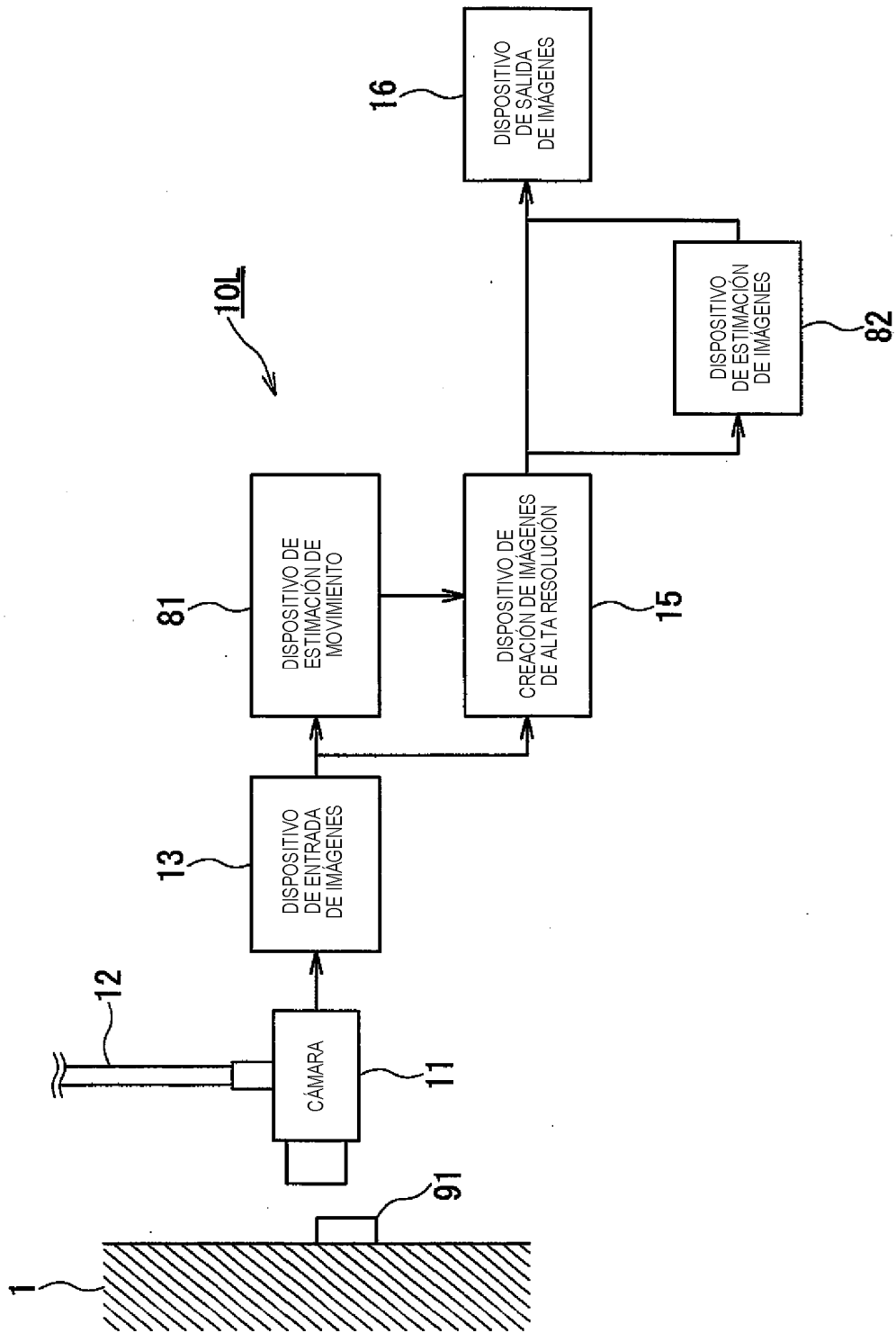


FIG. 23

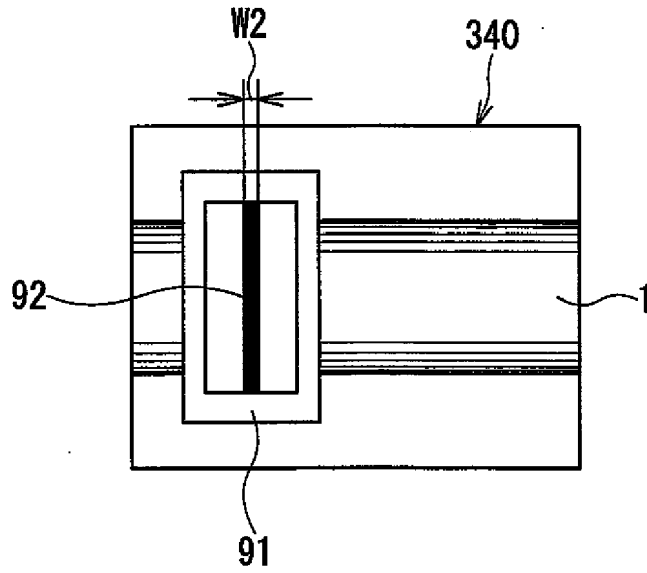


FIG. 24

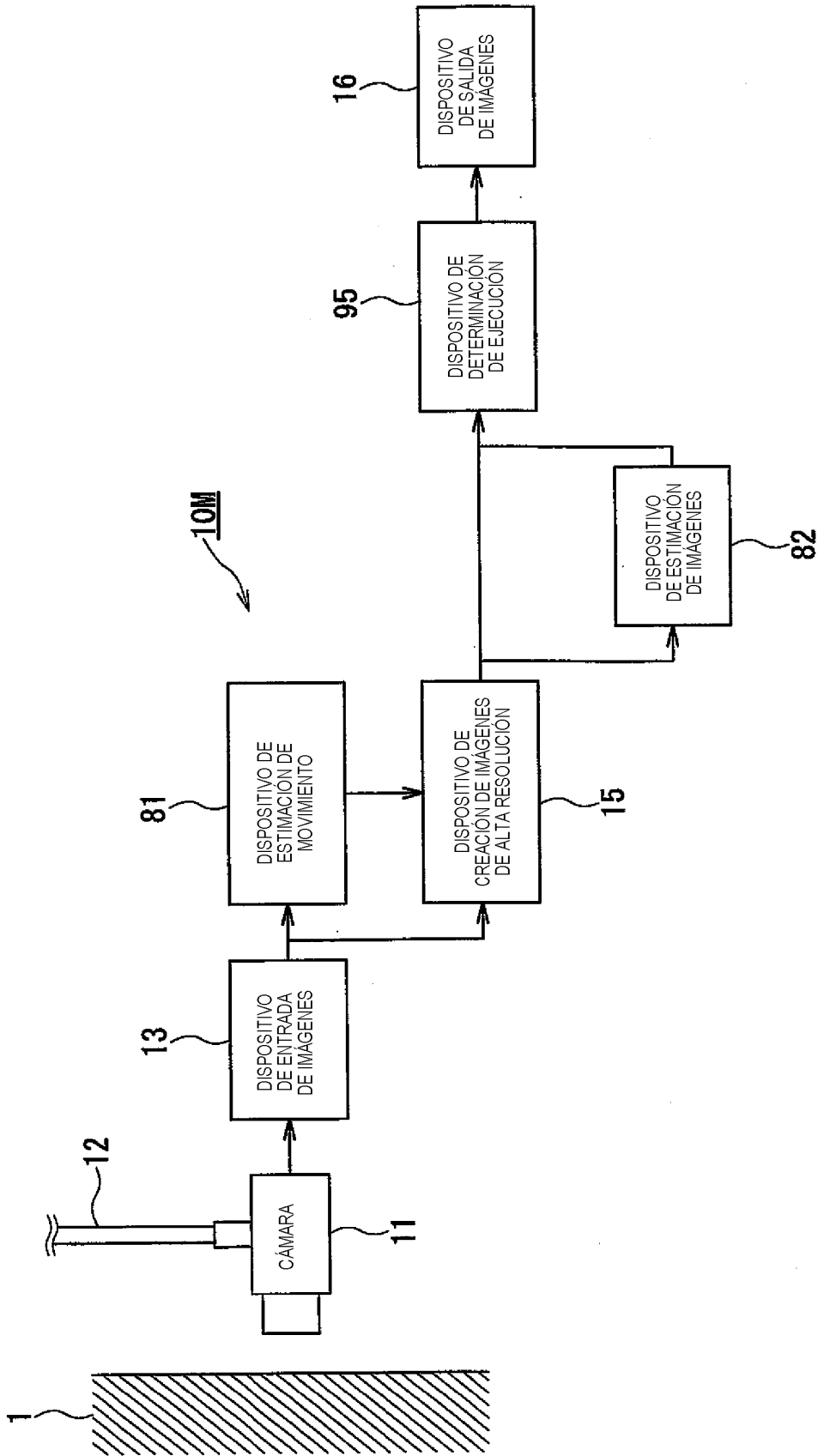


FIG. 25