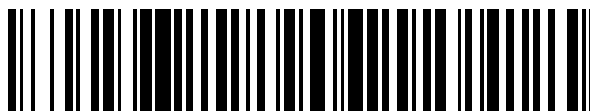


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 856**

51 Int. Cl.:

G01B 11/24 (2006.01)

G01B 11/25 (2006.01)

G01B 11/30 (2006.01)

G06T 7/00 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2016 PCT/JP2016/064266**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2016 WO16182055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2016 E 16792779 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3270102**

54 Título: **Método de inspección de forma, aparato de inspección de forma, y programa**

30 Prioridad:

13.05.2015 JP 2015098031

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2020

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo , JP**

72 Inventor/es:

**HIBI, ATSUHIRO;
KONNO, YUSUKE;
FURUYA, NOBUHIRO y
KUROIWA, TOMOHIRO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 750 856 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

Método de inspección de forma, aparato de inspección de forma, y programa

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método de inspección de forma, a un aparato de inspección de forma, y a un programa.

Técnica anterior

Hasta ahora, se ha conocido un método en el que se obtiene una imagen de la luz lineal que se aplica a una superficie de un objeto que se ha de medir, y se mide la forma de la superficie del objeto que se ha de medir basándose en lo que se denomina un método de sección luminosa; por ejemplo el documento de Literatura Patente 10 1 que se da más adelante propone un método en el cual se obtienen sucesivamente imágenes de luz de láser lineal aplicada a lo largo de la dirección de la anchura de un objeto que se ha de medir, tal como una losa, que es un producto semiacabado de acero en el curso de su transporte, por medio de una cámara de área, se generan una imagen de luminancia y una imagen de irregularidad a partir de la imagen captada que se ha obtenido, y, a continuación, la superficie del objeto que se ha de medir es inspeccionada basándose en la imagen de luminancia y 15 la imagen de irregularidad. En este método, el principio del método de sección luminosa se aplica a la pluralidad de imágenes sucesivamente captadas (imágenes de sección luminosa) para generar una imagen de irregularidad, y un defecto que presenta un cambio en la irregularidad de la superficie, tal como una grieta vertical que tiene una abertura, es detectado basándose en la imagen de irregularidad. Por otra parte, en este método, se genera una imagen de luminancia a partir de la información del brillo (es decir, la luminancia) de la línea de sección luminosa, y esta se utiliza para detectar un defecto que presenta un cambio de reflectancia que no tiene una abertura, tal como una grieta transversal. 20

Lista de citas

Literatura de Patentes

	Documento de Literatura de Patente 1:	JP 5488953 B
25	Documento de Literatura de Patente 2:	JP 3243385 B
	Documento de Literatura de Patente 3:	US 5 671 056 A
	Documento de Literatura de Patente 4:	US 4 961 155 A

El documento de Literatura de Patente 3 divulga un aparato de medición de forma tridimensional, así como un método de medición de forma tridimensional.

30 El documento de Literatura de Patente 4 divulga un sistema de medición de coordenadas XYZ.

Compendio de la invención

Problema técnico

Aquí, en el caso de utilizar una tecnología como la que se divulga en el documento de Literatura Patente 1 anterior, es importante obtener una imagen de sección luminosa que sirva como base para la imagen de luminancia y la imagen de brillo de forma apropiada y, por consiguiente, es importante establecer en un estado apropiado, de antemano, el espesor y el brillo de la luz de láser lineal que se va a aplicar al objeto que se ha de medir. Por otra parte, a fin de generar una imagen de sección luminosa utilizando el método de sección luminosa, es necesario mover de forma relativa el objeto que se ha de medir y el sistema óptico para obtener imágenes del objeto que se ha de medir. Por lo tanto, a la hora de ajustar de antemano el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa basándose en la luz de láser lineal sobre la superficie del objeto, el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa son ajustados por ensayo y error mientras se repiten el movimiento relativo y la generación de imágenes de sección luminosa como los que se han mencionado anteriormente. Sin embargo, semejante operación supone una carga muy pesada y requiere un cierto tiempo de operación en una línea de producción o emplazamiento similar de la industria del acero, por ejemplo; esto no ha venido siendo práctico. 40

45 Por otra parte, no existen indicadores objetivos que puedan definir el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa simultáneamente; en consecuencia, a la hora de ajustar el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa, la operación de ajuste del sistema óptico se ha venido llevando a cabo dependiendo únicamente de la visión subjetiva del ajustador.

50 El documento de Literatura Patente 2 anterior describe un método de calibración en el cual, a fin de ajustar la intensidad de la iluminación con LED, la suma total de los valores de luminancia obtenidos de imágenes que se obtienen mediante la toma de imágenes de una placa de calibración iluminada, se compara con un valor de

referencia. Sin embargo, en el método de sección luminosa, la imagen de sección luminosa se ve influenciada no solo por el brillo, sino también por el espesor de la línea de sección luminosa; en consecuencia, la calibración utilizando un indicador solo de brillo no es suficiente. Por otra parte, el documento de Literatura Patente 2 anterior no hace mención del método para determinar el valor de referencia.

- 5 Como se aprecia de lo anterior, la situación actual es que es deseable un método capaz de ajustar el brillo y el espesor de una línea de sección luminosa de una imagen de sección luminosa de una manera más simple y objetiva.

Así, pues, la presente invención se ha realizado en vista del problema anteriormente mencionado, y es un propósito de la presente invención proporcionar un método de inspección de forma, un aparato de inspección de forma y un programa que puedan ajustar el brillo y el espesor de una línea de sección luminosa de una imagen de sección luminosa de una manera más simple y objetiva.

Solución al problema

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, a fin de alcanzar el propósito antes mencionado, se proporciona un método de inspección de forma que incluye: una etapa de generación de imagen de sección luminosa, en la que se aplica luz de láser lineal a una superficie de un objeto desde una fuente de luz de láser, y se obtiene una imagen de una línea de sección luminosa basándose en la luz de láser sobre la superficie del objeto, por medio de un aparato de obtención de imagen, y se genera, con ello, una imagen de sección luminosa que es una imagen captada utilizada para un método de sección luminosa; y una etapa de cálculo de valores indicadores, en la que se calculan un valor indicador de espesor, que indica un espesor de la línea de sección luminosa, y un valor indicador de brillo, que indica un brillo de la línea de sección luminosa de la imagen de sección luminosa; una etapa de modificación de ajuste, en la que el ajuste de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen se modifica de manera tal, que cada uno del valor indicador de espesor calculado y el valor indicador de brillo calculado se encuentra dentro de un intervalo prescrito ajustado de manera única o exclusiva con antelación; y una etapa de inspección de forma, en la que el tratamiento de imagen se lleva a cabo en la imagen de sección luminosa una vez que cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo es llevado dentro del intervalo prescrito y, con ello se inspecciona la forma de la superficie del objeto.

En la etapa de cálculo del valor indicador, se especifica un píxel que proporciona un valor de luminancia máximo en cada una de las direcciones de columna de una imagen de sección luminosa referente a la superficie del objeto, que son direcciones correspondientes a una dirección de movimiento relativo entre el objeto y la fuente de luz de láser, y, en el caso de que el valor de luminancia máximo de la columna sea un valor de luminancia no menor que un primer umbral, esa columna se toma como columna de píxeles para ser tratada; la suma del número de píxeles que proporcionan el valor de luminancia máximo y el número de píxeles que tienen un valor de luminancia no menor que un segundo umbral, con respecto al valor de luminancia máximo de cada una de las columnas de píxeles que se van a tratar, se toma como el espesor de la línea de sección luminosa de las columnas de píxeles que se han de tratar, y el promedio del espesor de la línea de sección luminosa en todas las columnas de píxeles que se han de tratar se calcula y se toma como el valor indicador de espesor; y un valor obtenido dividiendo el promedio de valores de luminancia de todos los píxeles que han sido utilizados a la hora de calcular el valor indicador de espesor, por un valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato de obtención de imagen, se toma como el valor indicador de brillo.

En la etapa de cálculo de valores indicadores, el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo pueden ser calculados utilizando la imagen de sección luminosa obtenida formando una sola imagen de únicamente la línea de sección luminosa del objeto en reposo.

Es preferible que, en la etapa de modificación de ajuste, el ajuste de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen se modifique de manera que el valor indicador de espesor esté dentro de un intervalo entre 1,27 y 2,52, y el valor indicador de brillo esté comprendido en un intervalo entre 0,24 y 0,52.

Es preferible que, en la etapa de modificación de ajuste, al menos uno de entre un foco de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, un foco de una lente incluida en la fuente de luz de láser, y una distancia de separación entre la fuente de luz de láser y la superficie del objeto, sea ajustado con el fin de llevar el valor indicador de espesor dentro del intervalo prescrito, y que al menos uno de entre un tiempo de exposición del aparato de obtención de imagen, una apertura de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, una ganancia del aparato de obtención de imagen y una potencia de la fuente de luz de láser, sea ajustado con el fin de llevar el valor indicador de brillo dentro del intervalo prescrito.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, a fin de conseguir el objeto antes mencionado, se proporciona un aparato de inspección de forma que incluye: un aparato de generación de imagen de sección luminosa, que incluye una fuente de luz de láser que aplica luz de láser lineal a una superficie de un objeto, y un aparato de obtención de imagen que obtiene una imagen de una sección luminosa que es una imagen captada que se utiliza para un método de sección luminosa; y un aparato de tratamiento aritmético, que lleva a cabo un tratamiento de imagen en la imagen de sección luminosa generada por el aparato de generación de imagen de sección luminosa,

evalúa un estado de la línea de sección luminosa y lleva a cabo una inspección de forma en la superficie del objeto basándose en un método de sección luminosa que se basa en la imagen de selección luminosa. El aparato de tratamiento aritmético incluye una unidad de cálculo de valores indicadores, que, basándose en la imagen de sección luminosa generada por el aparato de obtención de imagen, calcula un valor indicador de espesor, que indica un espesor de la línea de sección luminosa, así como un valor indicador de brillo, que indica un brillo de la línea de sección luminosa en la imagen de sección luminosa; una unidad de evaluación, que, basándose en el valor indicador de espesor calculado y en el valor indicador de brillo calculado, evalúa si cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentran o no dentro de un intervalo prescrito; y una unidad de inspección de forma, que lleva a cabo un tratamiento de inspección de forma basándose en un método de sección luminosa que se basa en la imagen de sección luminosa, una vez que cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se han llevado dentro de un intervalo prescrito, establecido de forma única por adelantado.

La unidad de valores indicadores especifica un píxel proporcionando un valor de luminancia máximo en cada una de las direcciones de columna de una imagen de sección luminosa relacionadas con la superficie del objeto, que son direcciones correspondientes a una dirección de movimiento relativo entre el objeto y de la fuente de luz de láser, y, en el caso de que el valor de luminancia máximo de una columna sea un valor de luminancia no menor que un primer umbral, toma esa columna como columna de píxeles que se ha de tratar, toma la suma del número de píxeles que proporcionan el valor de luminancia máximo y el número de píxeles que tienen un valor de luminancia no menor que un segundo umbral con respecto al valor de luminancia máximo de cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, como el espesor de la línea de sección luminosa de cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, y calcula el promedio de los espesores de la línea de sección luminosa de todas las columnas de píxeles que se han de tratar, y toma el promedio como el valor indicador de espesor, y toma, como el valor indicador de brillo, un valor obtenido dividiendo el promedio de valores de luminancia de todos los píxeles que han sido utilizados a la hora de calcular el valor indicador de espesor por un valor de luminancia de salida máximo, posiblemente suministrado como salida desde el aparato de obtención de imagen.

La unidad de cálculo de valores indicadores puede calcular el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo utilizando la imagen de sección luminosa obtenida tomando una imagen tan solo de una única línea de sección luminosa sobre el objeto en reposo.

El aparato de inspección de forma puede incluir, adicionalmente, un mecanismo de ajuste que ajusta el establecimiento de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen incluidos en el aparato de generación de imagen de sección luminosa, el aparato de tratamiento aritmético puede incluir una unidad de control de imagen que controla el accionamiento del aparato de generación de imagen de sección luminosa, y una unidad de control de ajuste que controla el accionamiento del mecanismo de ajuste y de la unidad de control de ajuste basándose en el resultado de la evaluación por parte de la unidad de evaluación, y pone en funcionamiento al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la unidad de control de obtención de imagen de manera tal, que el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentren dentro del intervalo prescrito.

Es preferible que, en el aparato de inspección de forma, el establecimiento de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen se modifique de manera tal, que el valor indicador de espesor se encuentre dentro de un intervalo entre 1,27 y 2,52, y el valor indicador de brillo se encuentre dentro de un intervalo entre 0,24 y 0,52.

Es preferible que, en el aparato de inspección de forma, al menos uno de entre un foco de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, un foco de una lente incluida en la fuente de luz de láser, y una distancia de separación entre la fuente de luz de láser y la superficie del objeto, sea ajustado con el fin de llevar el valor indicador de espesor dentro del intervalo prescrito, y que al menos uno de entre un tiempo de exposición del aparato de obtención de imagen, una apertura de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, una ganancia del aparato de obtención de imagen, y una potencia de la fuente de luz de láser, sea ajustado para llevar el valor indicador de brillo dentro del intervalo prescrito.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, al objeto de conseguir el propósito antes mencionado, se proporciona un programa para hacer que una computadora capaz de comunicarse de manera recíproca con un aparato de generación de imagen de sección luminosa que incluye una fuente de luz de láser que aplica luz de láser lineal a una superficie de un objeto, y un aparato de obtención de imagen que obtiene imágenes de la línea de sección luminosa basándose en la luz de láser sobre la superficie del objeto, y genera una imagen de sección luminosa que es una imagen captada que se utiliza para que un método de sección luminosa opere en un aparato de tratamiento aritmético que lleva a cabo el tratamiento de imagen sobre la imagen de sección luminosa generada por el aparato de generación de imagen de sección luminosa, evalúe un estado de la línea de sección luminosa y lleve a cabo una inspección de forma de la superficie del objeto basándose en un método de sección luminosa que se basa en una imagen de sección luminosa. El programa es para hacer que la computadora ejecute: una función de cálculo de valores indicadores, consistente en calcular, basándose en la imagen de sección luminosa generada por el aparato de obtención de imagen, un valor indicador de espesor, que indica un espesor de la línea de sección luminosa, y un valor indicador de brillo, que indica un brillo de la línea de sección luminosa en la imagen de sección luminosa; una función de evaluación, consistente en evaluar, sobre la base del valor indicador de espesor calculado

y del valor indicador de brillo calculado, si cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentra dentro de un intervalo prescrito o no; y una función de inspección de forma, consiste en llevar a cabo un tratamiento de inspección de forma basándose en un método de sección luminosa que se basa en la imagen de sección luminosa, una vez que cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se ha llevado dentro de un intervalo prescrito establecido de forma única por adelantado.

La función de cálculo de valores indicadores especifica un píxel que proporciona un valor de luminancia máximo en cada una de las direcciones de columna de una imagen de sección luminosa con respecto a la superficie del objeto, que son direcciones correspondientes a una dirección de movimiento relativo entre el objeto y la fuente de luz de láser, y, en el caso de que el valor de luminancia máximo de una columna sea un valor de luminancia no menor que un primer umbral, toma esa columna como columna de píxeles para ser tratada, toma la suma del número de píxeles que proporcionan el valor de luminancia máximo y el número de píxeles que tienen un valor de luminancia no menor que un segundo umbral con respecto al valor de luminancia máximo en cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, como el espesor de la línea de sección luminosa en cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, y calcula el promedio de los espesores de la línea de sección luminosa en todas las columnas de píxeles que se han de tratar y toma el promedio como valor indicador de espesor, y toma un valor obtenido dividiendo el promedio de valores de luminancia de todos los píxeles que se han utilizado a la hora de calcular el valor indicador de espesor, por un valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato de obtención de imagen, como el valor indicador de brillo.

La función de cálculo de valores indicadores puede calcular el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo utilizando la imagen de sección luminosa obtenida obteniendo una imagen tan solo de una única línea de sección luminosa sobre el objeto en reposo.

La computadora puede ser, adicionalmente, capaz de comunicarse de forma recíproca con un mecanismo de ajuste que ajusta el establecimiento de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen incluidos en el aparato de generación de imagen de sección luminosa; el programa puede, adicionalmente, hacer que la computadora ejecute: una función de control de obtención de imagen, consistente en controlar el accionamiento del aparato de generación de imagen de sección luminosa; y una función de control de ajuste, consistente en controlar el accionamiento del mecanismo de ajuste; y la función de control de ajuste, sobre la base del resultado de evaluación por parte de la función de evaluación, puede poner en funcionamiento al menos uno del mecanismo de ajuste y la función de control de obtención de imagen, de tal manera que el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentren dentro del intervalo prescrito.

La función de control de ajuste puede hacer que al menos uno del mecanismo de ajuste y la función de control de obtención de imagen modifiquen el ajuste de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen de manera tal, que el valor indicador de espesor se encuentre dentro de un intervalo entre 1,27 y 2,52, y el valor indicador de brillo se encuentre dentro de un intervalo entre 0,24 y 0,52.

Es preferible que la función de control de ajuste haga que al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la función de control de obtención de imagen ajusten al menos uno de entre un foco de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, un foco de una lente incluida en la fuente de luz de láser, y una distancia de separación entre la fuente de luz de láser y la superficie del objeto, a fin de llevar el valor indicador de espesor dentro del intervalo prescrito, y haga que al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la función de control de imagen ajuste al menos uno de entre un tiempo de exposición del aparato de obtención de imagen, una apertura de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, una ganancia del aparato de obtención de imagen, y una potencia de la fuente de luz de láser, a fin de llevar el valor indicador de brillo dentro del intervalo prescrito.

De manera adicional, para resolver el problema antes mencionado, de acuerdo con aún otro aspecto de la presente invención, se proporciona un medio de registro en el que se graba el programa.

Efectos ventajosos de la invención

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, utilizando un valor indicador de brillo y un valor indicador de espesor como los anteriormente mencionados, se hace posible ajustar el brillo y el espesor de una línea de sección luminosa de una imagen de sección luminosa de manera más simple y objetiva.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un ejemplo de la configuración de un aparato de inspección de forma que utiliza el método de sección luminosa.

La Figura 2 es un diagrama explicativo que muestra esquemáticamente la configuración de un aparato de generación de imagen de sección luminosa, dispuesto en el aparato de inspección de forma.

La Figura 3 es un diagrama explicativo que muestra un ejemplo de la imagen de luminancia generada a partir de una imagen de sección luminosa apropiadamente captada.

La Figura 4 es un diagrama explicativo que muestra un ejemplo de la imagen de luminancia generada a partir de una imagen de sección luminosa que no ha sido apropiadamente captada.

La Figura 5 es un diagrama explicativo para describir una causa de ruido superpuesto en una imagen de luminancia.

La Figura 6 es un diagrama explicativo para describir el espesor de una línea de sección luminosa.

5 La Figura 7 es un diagrama explicativo destinado a describir el brillo y el espesor de una línea de sección luminosa.

La Figura 8A es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un ejemplo de la configuración de un aparato de inspección de forma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 8B es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un ejemplo de la configuración de un aparato de inspección de forma de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 La Figura 9 es un diagrama explicativo para describir un procedimiento de cálculo de valores indicadores de acuerdo con la realización.

La Figura 10 es un gráfico para describir un valor indicador de brillo y un valor indicador de espesor de acuerdo con la realización.

15 La Figura 11 es un diagrama explicativo para describir el valor indicador de brillo y el valor indicador de espesor de acuerdo con la realización.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de una secuencia de un método de inspección de forma de acuerdo con la realización.

La Figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un ejemplo de una configuración de hardware de un aparato de tratamiento aritmético de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 Descripción de realizaciones

En lo que sigue, se describirá(n) una realización (realizaciones) de la presente invención en detalle, con referencia a los dibujos que se acompañan. En esta memoria y en los dibujos, elementos que tienen sustancialmente la misma función y estructura se denotan con los mismos símbolos de referencia, y se ha omitido su explicación repetida.

Con respecto al aparato de inspección de forma que utiliza el método de sección luminosa:

25 En primer lugar, se describe brevemente, con referencia a las Figuras 1 a 6, un aparato de inspección de forma que utiliza el método de sección luminosa.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un ejemplo de la configuración de un aparato de inspección de forma que se sirve del método de sección luminosa, y la Figura 2 es un diagrama explicativo que muestra esquemáticamente la configuración de un aparato de generación de imagen de sección luminosa proporcionado en el aparato de inspección de forma. La Figura 3 es un diagrama explicativo que muestra un ejemplo de la imagen de luminancia generada a partir de una imagen de sección luminosa apropiadamente captada, y la Figura 4 es un diagrama explicativo que muestra un ejemplo de la imagen de luminancia generada a partir de una imagen de sección luminosa captada de forma no apropiada. La Figura 5 es un diagrama explicativo destinado a describir una causa de ruido superpuesto en una imagen de luminancia. La Figura 6 es un diagrama explicativo destinado a describir el espesor de una línea de sección luminosa.

35 Como se muestra esquemáticamente en la Figura 1, un aparato de inspección de forma 1 que mide la forma superficial de un objeto que se ha de medir S utilizando el método de sección luminosa, está habitualmente compuesto de un aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, un aparato de tratamiento aritmético 20 y un mecanismo de accionamiento 30.

40 Aquí, el aparato 10 de generación de imagen luminosa es un aparato que aplica luz de láser lineal al objeto que se ha de medir S y obtiene una imagen de la línea de sección luminosa basándose en la luz de láser lineal sobre la superficie del objeto que se ha de medir S, y, con ello, genera una imagen de sección luminosa relacionada con el objeto de que se ha de medir S. El aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa está compuesto, como se muestra esquemáticamente en la Figura 2, por una fuente de luz de láser 11 que aplica luz de láser lineal al objeto que se ha de medir S, y un aparato 13 de obtención de imagen, que obtiene una imagen de una línea de sección luminosa sobre la superficie del objeto que se ha de medir S.

45 La fuente de luz de láser 11 está compuesta, por ejemplo, por una unidad de fuente de luz que emite luz de láser de una longitud de onda prescrita, tal como en el intervalo de luz visible, y una lente (por ejemplo, una lente cilíndrica, una lente de barra, una lente de Powell u otra similar) para condensar la luz de láser emitida desde la unidad de fuente de luz de láser en la dirección de la anchura de la línea, a la vez que se esparce la luz de láser en la dirección de la longitud y, de esta forma, se genera luz lineal. El espesor de la línea de sección luminosa en la posición de la

irradiación de láser puede ser ajustado cambiando el foco en la dirección de la anchura de la línea de la lente.

El aparato 13 de obtención de imagen incluye, como elementos de obtención de imagen, una lente que tiene un valor de apertura abierta prescrito y una distancia focal prescrita, y cualquiera de diversos sensores tales como un dispositivo de acoplamiento de carga (CCD –“charge-coupled device”–) o un metal-óxido-semiconductor complementario (CMOS –“complementary metal-oxide-semiconductor”–).

Bajo el control por el aparato de tratamiento aritmético 20 que se describirá más adelante, el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa lleva a cabo el procedimiento de aplicar luz de láser lineal, el procedimiento de obtener una imagen de una línea de sección luminosa, etc., a un intervalo de tiempo prescrito, y genera una pluralidad de imágenes de sección luminosa. La imagen de sección luminosa generada por el aparato 10 de generación de imagen luminosa es suministrada como salida al aparato de tratamiento aritmético 20.

En el tratamiento de inspección de forma utilizando el método de sección luminosa según se ha descrito anteriormente, es importante cambiar la relación de posiciones relativas entre el objeto que se ha de medir S y el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa en los instantes apropiados. El cambio de relación de posiciones se lleva a cabo por el mismo mecanismo de accionamiento 30, tal como diversos rodillos de accionamiento y dispositivos accionadores, bajo el control del aparato de tratamiento aritmético 20.

El aparato de tratamiento aritmético 20 capta una imagen de sección luminosa generada por el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa y lleva a cabo un tratamiento conocido como el que se ha divulgado en el documento de Literatura Patente 1 anterior, en la imagen de sección luminosa captada, y, con ello, genera una imagen de luminancia y una imagen de irregularidad. Tras ello, el aparato de tratamiento aritmético 20 lleva a cabo un tratamiento de imagen prescrito sobre la imagen de luminancia y la imagen de irregularidad generadas, y, con ello, genera información que muestra la forma superficie del objeto que se ha de medir S. El aparato de tratamiento aritmético 20 funciona también como una unidad de control que controla el tratamiento de imagen (en otras palabras, el tratamiento para generar una imagen de sección luminosa) en el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa.

El aparato de tratamiento aritmético 20 incluye, como se muestra esquemáticamente en la Figura 1, una unidad 21 de control de obtención de imagen, una unidad 23 de tratamiento de imagen, una unidad 25 de control de presentación visual y una unidad de almacenamiento 27, por ejemplo.

La unidad 21 de control de obtención de imagen está configurada con una unidad central de procesamiento (CPU –“central processing unit”–), una unidad de solo lectura (ROM –“read-only memory”–), una unidad de acceso aleatorio (RAM –“random access memory”–), un dispositivo de comunicación, etc. La unidad 21 de control de obtención de imagen controla la obtención de imagen del objeto que se ha de medir S llevada a cabo por el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa. Más específicamente, cuando el movimiento relativo del objeto que ha de medir S y el sistema óptico (es decir, el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa) es iniciado por el mecanismo de accionamiento 30 (por ejemplo, un motor de accionamiento, un dispositivo accionador o un elemento similar) bajo control, la unidad 21 de control de obtención de imagen envía una señal de control como la siguiente al aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa. Es decir, la unidad 21 de control de imagen envía una señal de disparo para iniciar la aplicación de la luz de láser lineal a la fuente de luz de láser 11 del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, y envía una señal de disparo para iniciar el procedimiento de captación de una imagen captada de una línea de sección luminosa (esto es, una imagen de sección luminosa), al aparato 13 de obtención de imagen.

La unidad 23 de tratamiento de imagen está configurada con, por ejemplo, una CPU, una ROM una RAM, un dispositivo de comunicación, etc. La unidad 23 de tratamiento de imagen lleva a cabo diversas piezas de tratamiento de imagen utilizando una imagen de sección luminosa captada desde el aparato 13 de obtención de imagen del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa.

Más específicamente, la unidad 23 de tratamiento de imagen utiliza una imagen de sección luminosa suministrada como salida desde el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa para generar una imagen de luminancia y una imagen de irregularidad como las que se divulgan en el documento de Literatura Patente 1 anterior. Tras ello, la unidad 23 de tratamiento de imagen se sirve de la imagen de luminancia y la imagen de irregularidad generadas para llevar a cabo el tratamiento de inspección de forma consistente en calcular la forma superficial del objeto que se ha de medir S y detectar diversos defectos o elementos similares que puedan existir en la superficie del objeto que se ha de medir S.

Al terminar el tratamiento de inspección de forma de la superficie del objeto que se ha de medir S, la unidad 23 de tratamiento de imagen transmite información acerca del resultado de la inspección obtenido, a la unidad 25 de control de presentación visual.

La unidad 25 de control de presentación visual se ha configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, un dispositivo de salida, etc. La unidad 25 de control de presentación visual lleva a cabo un control de la presentación visual en el momento de presentar visualmente el resultado de la inspección del objeto que se ha de medir S, transmitido desde la unidad 23 de tratamiento de imagen o desde un dispositivo de salida tal como un

dispositivo de presentación visual incluido en el aparato de tratamiento aritmético 20, un dispositivo de salida dispuesto fuera del aparato de tratamiento aritmético 20, u otro similar. Por ello, el usuario del aparato de inspección de forma 1 puede disponer de inmediato de diversos resultados de inspección concernientes a la forma superficial del objeto que se ha de medir S.

- 5 La unidad de almacenamiento 27 está configurada con, por ejemplo, una RAM, un dispositivo de almacenamiento o un dispositivo similar incluido en el aparato de tratamiento aritmético 20, de acuerdo con la presente realización. En la unidad de almacenamiento 27 se registran diversos parámetros, informes acerca del tratamiento aún en curso, etc., que es necesario guardar cuando el aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con la presente realización lleva a cabo alguna clase de tratamiento, diversas bases de datos y programas, etc., según sea apropiado. La
10 unidad 21 de control de obtención de imagen, la unidad 23 de tratamiento de imagen y la unidad 25 de control de presentación visual, etc., pueden llevar a cabo libremente un tratamiento de lectura / inscripción de datos en la unidad de almacenamiento 27.

A fin de obtener una imagen de luminancia apropiada utilizando el aparato de inspección de forma 1 como se ha descrito anteriormente, es importante obtener de manera apropiada una imagen de sección luminosa que sirva como
15 base de una imagen de luminancia. Aquí, para obtener una imagen de sección luminosa apropiada, es necesario ajustar el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa utilizada para generar una imagen de sección luminosa, dentro de un cierto intervalo. En caso de que ni el espesor ni el brillo de la línea de sección luminosa sean apropiados, surgirán problemas tales como los (1) a (4) referidos en lo que sigue:

- (1) En el caso de que la línea de sección luminosa sea demasiado oscura: la imagen de luminancia generada
20 utilizando la imagen de sección luminosa es oscura en su conjunto, y no puede obtenerse la información de forma de la superficie de manera apropiada.
- (2) En el caso de que la línea de sección luminosa sea demasiado brillante: se produce halo (destellos evanescentes) en la imagen de luminancia generada utilizando la imagen de sección luminosa.
- (3) En el caso de que la línea de sección luminosa sea demasiado delgada: se superpone ruido en la imagen de
25 luminancia generada utilizando la imagen de sección luminosa.
- (4) En el caso de que la línea de sección luminosa sea demasiado gruesa: la resolución especial de la imagen de luminancia y de la imagen de irregularidad generadas utilizando la imagen de sección luminosa se reduce, y la precisión de la información de forma superficial se ve reducida.

- Aquí, la razón por la que se presentan los anteriores problemas indicados por (1) y (2) es clara; pero se requiere
30 probablemente una descripción con respecto a la razón por la que se presentan los anteriores problemas indicados por (3) y (4), y esto se describe específicamente más adelante con referencia a las Figuras 3 a 6.

- La Figura 3 es un ejemplo de la imagen de luminancia apropiada generada a partir de una imagen de sección
luminosa en la que se obtiene una imagen de línea de sección luminosa establecida apropiadamente, y la Figura 4
es un ejemplo de la imagen de luminancia con ruido superpuesto sobre ella, que se genera a partir de una imagen
35 de sección luminosa en la que se obtiene una imagen de una línea de sección luminosa demasiado delgada. En una imagen de luminancia apropiada como la que se muestra en la Figura 3, el brillo y la oscuridad de la línea de sección luminosa cambian de acuerdo con el estado de la superficie del objeto que se ha de medir S, y, con ello, el brillo y la oscuridad de la línea de sección luminosa se convierten en el valor de luminancia de la imagen de luminancia. Sin embargo, como se muestra en la Figura 4, en el caso de que se utilice una línea de sección luminosa demasiado
40 delgada, una configuración de franjas que se extiende en una dirección (la dirección vertical en la Figura 4) ortogonal a la dirección en la que se extiende la línea de sección luminosa, se superpone a la imagen de luminancia.

- El ruido que se superpone en la imagen de luminancia como la mostrada en la Figura 4 (una configuración de franjas) no existe en la imagen de luminancia original; en el caso de que, por ejemplo, esta imagen de luminancia se
45 utilice para una inspección visual de la superficie o una acción similar, se presenta el problema de que un defecto tal como una falla que pueda existir en la superficie del objeto que se ha de medir S, resulte difícil de ver. Incluso en el caso de que se lleve a cabo una inspección superficial tras haber llevado a cabo varias piezas de tratamiento de imagen en esta imagen de luminancia, la precisión de la detección se ve reducida debido al ruido superpuesto de una configuración de franjas.

- A causa de la ocurrencia de tal ruido, se deriva una configuración de franjas de la estructura del elemento de
50 obtención de imagen. La Figura 5 es un diagrama explicativo que muestra esquemáticamente la estructura de píxeles de un elemento de obtención de imagen común. En el elemento de obtención de imagen común, no es siempre el caso que la totalidad del píxel esté formada como una unidad de recepción de luz, sino que el área de la unidad de recepción de luz de cada píxel se encuentra limitada como se muestra esquemáticamente en la Figura 5. Por otra parte, es necesario que se forme en el píxel un circuito eléctrico para suministrar como salida una señal
55 eléctrica correspondiente a la luz recibida por la unidad de recepción de luz; así, pues, como se muestra en la Figura 5, existen pocos casos en los que la unidad de recepción de luz se forme en una parte central del píxel.

En el caso de que se forme una imagen de una línea de sección luminosa demasiado delgada en un elemento de

obtención de imagen común que tiene un tal píxel, como se muestra esquemáticamente en la Figura 5, existen un píxel en el que la línea de sección luminosa se ha formado como una imagen en la unidad de recepción de luz, y un píxel en el que la línea de sección luminosa se ha formado como una imagen en un lugar en el que la unidad de recepción de luz no está presente. Presumiblemente, es debido a esto que ese ruido de una configuración de franjas se superpone en la imagen de luminancia, tal como se muestra en la Figura 4.

Por otra parte, en el caso de que la línea de sección luminosa sea demasiado gruesa, como se ha indicado por la referencia (4) anteriormente, cuando se piensa detenidamente en la distribución de luminancia a lo largo de la dirección de la anchura de la línea de sección luminosa (la dirección del eje y en la Figura 6), hay una influencia debida a ruido moteado de luz de láser debido a que la línea de sección luminosa es gruesa. Como resultado de ello, a diferencia de una línea de sección luminosa en un estado apropiado, existe una pluralidad de porciones (posiciones en la coordenada y) que proporcionan picos de valor de luminancia. En consecuencia, si se lleva a cabo el cálculo de la posición del centroide como el divulgado en el documento de Literatura Patente 1 con el fin de generar una imagen de irregularidad, se produce una variación en la posición del centroide y la precisión de la información de forma de la superficie se reduce. El ruido moteado es un problema peculiar de la luz de láser y aparece independientemente de la rugosidad superficial del objeto que se ha de medir S. En consecuencia, se produce siempre una reducción de precisión en la información de forma superficial debido al hecho de que la línea de sección luminosa es demasiado gruesa, con independencia del objeto que se ha de medir S.

Con respecto a los estudios realizados por los presentes inventores:

Los presentes inventores llevaron a efecto amplios estudios sobre problemas como los indicados por las referencias (1) a (4) anteriores, consecuencia del brillo y del espesor de la línea de sección luminosa. La influencia que ejerce el brillo y el espesor de la línea de sección luminosa se muestra esquemáticamente en el lado izquierdo de la Figura 7. La Figura 7 es un diagrama explicativo destinado a describir el brillo y el espesor de la línea de sección luminosa.

Los intervalos de brillos de la línea de sección luminosa en los que se presentan los anteriores problemas indicados por (1) y (2) pueden expresarse como se muestra en la parte superior del lado izquierdo de la Figura 7. Así, pues, el intervalo de brillos de una línea de sección luminosa apropiada es una región definida por un cierto valor límite superior y un cierto valor límite inferior por lo que respecta al brillo de la línea de sección luminosa. Similarmente, los intervalos de espesores de la línea de sección luminosa en los que se presentan los anteriores problemas indicados por (3) y (4) pueden expresarse como se muestra en la parte inferior del lado izquierdo de la Figura 7. De esta forma, el intervalo de espesores de una línea de sección luminosa apropiada es una región definida por un cierto valor límite superior y un cierto valor límite inferior, por lo que respecta al espesor de la línea de sección luminosa.

En consecuencia, cabe suponer que existe un intervalo de brillos y de espesores de la línea de sección luminosa en el que no se presenta ninguno de los problemas indicados anteriormente por las referencias (1) a (4), dentro de una región como la marcada con un signo de doble círculo en la figura de la derecha de la Figura 7. De esta forma, si es posible definir objetivamente una región que proporcione una línea de sección luminosa apropiada, puede captarse una imagen de sección luminosa apropiada y, adicionalmente, una imagen de luminancia apropiada ajustando el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa de forma tal, que el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa se encuentren dentro de esa región.

Los problemas de las referencias (1) a (4) anteriormente descritos son consecuencia únicamente del espesor y del brillo de la línea de sección luminosa presente en la imagen de sección luminosa. El espesor y el brillo de la línea de sección luminosa son determinados por el sistema óptico y por las condiciones de generación de imagen del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, y por las características de reflexión del objeto que se ha de medir S; sin embargo, la región marcada con el signo de doble círculo en la figura de la derecha de la Figura 7 es siempre un intervalo fijo, con independencia del sistema óptico, de las condiciones de obtención de las imágenes o de las características de reflexión del objeto que se ha de medir S (en otras palabras, con independencia del tipo de objeto que se ha de medir S o de las especificaciones de la fuente de luz de láser o del aparato de obtención de imagen), por la razón que se describirá más adelante. Como se describe más adelante, la región apropiada del espesor y del brillo marcada con el signo de doble círculo es específicamente proporcionada por la presente invención. De esta forma, quien lleve a la práctica la presente invención no necesita calcular una región apropiada por separado. Es decir, quien lleve a la práctica la presente invención puede siempre obtener una imagen de luminancia apropiada y una imagen de irregularidad apropiada simplemente realizando un ajuste de manera tal, que el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo para un objeto deseado que se ha de medir existan en una región apropiada.

De esta forma, basándose en hallazgos como los anteriormente mencionados, los presentes inventores llevaron a efecto estudios acerca de valores indicadores relativos al brillo y al espesor de la línea de sección luminosa que son capaces de definir objetivamente la región marcada con el signo de doble círculo en la figura de la derecha de la Figura 7. Como resultado de ello, los presentes inventores han llegado a un «valor indicador de brillo» y a un «valor indicador de espesor» como los que se describen más adelante, y han definido la región marcada con el signo de doble círculo en la figura de la derecha de la Figura 7 utilizando estas dos clases de valores indicadores. Basándose en esto, los presentes inventores han completado el método para evaluar una imagen de sección luminosa así como un método para ajustar un aparato de generación de imagen de sección luminosa como los que se describen más

adelante.

Realizaciones

En lo que sigue, se describe en detalle un aparato de inspección de forma de acuerdo con una realización de la presente invención, completado basándose en los hallazgos antes mencionados.

5 Con respecto a la configuración del aparato de inspección de forma:

En primer lugar, se describe en detalle la configuración de un aparato de inspección de forma 100 de acuerdo con la presente realización, con referencia a las Figuras 8A a 11.

10 La Figura 8A y 8B son diagramas de bloques que muestran esquemáticamente un ejemplo de la configuración de un aparato de inspección de forma de acuerdo con la presente realización, y la Figura 9 es un diagrama explicativo destinado a describir un procedimiento de cálculo de valores indicadores de acuerdo con la presente realización. La Figura 10 es un gráfico para describir un valor indicador de brillo y un valor indicador de espesor de acuerdo con la presente realización, y la Figura 11 es un diagrama explicativo para describir el valor indicador de brillo y el valor indicador de espesor de acuerdo con la presente realización.

15 El aparato de inspección de forma 1 de acuerdo con la presente realización es un aparato con arreglo al cual un aparato de inspección de forma que utiliza un método de sección luminosa como el que se ha mostrado en la Figura 1, se ha montado adicionalmente con la función de evaluar una línea de sección luminosa y un mecanismo para ajustar el sistema óptico del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa.

20 El aparato de inspección de forma 1 de acuerdo con la presente realización incluye principalmente, como se muestra en la Figura 8A, el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, al aparato de tratamiento aritmético 20, el mecanismo de accionamiento 30 y un mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico.

25 Aquí, el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa incluido en el aparato de inspección de forma 1 de acuerdo con la presente realización tiene una configuración similar y exhibe funciones similares a las del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa incluido en un aparato de inspección de imagen común como el que se ha descrito con referencia a la Figura 1 y a la Figura 2. Por lo tanto, se omite en lo que sigue una descripción detallada.

También el mecanismo de accionamiento 30 incluido en el aparato de inspección de forma 1 de acuerdo con la presente realización es similar al mecanismo de accionamiento 30 incluido en un aparato de inspección de forma común como el que se ha descrito con referencia a la Figura 1, y se omite una descripción detallada en lo que sigue.

30 El aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con la presente realización capta una imagen de sección luminosa generada por el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, y utiliza la imagen de sección luminosa captada para evaluar si la línea de sección luminosa tiene o no un espesor apropiado y un brillo apropiado. En el caso de que se determine que la línea de sección luminosa no tiene un espesor apropiado o un brillo apropiado, el sistema óptico del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa (es decir, las diversas unidades, etc., que constituyen la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen en el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa) se ajusta de tal manera que la línea de sección luminosa tenga un espesor apropiado y un brillo apropiado.

35 Por otra parte, el aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con la presente realización capta una imagen de sección luminosa generada utilizando una línea de sección luminosa que tiene un espesor apropiado y un brillo apropiado, y lleva a cabo un tratamiento conocido como el que se divulga en el documento de Literatura Patente 1 anterior, sobre la imagen de sección luminosa captada, y, con ello, genera una imagen de luminancia y una imagen de irregularidad. Tras ello, el aparato de tratamiento aritmético 20 lleva a cabo el tratamiento de imagen prescrito sobre la imagen de luminancia y la imagen de irregularidad generadas y, con ello, genera información que muestra la forma superficial del objeto que se ha de medir S. El aparato de tratamiento aritmético 20 funciona también como una unidad de control que controla el tratamiento de imagen en el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa (en otras palabras, el tratamiento de generación de una imagen de sección luminosa).

40 El aparato de tratamiento aritmético 20 que tiene tales funciones incluye principalmente, como se muestra en la Figura 8A, una unidad 201 de control de obtención de imagen, una unidad 203 de tratamiento de imagen, una unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico, una unidad 207 de control de presentación visual y una unidad de almacenamiento 209.

45 La unidad 201 de control de obtención de imagen se ha configurado con una CPU, una ROM, una RAM, un dispositivo de comunicación, etc. La unidad 201 de control de obtención de imagen controla la obtención de las imágenes del objeto que se ha de medir S, llevada a cabo por el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa. Más específicamente, cuando una placa de referencia que se describe más adelante o el objeto que se ha de medir S se coloca en una posición destinada a ser irradiada con una línea de sección luminosa para el ajuste del espesor y el ajuste del brillo, la unidad 201 de control de obtención de imagen envía una señal de disparo para

iniciar la aplicación de luz de láser lineal a la fuente de luz de láser 11 del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, y envía una señal de disparo para iniciar el tratamiento de captación de una imagen captada de una línea de sección luminosa (imagen de sección luminosa), al aparato 13 de obtención de imagen.

5 Por otra parte, la unidad 201 de control de obtención de imagen puede cambiar los estados controlables de entre los estados operativos de la fuente de luz de láser 11 y del aparato 13 de obtención de imagen que constituyen el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa bajo control, en cooperación con la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico y el mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico que se describen más adelante, según sea apropiado.

10 Por otra parte, cuando el ajuste de espesor y el ajuste de brillo se completan y, entonces, el movimiento relativo del objeto que se ha de medir S y el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa es iniciado por el mecanismo de accionamiento 30 (por ejemplo, un motor de accionamiento, un dispositivo accionador o elemento similar) bajo control, la unidad 201 de control de obtención de imagen envía una señal de disparo para iniciar la aplicación de luz de láser lineal a la fuente de luz de láser 11 del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, y envía una señal de disparo para iniciar el procedimiento de captación de una imagen captada de una
15 línea de sección luminosa (imagen de sección luminosa) al aparato 13 de obtención de imagen.

La unidad 203 de tratamiento de imagen se ha configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, etc. La unidad 203 de tratamiento de imagen lleva a cabo el tratamiento de imagen prescrito en una imagen de sección luminosa generada por el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, evalúa la línea de sección luminosa presente en la imagen de sección luminosa, y lleva a cabo una inspección de forma de la superficie del
20 objeto que se ha de medir S. Más adelante se describe una configuración detallada de la unidad 203 de tratamiento de imagen.

La unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico, que es un ejemplo de unidad de control de ajuste, se ha configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, un dispositivo de comunicación, etc. La unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico es una unidad de tratamiento que controla el mecanismo 40 de ajuste de sistema
25 óptico para el ajuste del sistema óptico del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa (esto es, diversas unidades, etc., que constituyen la fuente de luz de láser 11 y el aparato 13 de obtención de imagen) basándose en el resultado de evaluación de la línea de sección luminosa por parte de la unidad 203 de tratamiento de imagen. La unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico puede controlar el mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico en cooperación con la unidad 201 de control de obtención de imagen, según sea necesario. Por
30 ejemplo, la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico puede permitir a la unidad 201 de control de obtención de imagen ajustar el estado del sistema óptico del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, que puede ser ajustado por la unidad 201 de control de obtención de imagen, y puede controlar el mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico con el fin de ajustar el estado del sistema óptico, que resulta difícil de ajustar para la unidad 201 de control de obtención de imagen.

35 Aquí, el mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico, que es un ejemplo del mecanismo de ajuste, está compuesto por un motor de accionamiento, un dispositivo accionador o elemento similar, dispuestos al objeto de modificar el estado operativo de la fuente de luz de láser 11 y del aparato 13 de obtención de imagen. Bajo el control de la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico, el mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico ajusta el sistema óptico del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa; con ello, el espesor y el brillo de la línea de
40 sección luminosa pueden ser ajustados hasta un estado apropiado.

Más adelante se describe un método de control específico llevado a cabo por la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico.

La unidad 207 de control de presentación visual se ha configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, un dispositivo de salida, etc. La unidad 207 de control de presentación visual lleva a cabo el control de presentación
45 visual a la hora de presentar visualmente el resultado de evaluación de la línea de sección luminosa y el resultado de inspección del objeto que se ha de medir S, transmitidos desde la unidad 203 de tratamiento de imagen, en un dispositivo de salida tal como un dispositivo de presentación visual incluido en el aparato de tratamiento aritmético 20, un dispositivo de salida dispuesto fuera del aparato de tratamiento aritmético 20, o un dispositivo similar. Con ello, el usuario del aparato de inspección de forma 1 puede disponer de inmediato del resultado de evaluación de la
50 línea de sección luminosa, de diversos resultados de inspección concernientes a la forma superficial del objeto que se ha de medir S, etc.

La unidad de almacenamiento 209 se ha configurado, por ejemplo, con una RAM, un dispositivo de almacenamiento o un elemento similar, incluido en el aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con la presente realización. En la unidad de almacenamiento 209 se almacenan diversas piezas de información que la unidad de tratamiento 203
55 utiliza para evaluar la línea de sección luminosa. Por otra parte, en la unidad de almacenamiento 209 se registran, según sea apropiado, diversos parámetros, informes sobre el tratamiento aún en curso, etc., que es necesario guardar cuando el aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con la presente realización lleva a cabo alguna clase de tratamiento, diversas bases de datos y programas, etc. La unidad 201 de control de obtención de imagen, la unidad 203 de tratamiento de imagen, la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico, la unidad 207 de control

de presentación visual, etc., pueden llevar a cabo libremente un tratamiento de lectura / inscripción de datos en la unidad de almacenamiento 209.

A continuación, se describe en detalle, con referencia a la Figura 8B, un ejemplo de configuración de la unidad 203 de tratamiento de imagen incluida en el aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con la presente realización.

- 5 La unidad 203 de tratamiento de imagen de acuerdo con la presente realización incluye, principalmente, como se muestra en la Figura 8B, una unidad 251 de captación de datos, una unidad 253 de cálculo de valores indicadores, una unidad de evaluación 255, una unidad 257 de inspección de forma y una unidad 259 de salida de resultados.

10 La unidad 251 de captación de datos se ha configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, un dispositivo de comunicación, etc. La unidad 251 de captación de datos capta, procedentes del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, datos de imagen de una imagen de sección luminosa generada por el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa. La unidad 251 de captación de datos suministra como salida los datos de imagen captados de una imagen de sección luminosa a la unidad 253 de cálculo de valores indicadores y a la unidad 257 de inspección de forma que se describen más adelante.

15 La unidad 253 de cálculo de valores indicadores se ha configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, etc. La unidad 253 de cálculo de valores indicadores se sirve de la imagen de sección luminosa suministrada como salida desde la unidad 251 de captación de datos para calcular un valor indicador de espesor, que indica el espesor de la línea de sección luminosa, y un valor indicador de brillo, que indica el brillo de la línea de sección luminosa, en la imagen de sección luminosa.

20 Más específicamente, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores especifica, en primer lugar, un píxel proporcionando el valor de luminancia en cada una de las direcciones de columna de la disposición de píxeles de la imagen de sección luminosa (las direcciones de la altura de la imagen de sección luminosa), que son direcciones correspondientes a la dirección del movimiento relativo del objeto y la fuente de luz de láser. En este instante, cuando el píxel que proporciona el valor de luminancia máximo de una columna tiene un valor de luminancia no menor que un primer umbral, se hace referencia a la columna bajo enfoque como una columna de píxeles que se ha de tratar. Estas columnas de píxeles que se han de tratar se utilizan para calcular valores indicadores que se describen más adelante. En otras palabras, una columna en la que el valor de luminancia máximo es menor que el primer umbral es excluida del cálculo de valores indicadores que se describe más adelante. Aquí, el valor específico del primer umbral a la hora de especificar la columna de píxeles que se ha de tratar no está particularmente limitado, y puede ser establecido en, por ejemplo, aproximadamente el 10% (por ejemplo, en el caso de que se suministren como salida 8 bits de datos, el valor de luminancia = aproximadamente 20) del valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato 13 de obtención de imagen (por ejemplo, en el caso de que se suministren como salida 8 bits de datos, el valor de luminancia de salida máximo = 255).

35 Tras ello, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores especifica un píxel que tiene un valor de luminancia no menor que un segundo umbral con respecto al valor de luminancia máximo de cada columna de píxeles que se ha de tratar. Tras ello, en cada columna de píxeles que se ha de tratar, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores toma, como espesor de la línea de sección luminosa de la columna de píxeles bajo enfoque que se ha de tratar, la suma del número de píxeles que proporcionan el valor de luminancia máximo especificado y el número de píxeles que son píxeles distintos de los píxeles que tienen el valor de luminancia máximo y tienen un valor de luminancia no menor que el segundo umbral. Es decir, el espesor de la línea de sección luminosa se expresa utilizando como 40 unidad el tamaño de los píxeles de la imagen de sección luminosa. Tras ello, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores calcula el promedio de los espesores de la línea de sección luminosa en las columnas de píxeles que se han de tratar para la dirección de la anchura de la imagen de sección luminosa, y toma el promedio como valor indicador de espesor. Aquí, el segundo umbral antes mencionado se define como un coeficiente que se multiplica por el valor de luminancia máximo en cada posición según su dirección de extensión; el valor específico del mismo no está particularmente limitado y puede establecerse, por ejemplo, en aproximadamente el 70% (es decir, 0,7).

45 En lo que sigue, se describe específicamente, con referencia a la Figura 9, un método para calcular el valor indicador de espesor.

50 Se supone en este momento que existe una imagen de sección luminosa en la que el número de píxeles es como se muestra en la Figura 8, y una línea de sección luminosa se extiende de manera tal, que es paralela a la dirección de la anchura de la imagen de sección luminosa mostrada en la Figura 9 (la dirección de las filas de la disposición de píxeles). Se supone aquí que, como resultado del hecho de que la unidad 253 de cálculo de valores indicadores ha especificado la columna de píxeles que se ha de procesar utilizando el primer umbral, se determina que las columnas de píxeles son la columna de píxeles que se ha de tratar, a excepción de la segunda columna por la derecha en la Figura 9. Tras ello, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores especifica secuencialmente el 55 espesor de la línea de sección luminosa en las posiciones en la dirección de la anchura de la imagen de sección luminosa (la dirección en la que se extiende la línea de sección luminosa). Se supone que, cuando se concentra la atención en la columna de píxeles situada en el lado más a la izquierda en la Figura 9, el píxel que proporciona el máximo valor de luminancia de la columna de píxeles en el lado más a la izquierda es el 2º píxel desde la parte de arriba, y el píxel que tiene un valor de luminancia no menor que el segundo umbral con respecto al valor de

luminancia máximo es el 3^{er} píxel desde la parte de arriba. En este caso, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores verifica que el espesor de la línea de sección luminosa de la columna de píxeles situada en el lado más a la izquierda es de 2 píxeles. La unidad 253 de cálculo de valores indicadores lleva a cabo un tratamiento similar en cada columna de píxeles que se ha de tratar, con lo que se especifica un espesor, en píxeles, como el que se muestra en la figura 9. Tras ello, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores calcula el valor promedio del espesor especificado de la anterior manera para todas las columnas de píxeles que se han de tratar, antes mencionadas. En el ejemplo mostrado en la Figura 9, por cuanto la 2^a columna desde la derecha, que no se ha de tratar, es excluida, el total de los espesores es $2 + 2 + 4 + 2 + 5 + 2 = 17$ píxeles, y el número de columnas de píxeles que se han de tratar es 6; de acuerdo con ello, el valor promedio del espesor tratado como el valor indicador de espesor es $17 \div 6 \approx 2,8$. De esta forma, el valor indicador de espesor de acuerdo con la presente realización es el valor promedio de los espesores de la línea de sección luminosa en las columnas de píxeles que se han de tratar (una dirección ortogonal a la dirección de la anchura de la imagen de sección luminosa (la dirección en la que se extiende la línea de sección luminosa)). El procedimiento antes descrito de encontrar el valor indicador de espesor puede ser aplicado de forma completamente similar incluso en el caso de que la dirección en la que se extiende la línea de sección luminosa no sea estrictamente paralela a la dirección de la anchura de la imagen de sección luminosa.

Por otra parte, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores divide el promedio de los valores de luminancia en los píxeles que proporcionan el valor de luminancia máximo de las columnas de píxeles verificadas como columnas de píxeles que se han de tratar y que se han utilizado en el cálculo del valor indicador de espesor como se ha mencionado anteriormente, y los píxeles que tienen un valor de luminancia no menor que el segundo umbral con respecto al valor de luminancia máximo, por el valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato 13 de obtención de imagen, y toma el promedio como valor indicador de brillo. En el ejemplo mostrado en la Figura 9, el valor promedio de los valores de luminancia de los 17 píxeles que se han utilizado en la operación de promediado del valor indicador de espesor, se divide por el valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato 13 de obtención de imagen, y, con ello, se calcula el valor indicador de brillo. De esta forma, el valor indicador de brillo de acuerdo con la presente realización es un valor obtenido dividiendo el promedio de los valores de luminancia poseídos por los píxeles que se han utilizado en el cálculo del valor indicador de espesor, por el valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato 13 de obtención de imagen.

Aquí, está presente una línea de sección luminosa en la imagen de sección luminosa enfocada, en la presente realización, como resultado del hecho de que se refleja el sistema óptico y las condiciones de fotografiado del aparato 10 de generación de imagen luminosa, así como las características de reflexión del objeto que se ha de medir S. Es decir, el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo definidos de la anterior manera son valores que dependen del sistema óptico, de las condiciones de fotografiado y de las características de reflexión del objeto que se ha de medir S. Por otra parte, la región apropiada para el espesor y el brillo mostrada por el signo de doble círculo de la Figura 7 es siempre fija, con independencia del sistema óptico, de las condiciones de fotografiado o de las características de reflexión del objeto que se ha de medir S. Las razones se describirán en lo que sigue, en orden.

En primer lugar, la razón por la que se produce ruido con una configuración de franjas en la imagen de luminancia es que la línea de sección luminosa es demasiado delgada para ser formada como una imagen en todas las unidades receptoras de luz del elemento de obtención de imagen. A continuación, la razón por la que la precisión de la información de forma superficial se ve reducida es que existe una pluralidad de picos de valor de luminancia debido al ruido moteado propio de un láser, que se produce como consecuencia del hecho de que la línea de sección luminosa sobre el elemento de obtención de imagen es demasiado delgada. Es decir, los problemas mencionados anteriormente son causados únicamente por el espesor de la línea de sección luminosa. En otras palabras, los problemas antes mencionados no se presentan en tanto en cuanto el valor indicador de espesor de la línea de sección luminosa esté comprendido dentro de un intervalo con límites superior e inferior que sea siempre fijo, tal como uno que no dependa del sistema óptico, de las condiciones de fotografiado o de las características de reflexión del objeto que se ha de medir S.

Por otra parte, la razón por la que se obtiene una imagen de luminancia en la que se produce halo o que es demasiado oscura, es que la línea de sección luminosa es demasiado brillante o demasiado oscura. Estos problemas son causados únicamente por el brillo (es decir, el valor de luminancia) de la línea de sección luminosa con respecto al máximo valor de luminancia de salida posiblemente suministrado como salida desde el aparato 13 de obtención de imagen. En otras palabras, estos problemas no surgen en tanto en cuanto el valor indicador de brillo de la línea de sección luminosa se establezca dentro de un intervalo de límites superior e inferior que sea siempre fijo, tal como uno que no dependa del sistema óptico, de las condiciones de fotografiado o de las características de reflexión del objeto que se ha de medir S.

Como se describe más adelante, en la presente invención, se proporciona específicamente una región apropiada de espesores y brillos. De esta forma, el profesional que ponga en práctica la presente invención no necesita calcular una región apropiada por separado, y únicamente tiene que calcular el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo para un objeto que se desea medir, y comprobar si cada valor indicador se encuentra o no dentro de una región apropiada proporcionada por la presente invención.

Para que la unidad 253 de cálculo de valores indicadores calcule el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo, no siempre es necesario generar una pluralidad de imágenes de sección luminosa formadas por una línea de sección luminosa basándose en el movimiento relativo entre el objeto que se ha de medir S y el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, para su uso en una inspección de forma o cometido similar, que es el propósito original de la generación de imagen de sección luminosa, y el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo pueden ser calculados incluso a partir de una única imagen captada de una línea de sección luminosa sobre un objeto que se ha de medir S, en reposo (es decir, una única imagen de sección luminosa). De este modo, ambos valores indicadores pueden ser calculados de forma simple mientras el objeto que se ha de medir S se encuentra fijo, sin tener que llevar a cabo el movimiento relativo por medio del mecanismo de accionamiento 30.

La unidad 253 de cálculo de valores indicadores suministra como salida las dos clases de valores indicadores calculados de la anterior manera, a la unidad de evaluación 255 y a la unidad 259 de salida de resultados que se describe más adelante.

Volviendo de nuevo a la Figura 8B, se describe la unidad de evaluación 255 de acuerdo con la presente realización.

La unidad de evaluación 255 se ha configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, etc. Basándose en el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo calculados por la unidad 253 de cálculo de valores indicadores, la unidad de evaluación 255 evalúa si cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentra o no dentro de un intervalo prescrito. Aquí, los intervalos del valor indicador de espesor y del valor indicador de brillo que se utilizan para la verificación son intervalos que definen el contorno de la región mostrada por el signo de doble círculo en la figura de la derecha de la Figura 7.

Para especificar intervalos concretos del valor indicador de espesor y del valor indicador de brillo como los mencionados anteriormente, los presentes inventores se sirvieron de una losa de la que se sabía que era plana y tenía una superficie uniforme, y recortaron una pluralidad de muestras de la losa. Tras ello, utilizando el aparato de inspección de forma 1 como el que se muestra en la Figura 1, los presentes inventores generaron una pluralidad de imágenes de sección luminosa al tiempo que modificaban intencionadamente el brillo y el espesor de la línea de sección luminosa, y calcularon la forma de las irregularidades de la muestra utilizando la imagen de sección luminosa obtenida. Llegados a este punto, se evaluó la presencia o ausencia de ruido, así como el brillo y el espesor, para una imagen de luminancia generada a partir de la imagen de sección luminosa obtenida, por parte de un inspector experto, que realiza una inspección visual en el funcionamiento real. Por otra parte, la dispersión de profundidades de irregularidad de la superficie se calculó utilizando la forma de las irregularidades y una forma superficial conocida. Puede alcanzarse una reducción de la precisión en la medición de la forma concentrándose en la dispersión de las profundidades de irregularidad. Específicamente, en el caso de que la línea de sección luminosa sea demasiado gruesa, el espesor de la línea de sección luminosa tiene un valor de dispersión de profundidad más grande que en un caso que sea apropiado; de esta forma, si el espesor de la línea de sección luminosa es o no demasiado grueso puede determinarse investigando el valor de dispersión de profundidad.

En la Figura 10 se muestra la distribución del valor indicador de brillo y del valor indicador de espesor para 37 muestras. En la Figura 10, la representación gráfica indicada mediante el signo de círculos corresponde a una muestra que fue evaluada por el inspector de manera que "es una imagen de luminancia apropiada, siendo también apropiado el valor de la dispersión de profundidad mencionado anteriormente". La representación gráfica indicada por el signo cuadrado corresponde a una muestra que fue evaluada a partir del valor de la dispersión de profundidad de manera que "la línea de sección luminosa es demasiado gruesa", y la representación gráfica indicada por el signo x corresponde a una muestra que fue evaluada por el inspector de manera que "existe ruido superpuesto", como la que se muestra en la Figura 4. La representación gráfica indicada por el signo de triángulo corresponde a una muestra que fue evaluada por el inspector de manera que "se ha producido halo en la imagen de luminancia", y la representación gráfica indicada por el signo de rombo corresponde a una muestra que fue evaluada por el inspector de manera que "la imagen de luminancia es demasiado oscura". La Figura 11 describe la dispersión de profundidades de irregularidad calculada para las muestras 37 antes mencionadas, conjuntamente con valores específicos del valor indicador de brillo y del valor indicador de espesor.

Cuando se concentra la atención sobre la Figura 11, puede observarse que, en una muestra con un valor indicador de espesor de 2,80 o más, el valor de la dispersión de profundidad era mayor que 10 y la precisión de la medición se redujo. De esta forma, en la presente realización, el valor de límite superior del valor indicador de espesor se establece en 2,52 con el fin de eliminar la reducción de la precisión de medición de manera más fiable.

Cuando se concentra la atención sobre la Figura 10 y la Figura 11, puede observarse que, en una muestra con un valor indicador de espesor de 1,18 o menos, se observó ruido con una configuración de franjas y el resultado de la evaluación fue que "la línea de sección luminosa es demasiado delgada". De este modo, en la presente realización, el valor de límite inferior del valor indicador de espesor se establece en 1,27 con el fin de impedir la superposición de ruido de manera más fiable. Como se ha descrito anteriormente, la reducción de la precisión en la medición o la ocurrencia de ruido en la imagen de luminancia es causada únicamente por el espesor de la línea de sección luminosa. En consecuencia, incluso cuando se lleva a cabo una operación similar utilizando diferentes condiciones de fotografiado o diferentes objetos para medir, el resultado de los límites superior e inferior del valor indicador de espesor aquí obtenido no cambia.

Por otra parte, haciendo referencia a la Figura 10 y a la Figura 11, puede observarse que, en una muestra con un valor indicador de brillo de 0,63 o más, se observó halo y el resultado de la medición fue que “la línea de sección luminosa es demasiado brillante”. Así, pues, en la presente realización, el valor de límite superior del indicador de brillo se establece en 0,52 con el fin de impedir que se produzca halo de manera más fiable.

5 Haciendo referencia a la Figura 10 y a la Figura 11, puede observarse que, en una muestra con un valor indicador de brillo de 0,17 o menos, la imagen de luminancia se oscureció en su conjunto y el resultado de la valoración fue que “la línea de sección luminosa es demasiado oscura”. De este modo, en la presente realización, el valor de límite inferior del indicador de brillo se establece en 0,24 con el fin de impedir el oscurecimiento de la imagen de luminancia de forma más fiable.

10 Por otra parte, una muestra en la que el valor indicador de espesor se encontraba dentro del intervalo entre 1,27 y 2,52, y el valor indicador de brillo se encontraba dentro del intervalo entre 0,24 y 0,52, fue evaluada de manera que “se ha obtenido la imagen de luminancia apropiada”, como queda claro en la Figura 10 y la Figura 11. Como se ha descrito anteriormente, la ocurrencia de halo o la generación de una imagen de luminancia demasiado oscura es causada únicamente por el brillo (valor de luminancia) de la línea de sección luminosa. En consecuencia, incluso
15 cuando se lleva a cabo una operación similar utilizando diferentes condiciones de fotografiado o diferentes objetos que se han de medir, el resultado de los límites superior e inferior del valor indicador de brillo que se obtiene aquí no cambia.

A partir de los anteriores hallazgos, los presentes inventores han definido como región que muestra que el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa se encuentran en un estado apropiado, una región en la que el valor
20 indicador de espesor se encuentra dentro del intervalo entre 1,27 y 2,52, y el valor indicador de brillo se encuentra dentro del intervalo entre 0,24 y 0,52 (a la que se hace referencia ocasionalmente, en lo que sigue de esta memoria, como «región apropiada»). Como se ha mencionado anteriormente, la región apropiada antes mencionada no depende del tipo del objeto que se ha de medir ni de las especificaciones de la fuente de luz de láser o del aparato de obtención de imagen, sino que puede utilizarse para muchos propósitos. La información sobre la región
25 apropiada se almacena, por ejemplo, en la unidad de almacenamiento 209.

A partir de los anteriores hallazgos, la unidad de evaluación 255 de acuerdo con la presente realización hace referencia a información sobre la región apropiada almacenada en la unidad de almacenamiento 209, y evalúa si el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo calculados por la unidad 253 de cálculo de valores
30 indicadores se encuentran dentro de la región apropiada o no. En el caso de que el resultado de la evaluación muestre que los dos valores indicadores se encuentran dentro de la región apropiada antes mencionada, la unidad de evaluación 255 determina que el espesor y el brillo de la línea de sección luminosa son apropiados y que la imagen de sección luminosa se ha captado apropiadamente; y, en el caso de que ninguno de los dos valores indicadores se encuentre dentro de la región apropiada antes mencionada, la unidad de evaluación 255 determina que ni el espesor ni el brillo de la línea de sección luminosa son apropiados y que la imagen de sección luminosa no
35 se ha captado apropiadamente.

Por otra parte, en el caso de que, en el tratamiento de evaluación mencionado anteriormente, la unidad de evaluación 255 haya determinado que al menos uno de entre el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo no está incluido en la región apropiada antes mencionada, la unidad de evaluación 255 puede establecer una
40 guía sobre el ajuste del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa basándose en los valores indicadores calculados. Por ejemplo, en el caso de que el valor indicador de espesor sea menor que el valor de límite inferior, la unidad de evaluación 255 establece una guía para ajustar el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa de tal modo que el espesor de la línea de sección luminosa se haga más grueso; y, en el caso de que el valor indicador de espesor sea mayor que el valor de límite superior, la unidad de evaluación 255 establece una guía con el fin de ajustar el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa de tal modo que
45 el espesor de la línea de sección luminosa se haga más delgado. De forma similar, por ejemplo, en el caso de que el valor indicador de brillo sea menor que el valor de límite inferior, la unidad de evaluación 255 establece una guía para ajustar el aparato 10 de generación de imagen luminosa de manera tal, que el brillo de la línea de sección luminosa sea más intenso; y, en el caso de que el valor indicador de brillo sea mayor que el valor de límite superior, la unidad de valoración 255 establece una guía con el fin de ajustar el aparato 10 de generación de imagen de
50 sección luminosa de forma tal, que el brillo de la línea de sección de imagen luminosa se haga más apagado.

Por otra parte, a fin de llevar el valor indicador de espesor dentro de la región apropiada, la unidad de valoración 255 establece, como guía más detallada, una guía que ajusta al menos uno de entre el foco de la lente incluida en el
aparato 13 de obtención de imagen, el foco de la lente incluida en la fuente de luz de láser 11, y la distancia de separación entre la fuente de luz de láser 11 y una placa de referencia que se describe más adelante. Similarmente,
55 con el fin de llevar el valor indicador de brillo dentro de la región apropiada, la unidad de valoración 255 puede establecer, como guía más detallada, una guía que ajusta al menos uno de entre el tiempo de exposición del aparato 13 de obtención de imagen, la apertura de la lente incluida en el aparato 13 de obtención de imagen, la ganancia del aparato 13 de obtención de imagen y la potencia de la fuente de luz de láser 11.

La unidad de valoración 255 suministra como salida información que muestra el resultado de la valoración
60 basándose en dos valores indicadores como los mencionados anteriormente, a la unidad 259 de salida de

resultados. En el caso de que la unidad de valoración 255 haya establecido una guía de ajuste como las anteriormente mencionadas, la unidad de valoración 255 suministra como salida información que muestra la guía de ajuste a la unidad 259 de salida de resultados.

Es preferible que la unidad de valoración 255 suministre como salida información que muestra el resultado de la valoración basándose en dos valores indicadores como los mencionados anteriormente, a la unidad 257 de inspección de forma que se describe más adelante. Como se ha descrito anteriormente, en el caso de que se lleve a cabo una inspección de forma basándose en una imagen de sección luminosa generada cuando el estado de la línea de sección luminosa no es el apropiado, es altamente probable que se superpongan un gran número de errores en la precisión de la inspección. De este modo, es preferible que la unidad 257 de inspección de forma que se describe más adelante se refiera a información que muestra el resultado de la valoración suministrado como salida desde la unidad de valoración 255, y lleve a cabo un tratamiento de inspección de forma en el caso de que la información muestre que el estado de la línea de sección luminosa es el apropiado.

La región apropiada establecida de la manera anterior se determina basándose en el valor indicador de espesor y en el valor indicador de brillo, que son indicadores de propósito general, y también la región apropiada establecida es una región utilizable para muchos propósitos. Por lo tanto, todos los aparatos de inspección de forma 1 basados en el método de sección luminosa y todos los aparatos 10 de generación de imagen de sección luminosa proporcionados en el aparato de inspección de forma 1 pueden alcanzar un estado apropiado de la línea de sección luminosa y pueden generar una imagen de luminancia apropiada y una imagen de irregularidad apropiada, siempre y cuando el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo estén dentro de la región apropiada.

De esta forma, incluso si el estado del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa o del propio equipo se modifica, por ejemplo, en su mantenimiento, etc., no es necesario establecer la región apropiada por separado, y basta ajustar el aparato de manera tal, que el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo estén dentro de la región apropiada anteriormente mencionada. Por otra parte, incluso en el caso de que el aparato de inspección de forma 1 utiliza, como objetos de medición, diferentes clases de objetos que se han de medir S, basta ajustar el aparato 10 de generación de imagen luminosa de manera tal, que los dos valores indicadores se encuentren dentro de la región apropiada antes mencionada, en un estado en el que una placa de referencia referida a un nuevo objeto que se ha de medir S se ha dispuesto en reposo, en la posición de irradiación de la línea de sección luminosa.

Así, pues, en el método de acuerdo con la presente realización, el estado de la línea de sección luminosa es evaluado basándose en el valor indicador de espesor y en el valor indicador de brillo anteriormente mencionados; con ello, el movimiento relativo del objeto que se ha de medir S y el aparato 10 de generación de imagen sección luminosa se hace innecesario y el ajuste del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa puede ser completado de forma muy simple y en un corto tiempo, en comparación con una operación de ajuste convencional basada en ensayo y error en la que, al tiempo que el objeto que se ha de medir S y el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa son movidos relativamente de forma repetida, se comprueban cada vez una imagen de luminancia y una imagen de irregularidad con el fin de ajustar el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa.

Volviendo de nuevo a la Figura 8B, se describe la unidad 257 de inspección de forma de acuerdo con la presente realización.

La unidad 257 de inspección de forma de acuerdo con la presente realización está configurado con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, etc. La unidad 257 de inspección de forma lleva a cabo una inspección de forma de la superficie del objeto que se ha de medir S utilizando una imagen de sección luminosa generada utilizando una línea de sección luminosa dispuesta en un estado apropiado.

Más específicamente, la unidad 257 de inspección de forma genera una imagen de luminancia y una imagen de irregularidad como las que se han divulgado en el documento de Literatura Patente 1 anterior, utilizando una imagen de sección luminosa generada a partir de una línea de sección luminosa dispuesta en un estado apropiado. Tras ello, la unidad 257 de inspección de forma se sirve de la imagen de luminancia y la imagen de irregularidad generadas para calcular la forma superficial del objeto que se ha de medir S o detectar diversos defectos o elementos similares que puedan existir en la superficie del objeto que se ha de medir S.

Aquí, el método por el cual la unidad 257 de inspección de forma calcula la forma superficial de la parte que se ha de medir S o detecta diversos defectos o elementos similares existentes en la superficie del objeto que se ha de medir S, no está limitado, y puede utilizarse, según sea apropiado, un método conocido que esté basado en el método de sección luminosa.

En el aparato de inspección luminosa 1 de acuerdo con la presente realización, puede realizarse fácilmente un ajuste basándose en dos valores indicadores como los que se han descrito anteriormente, de tal modo que el estado de la línea de sección luminosa llegue a ser un estado apropiado. De este modo, puede llevarse a cabo un tratamiento de inspección de forma con una buena precisión realizando diversas piezas de tratamiento de inspección de forma mediante el uso de una imagen de sección luminosa a partir de la línea de sección luminosa tras el ajuste.

La información que muestra el resultado de diversas piezas de tratamiento de inspección de forma llevado a cabo

por la unidad 257 de inspección de forma, es suministrada como salida a la unidad 259 de salida de resultados.

La unidad 259 de salida de resultados está configurada con, por ejemplo, una CPU, una ROM, una RAM, etc. La unidad 259 de salida de resultados suministra como salida a la unidad 207 de control de presentación visual diversas piezas de información sobre una imagen de sección luminosa, tal como información sobre el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo suministrados como salida desde la unidad 253 de cálculo de valores indicadores, el resultado de valoración generado por la unidad de valoración 255, e información sobre la guía de ajuste, información sobre el resultado de inspección de forma suministrado como salida desde la unidad 257 de inspección de forma, etc. Con ello, diversas piezas de información como las mencionadas anteriormente son suministradas como salida a una unidad de presentación visual (no mostrada). Por otra parte, la unidad 259 de salida de resultados puede suministrar como salida el resultado obtenido a un dispositivo externo tal como un sistema informático de tratamiento para la gestión de la producción, o bien puede utilizar el resultado obtenido para crear diversos archivos de registro. Por otra parte, la unidad 259 de salida de resultados puede asociar diversas piezas de información como las que se han mencionado anteriormente con información temporal sobre la fecha y el momento en que se calcula la información y sobre otras materias, y puede almacenar estas piezas de información como información historial en la unidad de almacenamiento 209 o elemento similar.

La manipulación de ajuste del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa basándose en el valor indicador de espesor y en el valor indicador de brillo suministrados como salida desde la unidad 259 de salida de resultados, puede ser llevada a cabo por una persona basándose en las propias magnitudes del valor indicador de espesor y del valor indicador de brillo y en la guía de ajuste. Sin embargo, puesto que el aparato de tratamiento aritmético 20 incluye la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico como la que se ha descrito anteriormente, la manipulación de ajuste del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa puede ser automatizada.

Es decir, basándose en información suministrada como salida desde la unidad 259 de salida de resultados, la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico suministra como salida una señal de control prescrita al mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico que acciona y ajusta la fuente de luz de láser 11 y el aparato 13 de obtención de imagen dispuestos en el aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, y a la unidad de control 21 del aparato de tratamiento aritmético 20 que controla la fuente de luz de láser 11 y el aparato 13 de obtención de imagen, y hace que se ajuste el estado del sistema óptico proporcionado en el aparato 20 de generación de imagen de sección luminosa.

Concretamente, a fin de llevar el valor indicador de espesor dentro del intervalo apropiado, la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico suministra como salida al mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico una señal de control para ajustar al menos uno de entre el foco de la lente incluida en el aparato 13 de obtención de imagen, el foco de la lente incluida en la fuente de luz de láser 11, y la distancia de separación entre la fuente de luz de láser 11 y una placa de referencia.

Por otra parte, a fin de llevar el valor indicador de brillo dentro del intervalo apropiado, la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico suministra como salida a al menos uno de entre el mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico y la unidad 21 de control de obtención de imagen, una señal de control para ajustar al menos uno de entre el tiempo de exposición del aparato 13 de obtención de imagen, la apertura de la lente incluida en el aparato 13 de obtención de imagen, la ganancia del aparato 13 de obtención de imagen y la potencia de la fuente de luz de láser 11.

Con ello, en el aparato de inspección de forma 1 de acuerdo con la presente invención, el tratamiento de ajuste se lleva a cabo automáticamente basándose en el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo, de tal modo que el estado de la línea de sección luminosa llega a ser un estado apropiado.

Se ha ilustrado un ejemplo de la función del aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con la presente realización. Cada uno de los anteriores elementos estructurales puede haberse configurado con un miembro o circuito de propósito general, y puede haberse configurado con hardware especializado para la función de cada elemento estructural. Una CPU o elemento similar puede llevar a cabo todas las funciones de elementos estructurales respectivos. De esta forma, una configuración utilizada puede cambiarse según sea apropiado, de acuerdo con el nivel tecnológico en el momento de llevar a cabo la presente realización.

Nótese que el programa informático para proporcionar cada función del aparato de tratamiento aritmético de acuerdo con la presente realización anterior puede ser creado e implementado en una computadora personal o dispositivo similar. Es más, puede proporcionarse también un medio de registro legible por computadora que contiene este programa informático. Por ejemplo, el medio de registro es un disco magnético, un disco óptico, un disco magnetoóptico, una memoria de tipo flash o un elemento similar. El programa informático anterior puede ser suministrado a través de, por ejemplo, una red, sin tener que utilizar un medio de registro.

Con respecto al método de inspección de forma:

A continuación, se describe en detalle el flujo de un método de inspección de forma de acuerdo con la presente realización, con referencia a la Figura 12. La Figura 12 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo del flujo de un método de inspección de forma de acuerdo con la presente realización.

En un método de inspección de forma de acuerdo con la presente realización, en primer lugar, se utiliza como placa de referencia uno de entre el propio objeto que se ha de medir S y una muestra que simula las características de reflexión del objeto que se ha de medir S, y la placa de referencia se coloca en la posición de irradiación de una línea de sección luminosa. Tras ello, bajo el control de la unidad 201 de control de obtención de imagen del aparato de tratamiento aritmético 20, comienza a aplicarse luz de láser lineal desde la fuente de luz de láser 11 del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa (etapa S101). Tras ello, bajo el control de la unidad 201 de control de obtención de imagen del aparato de tratamiento aritmético 20, el aparato 13 de obtención de imagen del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa capta una imagen de sección luminosa (etapa S103). La unidad 251 de captación de datos del aparato de tratamiento aritmético 20 capta datos de imagen de la imagen generada por el aparato 13 de obtención de imagen, y suministra como salida los datos de imagen a la unidad 253 de cálculo de valores indicadores.

La unidad 253 de cálculo de valores indicadores, perteneciente al aparato de tratamiento aritmético 20, utiliza la imagen de sección luminosa suministrada como salida desde la unidad 251 de captación de datos para calcular el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo por medio del método anteriormente descrito (etapa S105). Tras ello, la unidad 253 de cálculo de valores indicadores suministra como salida el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo calculados a la unidad de evaluación 255.

La unidad de evaluación 255 utiliza el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo calculados por la unidad 253 de cálculo de valores indicadores para llevar a cabo una evaluación de condiciones concerniente a los valores indicadores (es decir, una evaluación de condiciones sobre si los dos valores indicadores se encuentran o no dentro de la región apropiada) (etapa S107).

En el caso de que los dos valores indicadores satisfagan la condición (es decir, en el caso de que los dos valores indicadores se encuentren dentro de la región apropiada), la unidad de evaluación 255 determina que el estado de la línea de sección luminosa es apropiado y suministra como salida el resultado de la evaluación a la unidad 257 de inspección de forma y a la unidad 259 de salida de resultados. Al recibir la salida, la unidad 257 de inspección de forma lleva a cabo la etapa S111 que se describe más adelante.

Por otra parte, en el caso de que al menos uno de los dos valores indicadores no satisfaga la condición, la unidad de evaluación 255 suministra como salida los dos valores indicadores en sí mismos y una guía de ajuste a la unidad 257 de inspección de forma y a la unidad 259 de salida de resultados. La unidad 259 de salida de resultados suministra como salida información que muestra los dos valores indicadores suministrados como salida desde la unidad de evaluación 255 y la guía de ajuste al usuario a través de la unidad 207 de control de presentación visual, y suministra como salida la información a la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico. Basándose en los valores indicadores y en la guía de ajuste, la unidad 205 de control de ajuste de sistema óptico hace que el mecanismo 40 de ajuste de sistema óptico ajuste el sistema óptico del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, en cooperación con la unidad 201 de control de obtención de imagen, según sea necesario (etapa S111). La operación de ajuste del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa puede ser llevada a cabo por el gestor del aparato 10 de generación de imagen de sección luminosa, mediante mano de obra humana. Tras ello, el procedimiento retorna a la etapa S103 y se prosigue el tratamiento de ajuste del aparato de generación de imagen de sección luminosa.

Aquí, en el caso de que, en la etapa S107, se determine que el estado de la línea de sección luminosa es apropiado, la unidad 257 de inspección de forma lleva a cabo un tratamiento de inspección de forma basándose en el método de sección luminosa que se basa en una imagen de sección luminosa generada por la línea de sección luminosa situada en un estado apropiado (etapa S111). La unidad 257 de inspección de forma suministra como salida información sobre el resultado de inspección de forma obtenido, a la unidad 259 de salida de resultados. La unidad 259 de salida de resultados suministra como salida información acerca del resultado de inspección de forma obtenido, al usuario a través de la unidad 207 de control de presentación visual (etapa S113). Con ello, el usuario del aparato de inspección de forma 1 puede disponer de manera inmediata del resultado de la inspección de forma de la superficie del objeto enfocado que se ha de medir S.

En lo anterior de esta memoria se ha descrito el flujo de un método de inspección de forma de acuerdo con la presente realización.

Configuración de hardware

A continuación, se describirá en detalle, con referencia a la Figura 13, la configuración de hardware del aparato de tratamiento aritmético 30 de acuerdo con una realización de la presente invención. La Figura 13 es un diagrama de bloques destinado a explicar la configuración de hardware del aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con una realización de la presente invención.

El aparato de tratamiento aritmético 20 incluye, principalmente, una CPU 901, una ROM 903 y una RAM 905. Por otra parte, el aparato de tratamiento aritmético 20 también incluye un bus 907, un dispositivo de entrada 909, un dispositivo de salida 911, un dispositivo de almacenamiento 913, un dispositivo de accionamiento 915, una puerta de conexión 917 y un dispositivo de comunicación 919.

La CPU 901 sirve como aparato central de procesamiento y como dispositivo de control, y controla el funcionamiento global o una parte del funcionamiento del aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con diversos programas registrados en la ROM 903, en la RAM 905, en el dispositivo de almacenamiento 913 o en un medio de registro extraíble 921. La ROM 903 almacena programas, parámetros de funcionamiento y otros elementos similares usados por la CPU 901. La RAM 905 almacena fundamentalmente programas que la CPU 901 utiliza y parámetros y otros elementos similares que varían según sea apropiado durante la ejecución de los programas. Estos están conectados unos con otros a través del bus 907, configurado a partir de un bus interno tal como un bus de CPU o similar.

El bus 907 está conectado al bus externo, tal como un bus de PCI (interconexión / interfaz de componentes periféricos –“Peripheral Component Interconnect / Interface”–), a través del puente.

El dispositivo de entrada 909 consiste en unos medios operativos accionados por un usuario, tales como un ratón, un teclado, un panel táctil, botones, un conmutador y una palanca. El dispositivo de entrada 909 puede consistir en unos medios de control a distancia (un denominado mando a distancia) que utilizan, por ejemplo, luz infrarroja u otras ondas de radio, o bien puede ser un aparato conectado externamente 923, tal como una PDA adaptada al funcionamiento del aparato de tratamiento aritmético 20. Por otra parte, el dispositivo de entrada 909 genera una señal de entrada basándose en, por ejemplo, información que es suministrada como entrada por un usuario con los anteriores medios operativos, y se ha configurado a partir de un circuito de control de entrada para suministrar como salida la señal de salida a la CPU 901. El usuario puede suministrar como entrada diversos datos al aparato 10 de inspección de forma y puede dar instrucciones al aparato de tratamiento aritmético 20 para llevar a cabo el tratamiento al hacer funcionar este dispositivo de entrada 909.

El dispositivo de salida 911 se ha configurado a partir de un dispositivo capaz de notificar visual o audiblemente la información captada a un usuario. Ejemplos de semejante dispositivo incluyen dispositivos de presentación visual tales como un dispositivo de presentación visual de CRT [tubo de rayos catódicos –“Cathode Ray Tube”–], un dispositivo de presentación visual de cristal líquido, un dispositivo de presentación visual de plasma, un dispositivo de presentación visual de EL y lámparas, dispositivos de salida de audio tales como un altavoz y unos auriculares, una impresora, un teléfono móvil, una máquina de facsímil y otros dispositivos similares. Por ejemplo, el dispositivo de salida 911 suministra como salida un resultado obtenido por diversos tratamientos llevados a cabo por el aparato de tratamiento aritmético 20. Más concretamente, el dispositivo de presentación visual presenta visualmente, en forma de textos o imágenes, un resultado obtenido por diversos tratamientos llevados a cabo por el aparato de tratamiento aritmético 20. Por otra parte, el dispositivo de salida de audio convierte una señal de audio tal como datos de audio y datos de sonido reproducidos, en una señal analógica, y suministra como salida la señal analógica.

El dispositivo de almacenamiento 913 es un dispositivo para almacenar datos, configurado como un ejemplo de una unidad de almacenamiento del aparato de tratamiento aritmético 20, y se utiliza para almacenar datos. El dispositivo de almacenamiento 913 se ha configurado a partir de, por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento magnético tal como un HDD (dispositivo de accionamiento de disco duro –“Hard Disk Drive”–), un dispositivo de almacenamiento de semiconductor, un dispositivo de almacenamiento óptico o un dispositivo de almacenamiento magnetoóptico. Este dispositivo de almacenamiento 913 almacena programas que se han de ejecutar por la CPU 901, diversos datos, así como diversos datos obtenidos desde el exterior.

El dispositivo de accionamiento 915 es un lector / aparato de inscripción para un medio de registro, y se encuentra incorporado dentro del aparato de tratamiento aritmético 20 o fijado externamente a este. El dispositivo de accionamiento 915 lee información grabada en el medio de registro fijado y extraíble 921, tal como un disco magnético, un disco óptico, un disco magnetoóptico o una memoria de semiconductor, y suministra como salida la información leída a la RAM 905. Por otra parte, el dispositivo de accionamiento 915 puede inscribir en el medio de registro fijado y extraíble 921, tal como un disco magnético, un disco óptico, un disco magnetoóptico o una memoria de semiconductor. El medio de registro extraíble 921 es, por ejemplo, un medio de CD, un medio de DVD o un medio Blu-ray (marca registrada). El medio de registro extraíble 921 puede ser un CompactFlash (CF; marca registrada), una memoria de tipo flash, una tarjeta de memoria de SD (tarjeta de memoria de seguridad digital –“Security Digital Memory Card”–) o un medio similar. Alternativamente, el medio de registro extraíble 921 puede ser, por ejemplo, una tarjeta de IC (tarjeta de circuito integrado –“Integrated Circuit Card”–) equipada con un chip de IC sin contacto o un dispositivo electrónico.

La puerta de conexión 917 es una puerta destinada a permitir que se conecten directamente los dispositivos al aparato de tratamiento aritmético 20. Ejemplos de la puerta de conexión 917 incluyen una puerta de USB (bus en serie universal –“Universal Serial Bus”–), una puerta IEEE1394, una puerta de SCSI (interfaz de sistema informático pequeño –“Small Computer System Interface”–), una puerta de RS-232C y puertas similares. Al conectarse el aparato externamente conectado 923 a esta puerta de conexión 917, el aparato de tratamiento aritmético 20 obtiene directamente diversos datos del aparato externamente conectado 92 y proporciona diversos datos al aparato directamente conectado 923.

El dispositivo de comunicación 919 es una interfaz de comunicación configurada a partir de, por ejemplo, un dispositivo de comunicación destinado a conectarse a una red de comunicación 925. El dispositivo de comunicación es, por ejemplo, una LAN (red de área local –“Local Area Network”–), cableada o inalámbrica, Bluetooth (marca registrada), una tarjeta de comunicación para WUSB (USB inalámbrico –“Wireless USB”–), o un dispositivo similar.

Alternativamente, el dispositivo de comunicación 919 puede ser un dispositivo de encaminamiento o *router* para comunicación óptica, un dispositivo de encaminamiento para ADSL (línea de abonado digital asimétrica – “Asymmetric Digital Subscriber Line”–), un módem para diversas comunicaciones, o un dispositivo similar. Este dispositivo de comunicación 919 puede transmitir y recibir señales y elementos similares de acuerdo con un determinado protocolo, tal como el TCP / IP [protocolo de control de transmisión / protocolo de internet – “Transmission Control Protocol / Internet Protocol”–] por la internet, y con otros dispositivos de comunicación, por ejemplo. La red de comunicación 925 conectada al dispositivo de comunicación 919 está configurada a partir de una red y elementos similares, los cuales se conectan por cables o inalámbricamente y pueden ser, por ejemplo, la internet, una LAN doméstica, una LAN dentro de casa, comunicación por infrarrojos, comunicación por ondas de radio, comunicación por satélite o una forma similar.

Hasta ahora, se ha mostrado un ejemplo de la configuración de hardware capaz de realizar las funciones del aparato de tratamiento aritmético 20 de acuerdo con una realización de la presente invención. Cada uno de los elementos estructurales descritos anteriormente puede haberse configurado utilizando un material de propósito general, o bien puede haberse configurado a partir de hardware dedicado o de uso exclusivo para la función de cada elemento estructural. De acuerdo con ello, la configuración de hardware que se va a utilizar puede ser modificada según sea apropiado de acuerdo con el nivel de la técnica en el momento de llevara a cabo la presente realización.

La(s) realización (realizaciones) preferida(s) de la presente invención se ha(n) descrito anteriormente con referencia a los dibujos que se acompañan, si bien la presente invención no se limita a los anteriores ejemplos. Una persona experta en la técnica puede encontrar diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones que se acompañan, y debe entenderse que estos se avendrán de forma natural dentro del alcance técnico de la presente invención.

Lista de signos de referencia

10aparato de inspección de forma

10aparato de generación de imagen de sección luminosa

20aparato de tratamiento aritmético

30mecanismo de accionamiento

40mecanismo de ajuste de sistema óptico

201unidad de control de obtención de imagen

203unidad de tratamiento de imagen

205unidad de control de ajuste de sistema óptico

207unidad de control de presentación visual

209unidad de almacenamiento

251unidad de captación de datos

253unidad de cálculo de valores indicadores

255unidad de evaluación

257unidad de inspección de forma

259unidad de salida de resultados

REIVINDICACIONES

1.-Un método de inspección de forma que comprende:

5 una etapa de generación de imagen de sección luminosa, en la que se aplica luz de láser lineal a una superficie de un objeto desde una fuente de luz de láser (11), y se obtiene, por parte de un aparato (13) de obtención de imagen, una imagen de una línea de sección luminosa basada en la luz de láser sobre la superficie del objeto, y, con ello, se genera una imagen de sección luminosa que es una imagen captada, utilizada para un método de sección luminosa;

10 una etapa de cálculo de valores indicadores, en la que se calculan un valor indicador de espesor, que indica un espesor de la línea de sección luminosa, y un valor indicador de brillo, que indica un brillo de la línea de sección luminosa, en la imagen de sección luminosa;

una etapa de modificación de ajuste, en la que el ajuste de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen se cambia de manera tal, que cada uno del valor indicador de espesor calculado y el valor indicador de brillo calculado se encuentra dentro de un intervalo prescrito establecido de manera única por adelantado; y

15 una etapa de inspección de forma, en la que se lleva a cabo un tratamiento de imagen sobre la imagen de sección luminosa una vez que cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se ha llevado dentro del intervalo prescrito, y, con ello, se inspecciona una forma de la superficie del objeto,

en el cual, en la etapa de cálculo de valores indicadores,

20 se especifica un píxel que proporciona un valor de luminancia máximo en cada una de las direcciones de columna de una imagen de sección luminosa referidas a la superficie del objeto, que son direcciones correspondientes a una dirección de movimiento relativo entre el objeto y la fuente de luz de láser, y, en el caso de que el valor de luminancia máximo de una columna sea un valor de luminancia no menor que un primer umbral, esa columna se toma como una columna de píxeles que se ha de tratar,

25 la suma del número de píxeles que proporciona el valor de luminancia máximo y el número de píxeles que tienen un valor de luminancia no menor que un segundo umbral con respecto al valor de luminancia máximo de cada una de las columnas de píxeles que se ha de tratar, se toma como el espesor de la línea de sección luminosa en cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, y se calcula el promedio de los espesores de la línea de sección luminosa en todas las columnas de píxeles que se han de tratar, y se toma como el valor indicador de espesor, y

30 un valor obtenido dividiendo el promedio de valores de luminancia de todos los píxeles que se han utilizado a la hora de calcular el valor indicador de espesor, por un valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato de obtención de imagen, se toma como el valor indicador de brillo.

2.-El método de inspección de forma de acuerdo con la reivindicación 1,

35 en el cual, en la etapa de cálculo de valores indicadores, el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se calculan utilizando la imagen de sección luminosa que se obtiene al captar una imagen de una única línea de sección luminosa sobre el objeto en reposo.

3.-El método de inspección de forma de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2,

40 en el cual, en la etapa de modificación de ajuste, se modifica el ajuste de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen de manera tal, que el valor indicador de espesor se encuentra dentro de un intervalo entre 1,27 y 2,52, y el valor indicador de brillo se encuentra dentro de un intervalo entre 0,24 y 0,52.

4.-El método de inspección de forma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,

en el cual, en la etapa de modificación de ajuste,

45 se ajusta al menos uno de entre un foco de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, un foco de una lente incluida en la fuente de luz de láser, y una distancia de separación entre la fuente de luz de láser y la superficie del objeto, a fin de llevar el valor indicador de espesor dentro del intervalo prescrito, y

50 se ajusta al menos uno de entre un tiempo de exposición del aparato de obtención de imagen, una apertura de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, una ganancia del aparato de obtención de imagen, y una potencia de la fuente de luz de láser, a fin de llevar el valor indicador de brillo dentro del intervalo prescrito.

5.-Un aparato de inspección de forma (1) que comprende:

un aparato (10) de generación de imagen de sección luminosa, que incluye:

una fuente de luz de láser (11), para aplicar luz de láser lineal a una superficie de un objeto, y

5 un aparato (13) de obtención de imagen, destinado a obtener una imagen de una línea de sección luminosa basándose en la luz de láser sobre la superficie del objeto, y a generar una imagen de sección luminosa que es una imagen captada, utilizada para un método de sección luminosa; y

10 un aparato de tratamiento aritmético (20), destinado a llevar a cabo un tratamiento de imagen sobre la imagen de sección luminosa generada por el aparato de generación de imagen de sección luminosa, evaluar un estado de la línea de sección luminosa y llevar a cabo una inspección de forma de la superficie del objeto basándose en un método de sección luminosa que se basa en la imagen de sección luminosa,

en el cual la unidad de tratamiento aritmético incluye:

15 una unidad (253) de cálculo de valores indicadores, destinada a calcular, basándose en la imagen de sección luminosa generada por el aparato de obtención de imagen, un valor indicador de espesor, que indica un espesor de la línea de sección luminosa, y un valor indicador de brillo, que indica un brillo de la línea de sección luminosa, en la imagen de sección luminosa,

una unidad de evaluación (255), destinada a evaluar, basándose en el valor indicador de espesor calculado y en el valor indicador de brillo calculado, si cada uno de entre el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentra o no dentro de un intervalo prescrito, y

20 una unidad (257) de inspección de forma, destinada a llevar a cabo un tratamiento de inspección de forma basándose en un método de sección luminosa que se basa en la imagen de sección luminosa, una vez que cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se ha llevado dentro de un intervalo prescrito, establecido de forma única por adelantado,

de tal manera que la unidad de cálculo de valores indicadores se ha configurado para

25 especificar un píxel que proporciona un valor de luminancia máximo en cada una de las direcciones de columna de una imagen de sección luminosa referidas a la superficie del objeto, que son direcciones que corresponden a una dirección de movimiento relativo entre el objeto y la fuente de luz de láser, y, en el caso de que el valor de luminancia máximo de una columna sea un valor de luminancia no menor que un primer umbral, toma esa columna como columna de píxeles que se ha de tratar,

30 tomar la suma del número de píxeles que proporcionan el valor de luminancia máximo y el número de píxeles que tienen un valor de luminancia no menor que un segundo umbral con respecto al valor de luminancia máximo, en cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, como el espesor de la línea de sección luminosa en cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, y calcular el promedio de los espesores de la línea de sección luminosa en todas las columnas de píxeles que se han de tratar, y tomar el promedio como el valor indicador de espesor, y

35 tomar un valor obtenido dividiendo el promedio de valores de luminancia de todos los píxeles que se han utilizado a la hora de calcular el valor indicador de espesor, por un valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato de obtención de imagen, como el valor indicador de brillo.

6.-El aparato de inspección de forma de acuerdo con la reivindicación 5,

40 en el cual la unidad de cálculo de valores indicadores está configurada para calcular el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo utilizando la imagen de sección luminosa obtenida captando una imagen de tan solo una línea de sección luminosa sobre el objeto en reposo.

7.-El aparato de inspección de forma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6,

45 de tal manera que el aparato de inspección de forma comprende, adicionalmente, un mecanismo de ajuste (40) para ajustar el establecimiento de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen incluidos en el aparato de generación de imagen de sección luminosa,

el aparato de tratamiento aritmético incluye, adicionalmente,

una unidad (21) de control de obtención de imagen, destinada a controlar el accionamiento del aparato de generación de imagen de sección luminosa, y

50 una unidad (205) de control de ajuste, destinada a controlar el accionamiento del mecanismo de ajuste, y

la unidad de control de ajuste se ha configurado para, basándose en el resultado de la averiguación por parte de la unidad de averiguación, poner en funcionamiento al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la unidad de control de obtención de imagen, de tal manera que el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentren dentro del intervalo prescrito.

5 8.-El aparato de inspección de forma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7,

en el cual el ajuste de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen se ha configurado para ser modificado de manera tal, que el valor indicador de espesor se encuentre dentro de un intervalo entre 1,27 y 2,52, y el valor indicador de brillo se encuentre dentro de un intervalo entre 0,24 y 0,52.

10 9.-El aparato de inspección de forma de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8,

en el cual al menos uno de entre un foco de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, un foco de una lente incluida en la fuente de luz de láser, y una distancia de separación entre la fuente de luz de láser y la superficie del objeto, se ha configurado para ser ajustado con el fin de llevar el valor indicador de espesor dentro de un intervalo prescrito, y

15 al menos uno de entre un tiempo de exposición del aparato de obtención de imagen, una apertura de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, una ganancia del aparato de obtención de imagen y una potencia de la fuente de luz de láser, se ha configurado para ser ajustado con el fin de llevar el valor indicador de brillo dentro del intervalo prescrito.

20 10.-Un programa para hacer que una computadora capaz de comunicarse de manera recíproca con un aparato (1) de generación de imagen de sección luminosa que incluye:

una fuente de luz de láser (11), destinada a aplicar luz de láser lineal a una superficie de un objeto, y

un aparato (13) de obtención de imagen, destinado a obtener una imagen de una línea de sección luminosa basándose en la luz de láser sobre la superficie del objeto, y generar una imagen de sección luminosa que es una imagen captada utilizada para un método de sección luminosa,

25 funcione como un aparato de tratamiento aritmético que lleva a cabo un tratamiento de imagen sobre la imagen de sección luminosa generada por el aparato de generación de imagen de sección luminosa, evalúe un estado de la línea de sección luminosa y lleve a cabo una inspección de forma de la superficie del objeto basándose en un método de sección luminosa que se basa en la imagen de sección luminosa,

de tal manera que el programa está destinado a hacer que la computadora ejecute:

30 una función de cálculo de valores indicadores, consistente en calcular, basándose en la imagen de sección luminosa generada por el aparato de obtención de imagen, un valor indicador de espesor, que indica un espesor de la línea de sección luminosa, y un valor indicador de brillo, que indica un brillo de la línea de sección luminosa, en la imagen de sección luminosa;

35 una función de evaluación, consistente en evaluar, basándose en el valor indicador de espesor calculado y en el valor indicador de brillo calculado, si cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentra o no dentro de un intervalo prescrito, y

40 una función de inspección de forma, consistente en llevar a cabo un tratamiento de inspección de forma basándose en un método de sección luminosa que se basa en la imagen de sección luminosa, una vez que cada uno del valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se han llevado dentro de un intervalo prescrito establecido de forma única de antemano,

de tal modo que la función de cálculo de valores indicadores

45 especifica un píxel que proporciona un valor de luminancia máximo en cada una de las direcciones de columna de una imagen de sección luminosa referidas a la superficie del objeto, que son direcciones que corresponden a una dirección de movimiento relativo entre el objeto y la fuente de luz de láser, y, en el caso de que el valor de luminancia máximo de una columna sea un valor de luminancia no menor que un primer umbral, toma esa columna como columna de píxeles que se ha de tratar,

50 toma la suma del número de píxeles que proporcionan el valor de luminancia máximo y el número de píxeles que tienen un valor de luminancia no menor que un segundo umbral con respecto al valor de luminancia máximo, en cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, como el espesor de la línea de sección luminosa en cada una de las columnas de píxeles que se han de tratar, y calcula el promedio de los espesores de la línea de sección luminosa en todas las columnas de píxeles que se han de tratar, y toma el promedio como el valor indicador de espesor, y

toma un valor obtenido dividiendo el promedio de valores de luminancia de todos los píxeles que se han utilizado a la hora de calcular el valor indicador de espesor, por un valor de luminancia de salida máximo posiblemente suministrado como salida desde el aparato de obtención de imagen, como el valor indicador de brillo.

5 11.-El programa de acuerdo con la reivindicación 10,

en el cual la función de cálculo de valores indicadores calcula el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo utilizando la imagen de sección luminosa obtenida captando una imagen de tan solo una línea de sección luminosa sobre el objeto en reposo.

12.-El programa de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11,

10 en el cual la computadora es, adicionalmente, capaz de comunicarse de forma recíproca con un mecanismo de ajuste que ajusta el establecimiento de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen incluidos en el aparato de generación de imagen de sección luminosa,

el programa hace, adicionalmente, que la computadora ejecute:

15 una función de control de obtención de imagen, consistente en controlar el accionamiento del aparato de generación de imagen de sección luminosa; y

una función de control de ajuste, consistente en controlar el accionamiento del mecanismo de ajuste, y

20 la función de control de ajuste, basándose en el resultado de la evaluación por parte de la función de evaluación, pone en funcionamiento al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la función de control de obtención de imagen de manera tal, que el valor indicador de espesor y el valor indicador de brillo se encuentren dentro de un intervalo prescrito.

13.-El programa de acuerdo con la reivindicación 12,

25 en el cual la función de control de ajuste hace que al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la función de control de obtención de imagen modifiquen el ajuste de al menos uno de entre la fuente de luz de láser y el aparato de obtención de imagen de manera que el valor indicador de espesor se encuentre dentro de un intervalo entre 1,27 y 2,52 y el valor indicador de brillo se encuentre dentro de un intervalo entre 0,24 y 0,52.

14.-El programa de acuerdo con la reivindicación 12 o la reivindicación 13,

en el cual la función de control de ajuste

30 hace que al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la función de control de obtención de imagen ajusten al menos uno de entre un foco de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, un foco de una lente incluida en una fuente de luz de láser, y una distancia de separación entre la fuente de luz de láser y la superficie del objeto, a fin de llevar el valor indicador de espesor dentro del intervalo prescrito, y

35 hace que al menos uno de entre el mecanismo de ajuste y la función de control de obtención de imagen ajuste al menos uno de entre un tiempo de exposición del aparato de obtención de imagen, una apertura de una lente incluida en el aparato de obtención de imagen, una ganancia del aparato de obtención de imagen y una potencia de la fuente de luz de láser, a fin de llevar el valor indicador de brillo dentro del intervalo prescrito.

FIG. 1

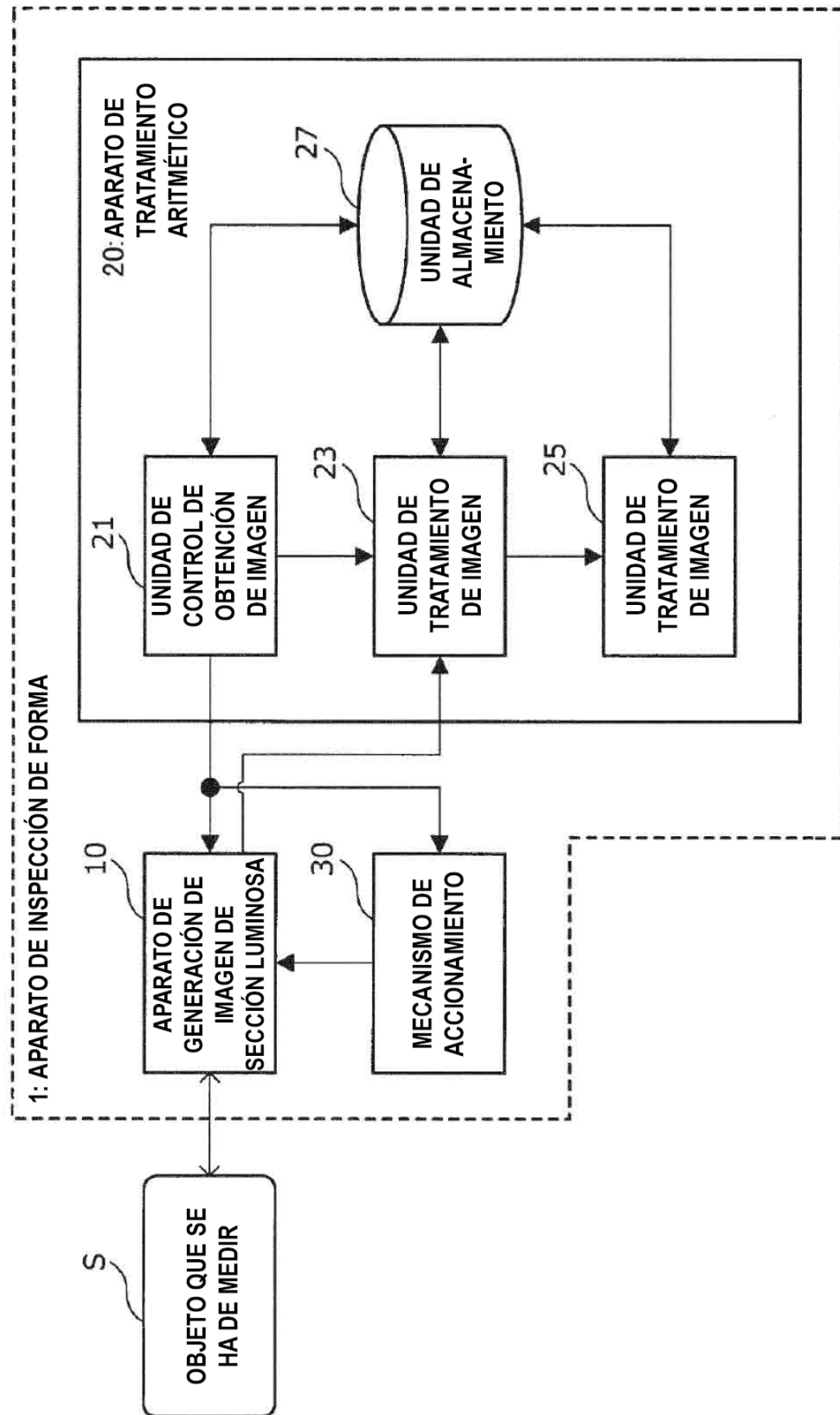


FIG. 2

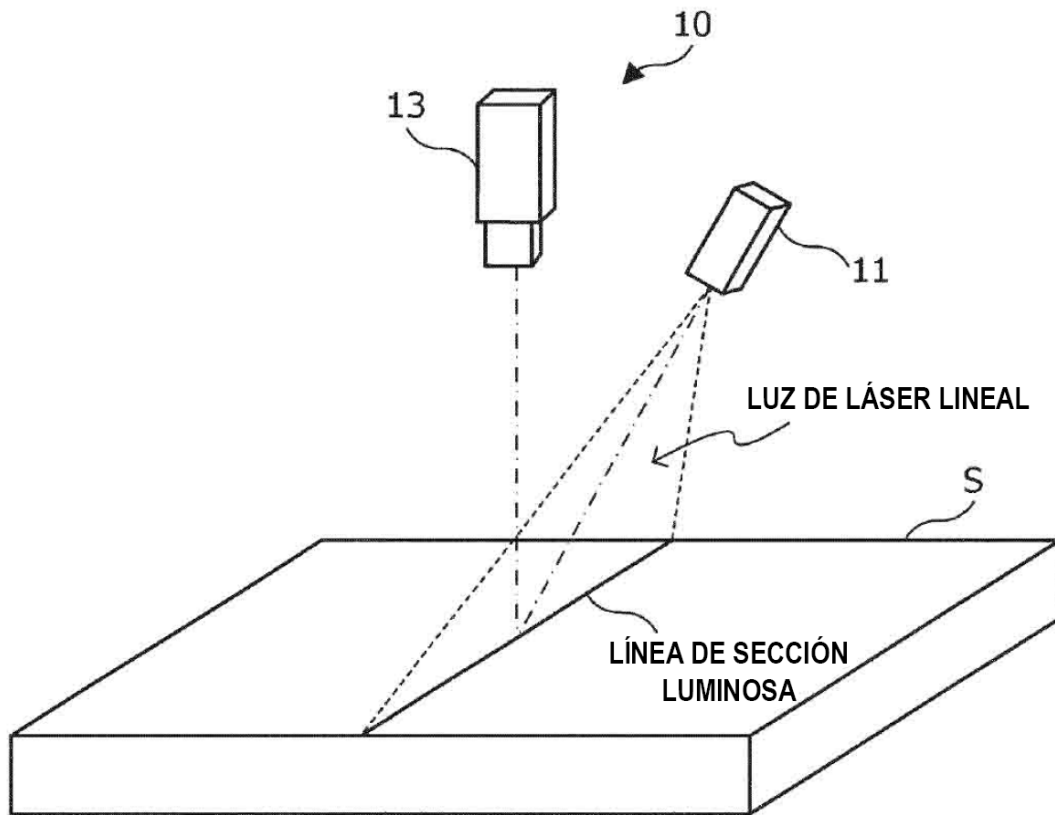


FIG. 3

DIRECCIÓN EN LA QUE SE EXTIENDE
LA LÍNEA DE SECCIÓN LUMINOSA

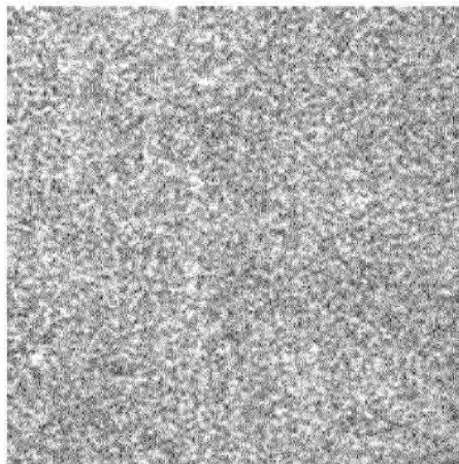


IMAGEN DE LUMINANCIA APROPIADA

FIG. 4

DIRECCIÓN EN LA QUE SE EXTIENDE
LA LÍNEA DE SECCIÓN LUMINOSA

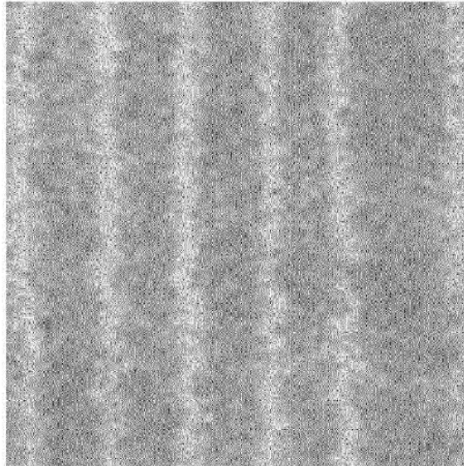


IMAGEN DE LUMINANCIA EN LA QUE
EXISTE RUIDO SUPERPUESTO

FIG. 5

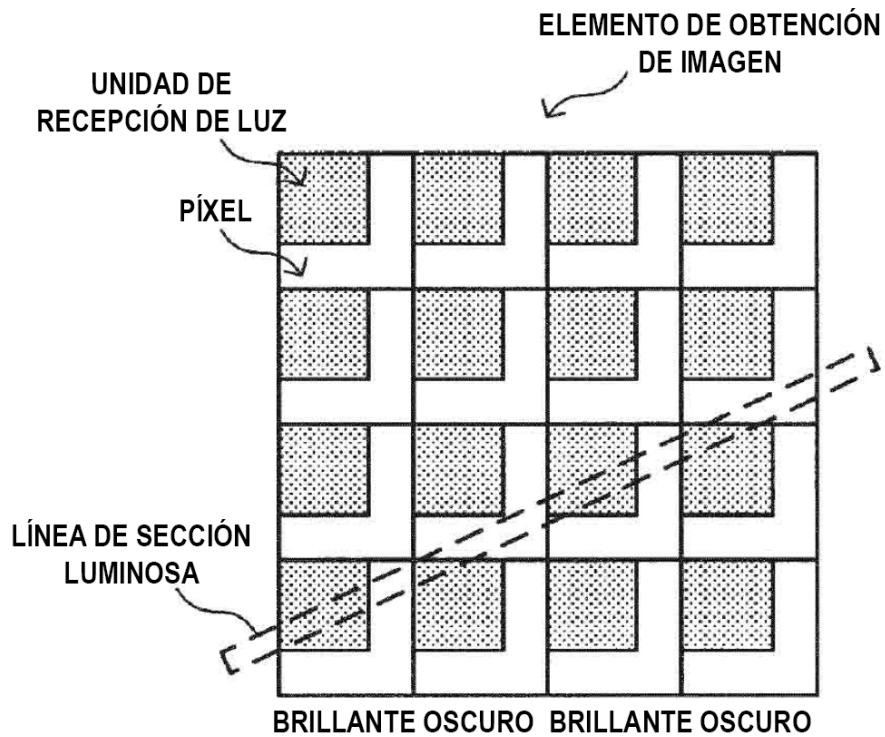
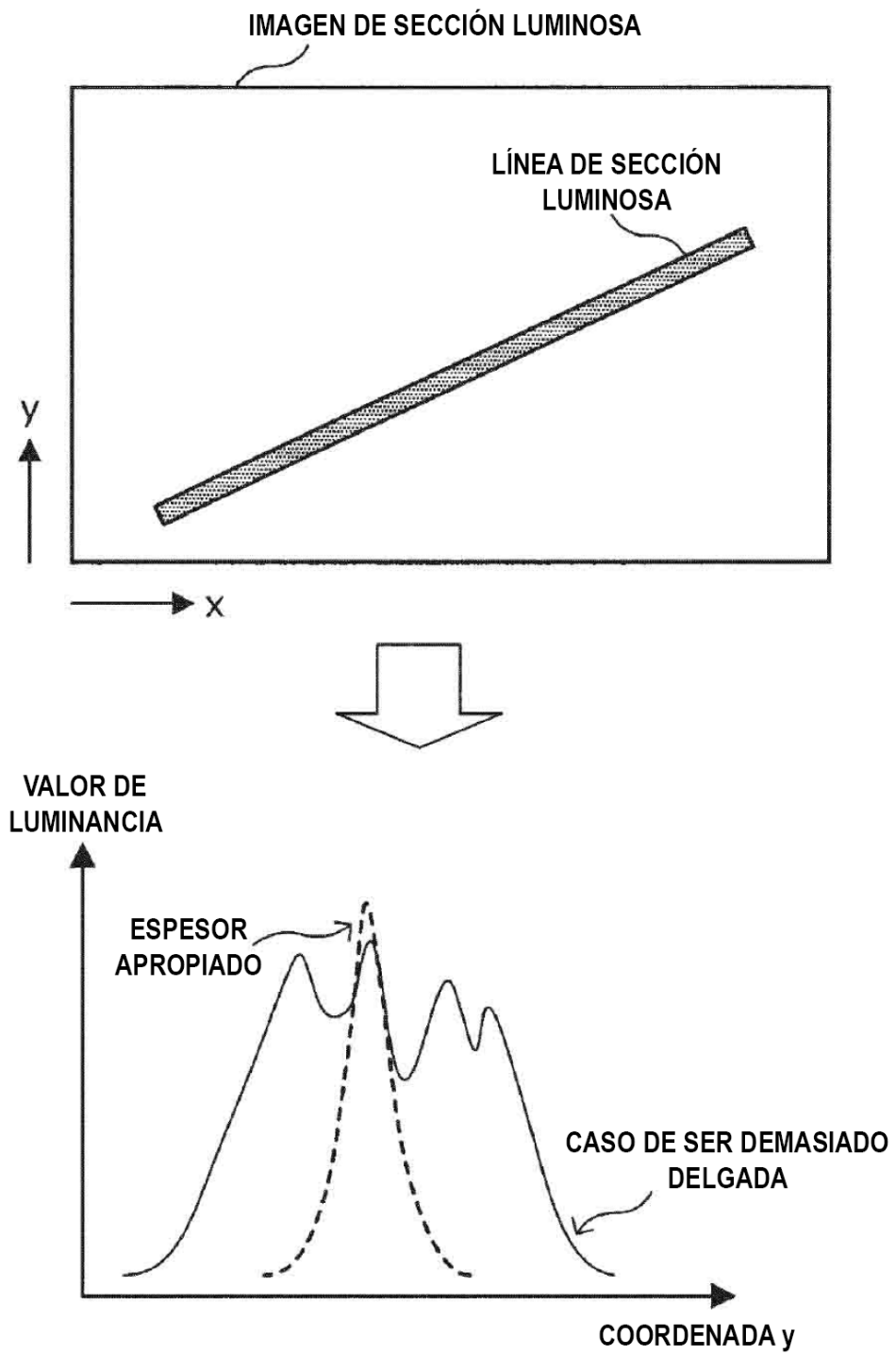


FIG. 6



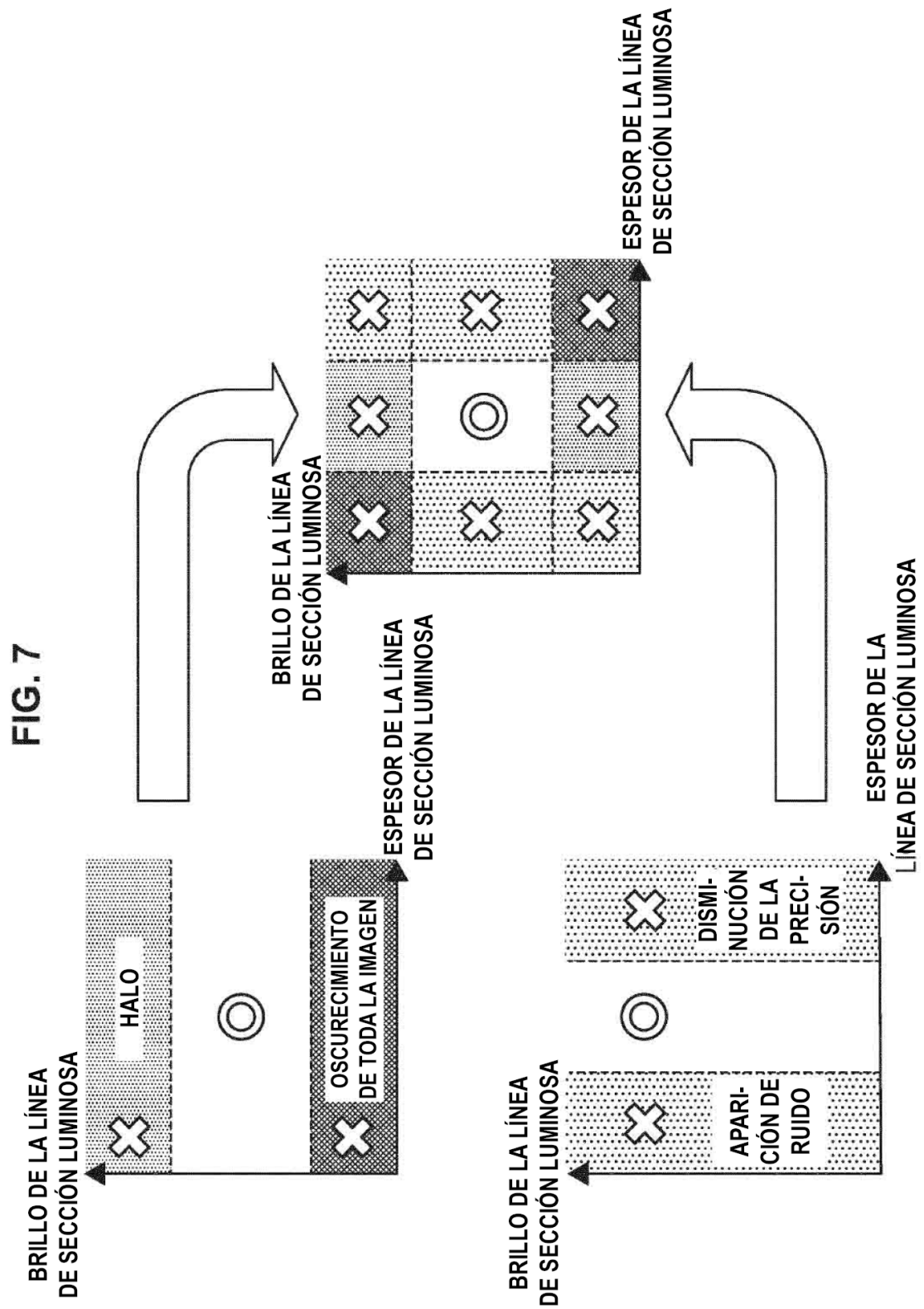


FIG. 8A

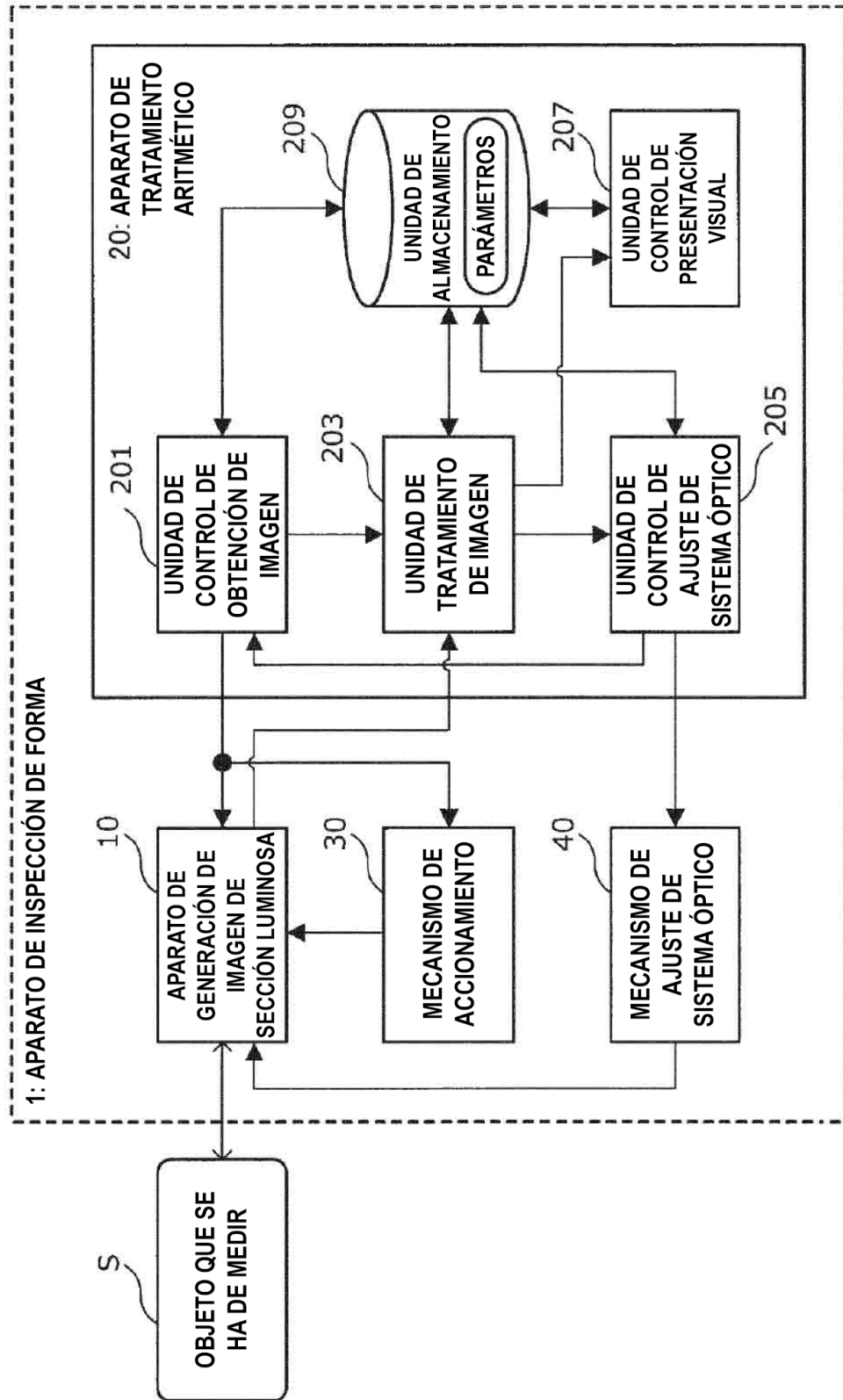


FIG. 8B

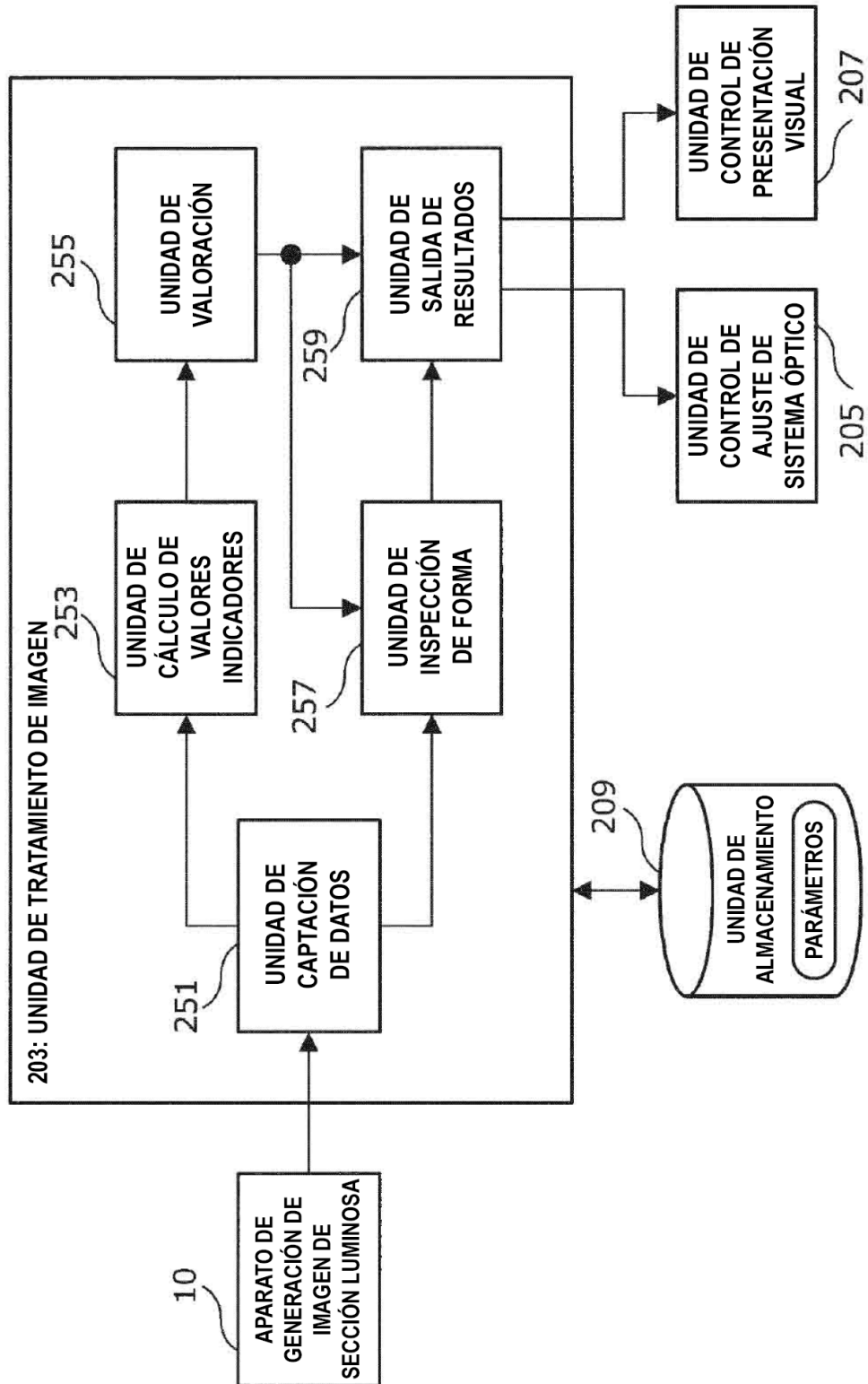
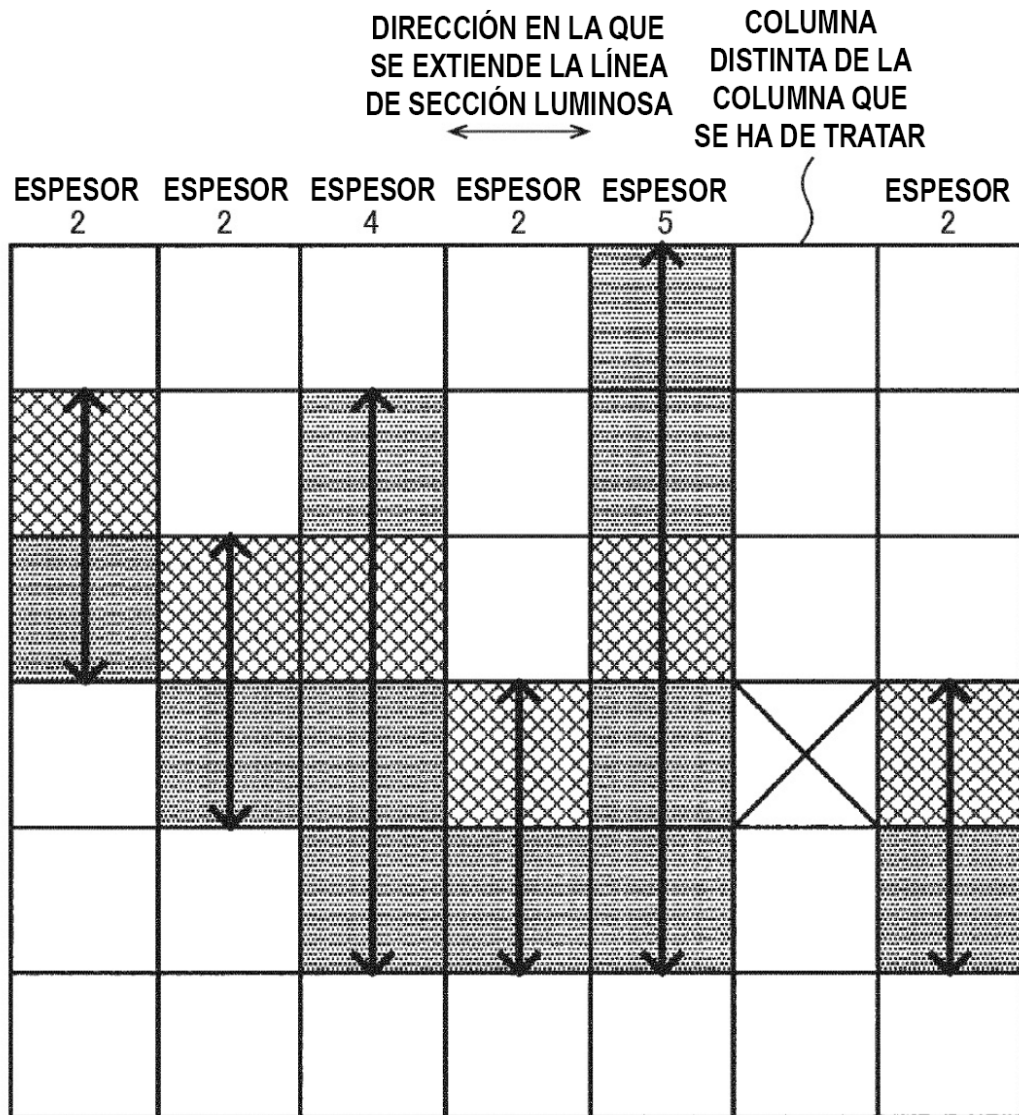


FIG. 9



-  : PÍXEL QUE TIENE UN VALOR DE LUMINANCIA NO MENOR QUE EL SEGUNDO UMBRAL
-  : PÍXEL QUE PROPORCIONA UNA LUMINANCIA MÁXIMA EN CADA COLUMNA (NO SIENDO EL VALOR DE LUMINANCIA MENOR QUE EL PRIMER UMBRAL)
-  : PÍXEL QUE PROPORCIONA UNA LUMINANCIA MÁXIMA EN CADA COLUMNA (SIENDO EL VALOR DE LUMINANCIA MENOR QUE EL PRIMER UMBRAL)

FIG. 10

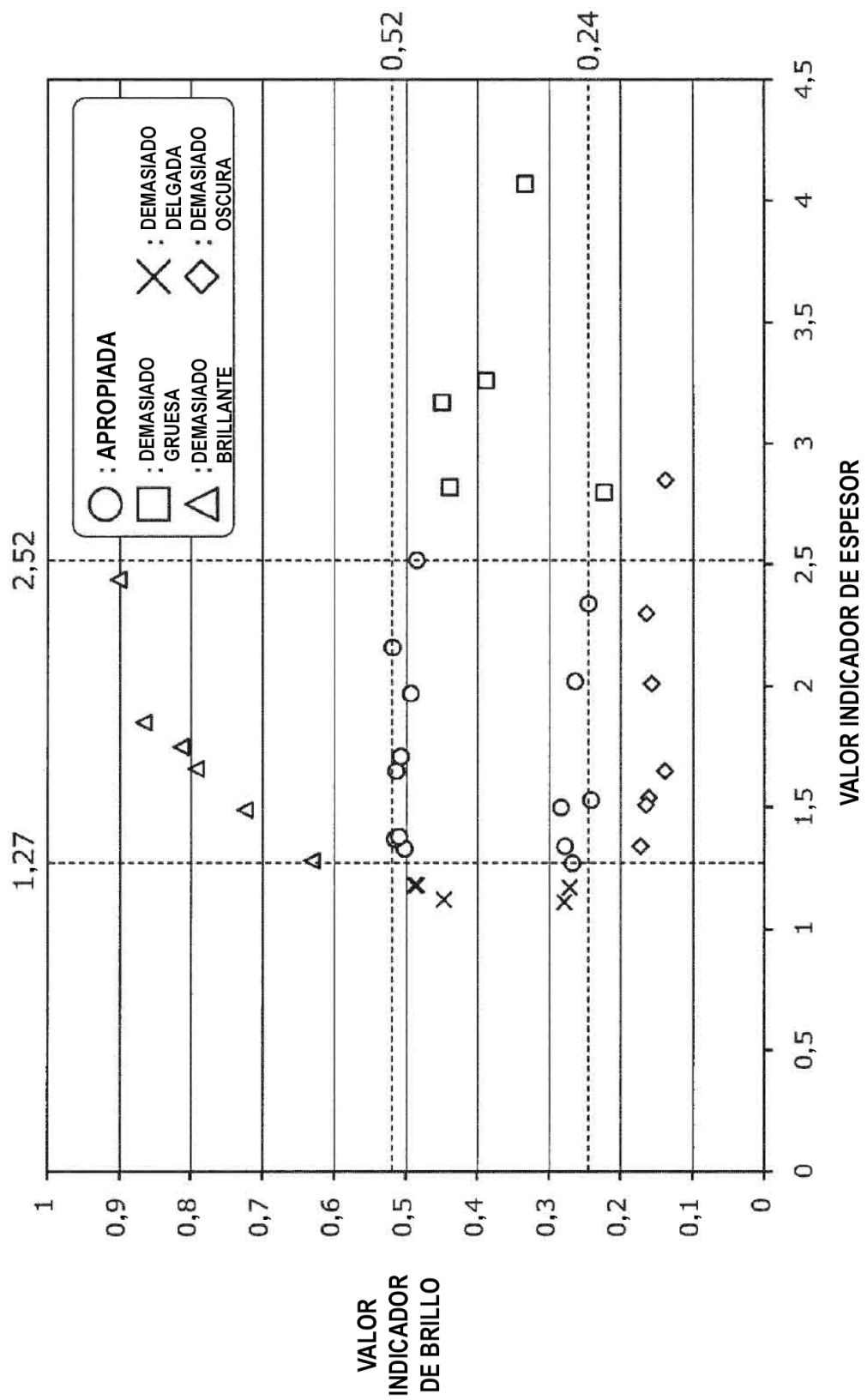


FIG. 11

	APROPIADA			DEMASIADO GRUESA			DEMASIADO DELGADA			DEMASIADO OSCURA			DEMASIADO BRILLANTE		
	VALOR INDICADOR DE ESPESOR	VALOR INDICADOR DE BRILLO	DISPERSIÓN DE PROFUNDIDAD	VALOR INDICADOR DE ESPESOR	VALOR INDICADOR DE BRILLO	DISPERSIÓN DE PROFUNDIDAD	VALOR INDICADOR DE ESPESOR	VALOR INDICADOR DE BRILLO	DISPERSIÓN DE PROFUNDIDAD	VALOR INDICADOR DE ESPESOR	VALOR INDICADOR DE BRILLO	DISPERSIÓN DE PROFUNDIDAD	VALOR INDICADOR DE ESPESOR	VALOR INDICADOR DE BRILLO	DISPERSIÓN DE PROFUNDIDAD
1	1,27	0,27	4,36	3,17	0,45	12,94	1,11	0,28	4,25	1,34	0,17	4,34	1,28	0,63	3,69
2	1,34	0,28	4,27	2,82	0,44	14,68	1,17	0,27	4,49	1,54	0,16	4,60	1,49	0,72	3,31
3	1,50	0,28	4,82	3,26	0,39	18,61	1,12	0,45	3,95	1,51	0,17	5,87	1,66	0,79	3,47
4	2,02	0,26	7,37	4,07	0,33	26,66	1,18	0,49	3,61	1,65	0,14	6,32	1,75	0,81	3,73
5	2,34	0,24	9,79	2,80	0,22	15,71	1,18	0,49	3,91	2,01	0,16	6,72	1,85	0,87	4,64
6	1,33	0,50	3,67							2,30	0,16	8,30	2,44	0,90	5,15
7	1,37	0,52	3,85							2,85	0,14	14,40			
8	1,53	0,24	4,12												
9	2,16	0,52	6,06												
10	2,52	0,49	7,84												
11	1,38	0,51	4,65												
12	1,65	0,51	5,91												
13	1,71	0,51	6,31												
14	1,97	0,49	7,85												

FIG. 12

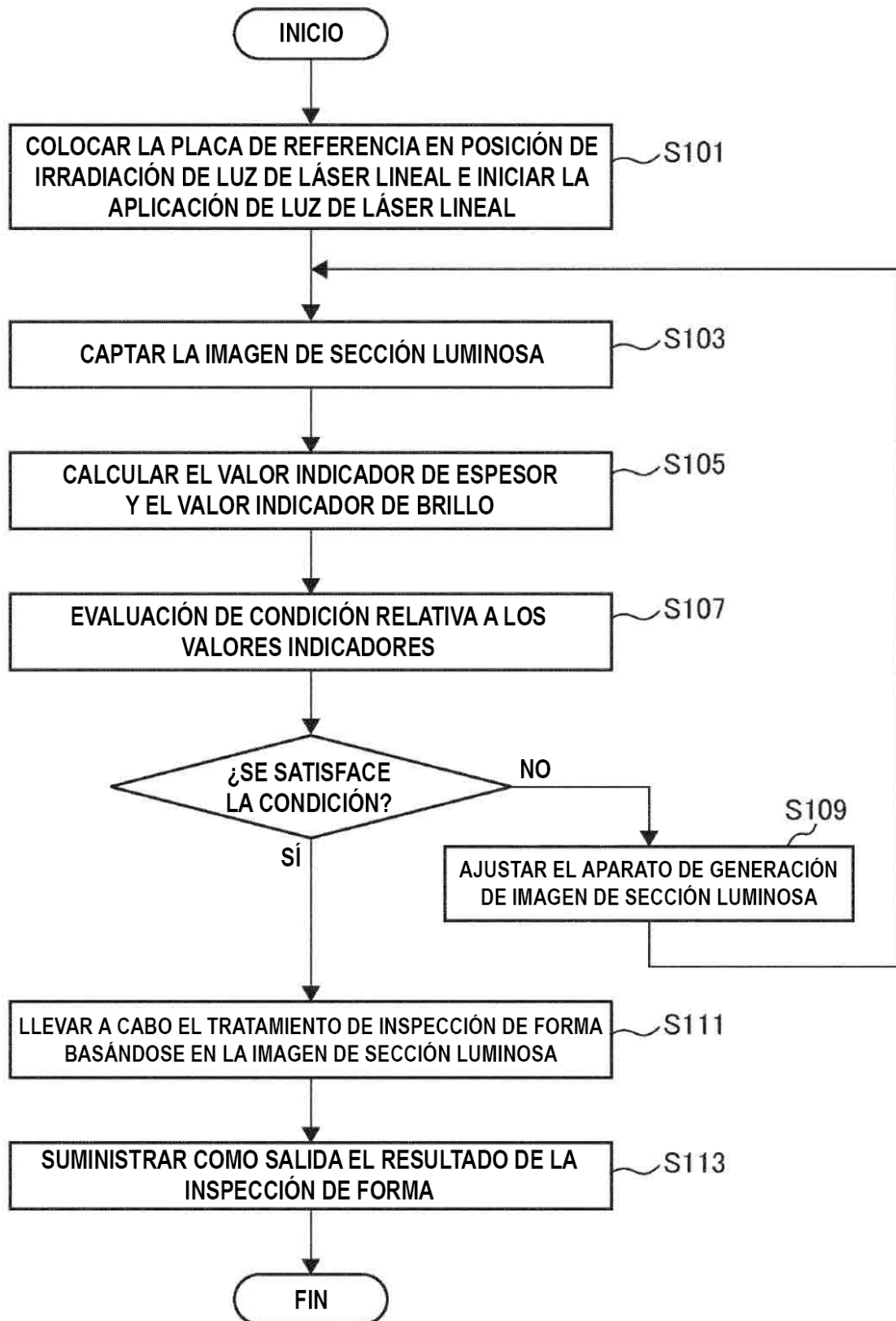


FIG. 13

