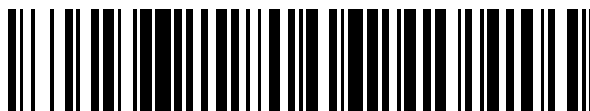


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 463**

51 Int. Cl.:

G01N 23/04 (2008.01)

G01T 7/00 (2006.01)

G21K 5/00 (2006.01)

G21K 5/10 (2006.01)

G01V 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2012 PCT/JP2012/071192**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13069354**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2012 E 12847607 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2778663**

54 Título: **Dispositivo de inspección no destructiva y método para corregir datos de luminancia con el dispositivo de inspección no destructiva**

30 Prioridad:

08.11.2011 JP 2011244682

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

21.06.2019

73 Titular/es:

**HAMAMATSU PHOTONICS K.K. (100.0%)
1126-1, Ichino-cho, Higashi-ku
Hamamatsu-shi, Shizuoka 435-8558, JP**

72 Inventor/es:

SUYAMA TOSHIYASU

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 717 463 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de inspección no destructiva y método para corregir datos de luminancia con el dispositivo de inspección no destructiva

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de inspección no destructiva y a un método para corregir datos de luminancia con el dispositivo de inspección no destructiva.

10

Antecedentes de la técnica

Se conocen dispositivos de inspección de un tipo de doble energía que irradian objetos a inspeccionar tales como alimentos y productos industriales con radiaciones tales como rayos X y detectan las radiaciones transmitidas a través de los objetos en diferentes intervalos, tales como intervalos de energía baja y alta, con el fin de realizar inspecciones no destructivas. Un dispositivo de inspección no destructivo de este tipo puede adquirir imágenes de radiación en intervalos de energía baja y alta al mismo tiempo.

15

La realización de operaciones predeterminadas (tales como división, resta, adición y multiplicación) entre las imágenes de radiación adquiridas en los diferentes intervalos de energía hace posible determinar altamente con precisión las distribuciones de los componentes mezclados entre sí intrincadamente, detectar materias extrañas que son difíciles de obtener un contraste, y así sucesivamente. Para adquirir imágenes de radiación en diferentes intervalos de energía, un dispositivo de inspección de este tipo está equipado con detectores correspondientes a los intervalos de energía respectivos y emplea una estructura en la que los detectores están dispuestos, por ejemplo, en una fila vertical (véase la figura 9 de la bibliografía de patentes 1).

20

25

Lista de citas

Bibliografía de patentes

30

Bibliografía de patente 1: solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º H04-002907

Además, el documento EP 0 785 674 A1 desvela un aparato radiográfico que tiene una unidad de detección de radiación primera y segunda, cada una de las cuales convierten la información de una imagen de radiación en una señal eléctrica, y están dispuestas en la dirección de incidencia de radiación, y una unidad de combinación de información de imagen para formar una imagen combinada combinando las dos piezas de la información de imagen de radiación obtenidas respectivamente por las unidades de detección de radiación primera y segunda.

35

Sumario de la invención

40

Problema técnico

Mientras tanto, en el dispositivo de inspección construido de tal manera que los detectores se apilan en dos etapas, su fuente de radiación es una fuente de luz puntual, mientras que hay una distancia entre un dispositivo de captación de imagen incluido en el detector en el lado corriente arriba en una dirección de irradiación de la radiación y un dispositivo de captación de imágenes incluido en el detector en el lado corriente abajo, por lo que se produce una desviación entre las imágenes adquiridas por los respectivos dispositivos de captación de imágenes (consúltese la figura 3 (b)). Por lo tanto, las correspondencias entre los píxeles de los detectores en los lados corriente arriba y corriente abajo se determinan de antemano usando un miembro de calibración y similares, de tal manera que pueda adquirirse una imagen de radiación en la que los píxeles de los detectores corriente arriba y corriente abajo se correspondan entre sí al realizar un dispositivo de inspección no destructiva.

45

50

Sin embargo, cuando se realizan continuamente inspecciones no destructivas, la posición de fuente de luz de la fuente de radiación puede desplazarse (muestran un desplazamiento focal) debido al desplazamiento o a la deformación (expansión térmica) provocada por la temperatura de la fuente de radiación o un dispositivo de inspección no destructiva, por lo que los píxeles de los detectores corriente arriba y corriente abajo puestos en correspondencia entre sí pueden no corresponderse uno con otro. Por lo tanto, si los píxeles no se corresponden uno con otro con los detectores, al realizar una operación predeterminada entre imágenes de radiación, los pseudo-bordes que aparecen en los resultados de las operaciones y similares pueden evitar que se adquieran imágenes de operación de radiación apropiadas, reduciendo de este modo la precisión de medición en la inspección no destructiva. La calibración es difícil de realizar para cada inspección cuando se realizan inspecciones no destructivas en línea de manera continua, lo que hace necesario detectar antes si los píxeles no se corresponden uno con otro y a continuación corregir las imágenes de radiación de tal manera que los píxeles se correspondan unos con otros.

55

60

65

Solución al problema

La presente invención se refiere a un dispositivo de inspección no destructiva de acuerdo con la reivindicación independiente 1 y a un método de corrección, en un dispositivo de inspección no destructiva de acuerdo con la reivindicación independiente 11.

El dispositivo de inspección no destructiva de acuerdo con un aspecto de la presente invención es un dispositivo que comprende una unidad de transporte, una fuente de radiación, unos detectores de radiación primero y segundo, unas unidades de cálculo primera y segunda, una unidad de detección, y una unidad de corrección. La unidad de transporte transporta un objeto a inspeccionar en una dirección predeterminada. La fuente de radiación irradia la unidad del transportador con una radiación dirigida con el fin de intersecarse con una dirección de transporte provocada por la unidad de transporte. El primer detector de radiación detecta la radiación emitida por la fuente de radiación en un primer intervalo de energía. El segundo detector de radiación detecta la radiación emitida por la fuente de radiación en un segundo intervalo de energía más alto que el primer intervalo de energía.

La primera unidad de cálculo calcula a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el primer detector de radiación un valor que indica una primera transmitancia en el primer intervalo de energía de la radiación transmitida desde la fuente de radiación a través del objeto. La segunda unidad de cálculo calcula a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el segundo detector de radiación un valor que indica una segunda transmitancia en el segundo intervalo de energía de la radiación transmitida desde la fuente de radiación a través del objeto. De acuerdo con una relación o diferencia entre el valor que indica la primera transmitancia calculado por la primera unidad de cálculo y el valor que indica la segunda transmitancia calculado por la segunda unidad de cálculo, la unidad de detección detecta un detalle de desviación de posición de la fuente de radiación. Cuando se detecta el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación por la unidad de detección, la unidad de corrección corrige, de acuerdo con el detalle de desviación de posición, al menos uno de los datos de luminancia de la radiación detectada por los detectores de radiación primero y segundo.

El método de corrección de acuerdo con un aspecto de la presente invención es un método de corrección, en un dispositivo de inspección no destructiva que comprende una unidad de transporte que transporta un objeto a inspeccionar, en una dirección predeterminada, una fuente de radiación que irradia la unidad de transporte con una radiación dirigida con el fin de intersecarse con una dirección de transporte provocada por la unidad de transporte, un primer detector de radiación que detecta la radiación emitida desde la fuente de radiación en un primer intervalo de energía y un segundo detector de radiación que detecta la radiación emitida desde la fuente de radiación en un segundo intervalo de energía más alto que el primer intervalo de energía, para corregir al menos uno de los datos de luminancia detectados por los detectores de radiación primero y segundo.

Este método de corrección comprende una primera etapa de cálculo, una segunda etapa de cálculo, una etapa de detección, y una etapa de corrección. La primera etapa de cálculo calcula a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el primer detector de radiación un valor que indica una primera transmitancia en el primer intervalo de energía de la radiación transmitida desde la fuente de radiación a través del objeto. La segunda etapa de cálculo calcula a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el segundo detector de radiación un valor que indica una segunda transmitancia en el segundo intervalo de energía de la radiación transmitida desde la fuente de radiación a través del objeto. De acuerdo con una relación o diferencia entre el valor que indica la primera transmitancia calculado en la primera etapa de cálculo y el valor que indica la segunda transmitancia calculado en la segunda etapa de cálculo, la etapa de detección detecta un detalle de desviación de posición de la fuente de radiación. Cuando la etapa de detección detecta el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación, la etapa de corrección corrige, de acuerdo con el detalle de desviación de posición, al menos uno de los datos de luminancia de la radiación detectada por los detectores de radiación primero y segundo.

En el aspecto mencionado anteriormente, los valores que indican las transmitancias respectivas en los intervalos de energía primero y segundo de la radiación transmitida a través del objeto, se calculan a partir de los datos de luminancia, y el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación se detecta de acuerdo con una relación o diferencia entre los valores que indican las transmitancias. Mientras que las radiaciones, tal como los rayos X, tienen la propiedad de ser más fáciles de pasar a través de un objeto, ya que su energía es mayor, por ejemplo, haciendo referencia a los valores que indican las transmitancias de un objeto en ambos detectores ajustados de tal manera que sus píxeles y similares correspondientes entre sí pueden detectarse si y cómo los píxeles de los detectores no se corresponden uno con otro, por lo que puede verse el detalle de desviación de posición. Como resultado, el aspecto mencionado anteriormente puede detectar de manera temprana si los píxeles de los detectores de radiación no se corresponden uno con otro y corregir los datos de luminancia de los detectores de tal manera que los píxeles se correspondan nuevamente unos con otros.

El aspecto mencionado anteriormente calcula los valores que indican las transmitancias respectivas en los intervalos de energía primero y segundo de la radiación usando los datos de luminancia. Ya que se usan los datos de luminancia adquiridos, en general, por los detectores de radiación de los dispositivos de inspección no destructivos, las transmitancias pueden determinarse fácilmente sin necesidad de proporcionar nuevos detectores por separado. Sin embargo, pueden proporcionarse además nuevos detectores. Solo se requiere que el segundo intervalo de

energía detectado por el segundo detector de radiación sea más alto que el primer intervalo de energía en total y puede superponerse en parte al primer intervalo de energía.

5 En el dispositivo de inspección no destructiva y el método de corrección de acuerdo con otro aspecto, la unidad de detección puede almacenar en la misma dos umbrales de límites superior e inferior establecidos por una transmitancia de radiación del objeto y detectar el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación comparando la relación o diferencia entre los valores que indican las transmitancias primera y segunda con los umbrales superior e inferior. En este caso, para detectar el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación, los umbrales se establecen de acuerdo con una transmitancia de radiación distinta para cada objeto a inspeccionar, por lo que el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación puede verse con mayor seguridad.

15 En el dispositivo de inspección no destructiva y el método de corrección de acuerdo con otro aspecto más, cada uno de los detectores de radiación primero y segundo puede tener una región de detección que se extiende en una dirección de detección que se interseca con las direcciones de transporte y de irradiación, mientras que la unidad de detección puede detectar el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación comparando con los umbrales superior e inferior un patrón de transmitancia constituido por un conjunto de relaciones o diferencias de valores que indican las transmitancias primera y segunda, mientras que se corresponden con la región de detección. En este caso, el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación puede detectarse comparando el patrón de transmitancia con los umbrales, por lo que el proceso de detección puede hacerse más simple.

25 En el dispositivo de inspección no destructiva y el método de corrección de acuerdo con otro aspecto más, la unidad de detección puede determinar que la fuente de radiación se desplaza en la dirección de detección cuando una posición correspondiente a un extremo del objeto en el patrón de transmitancia es mayor que el umbral superior, mientras que una localización correspondiente al otro extremo del objeto en el patrón de transmitancia es más baja que el umbral inferior. Cuando la unidad de detección determina que la fuente de radiación se desplaza en la dirección de detección, la unidad de corrección puede realizar el proceso de reinicio para configurar un nuevo píxel de referencia moviendo al menos uno de los píxeles de referencia para hacer que los datos de luminancia respectivos de los detectores de radiación primero y segundo se correspondan entre sí con otro píxel, con el fin de corregir al menos uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo.

35 Cuando se determina por la unidad de detección que la fuente de radiación se desplaza en la dirección de detección, la unidad de corrección también puede realizar el proceso de reajuste para reajustar un aumento de cada uno de los píxeles que constituyen los detectores de radiación primero y segundo, con el fin de corregir uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo. Esto puede detectar un desplazamiento en la dirección de detección de la fuente de radiación de manera segura y corregir los datos de luminancia de acuerdo con el desplazamiento.

40 En el dispositivo de inspección no destructiva y el método de corrección de acuerdo con un aspecto adicional, la unidad de detección puede determinar que la fuente de radiación se desplaza en la dirección de irradiación si cada una de las posiciones correspondientes a ambos extremos del objeto en el patrón de transmitancia es más baja que el umbral inferior o más alta que el umbral superior. Cuando la unidad de detección determina que la fuente de radiación se desplaza en la dirección de irradiación, la unidad de corrección también puede realizar un proceso de reajuste para reajustar un aumento de cada uno de los píxeles que constituyen los detectores de radiación primero y segundo, con el fin de corregir uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo.

50 Cuando se determina por la unidad de detección que la fuente de radiación se desplaza en la dirección de la irradiación, la unidad de corrección puede realizar el proceso de reinicio para configurar un nuevo píxel de referencia moviendo al menos uno de los píxeles de referencia haciendo que los datos de luminancia respectivos de los detectores de radiación primero y segundo se correspondan entre sí con otro píxel, con el fin de corregir al menos uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo. Esto puede detectar un desplazamiento en la dirección de irradiación de la fuente de radiación de manera segura y corregir los datos de luminancia de acuerdo con el desplazamiento.

55 En el dispositivo de inspección no destructiva de acuerdo con un aspecto adicional más, el segundo detector de radiación puede estar localizado corriente abajo del primer detector de radiación en la dirección de irradiación de la radiación. Esto puede detectar de manera temprana si los píxeles de los detectores de radiación apilados en dos etapas no se corresponden unos con otros y corregir los datos de luminancia de los detectores de tal manera que los píxeles se correspondan nuevamente unos con otros.

60 **Efectos ventajosos de la invención**

65 Un aspecto de la presente invención hace que sea posible detectar de manera temprana si los píxeles de los detectores de radiación no se corresponden unos con otros y corregir los datos de luminancia de tal manera que los píxeles se corresponden unos con otros.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista en perspectiva del dispositivo de inspección no destructiva de acuerdo con una realización.
- 5 La figura 2 es un diagrama estructural esquemático del dispositivo de inspección no destructiva ilustrado en la figura 1.
- Las figuras 3 (a) y 3 (b) son unas vistas lateral y frontal, respectivamente, que ilustran las correspondencias entre los píxeles de los detectores.
- 10 La figura 4 (a) es un diagrama para explicar el aumento entre los píxeles que se corresponden unos con otros, mientras que la figura 4 (b) es una gráfica que ilustra un ejemplo de cómo crear datos de corrección.
- La figura 5 es una gráfica que ilustra un ejemplo de datos de luminancia de rayos X transmitidos a través de un objeto a inspeccionar.
- Las figuras 6 (a) y 6 (b) son unas gráficas que ilustran los contornos de una corrección de sombreado, mientras que representan los estados antes y después de la corrección, respectivamente.
- 15 Las figuras 7 (a) y 7 (b) son unas gráficas que ilustran los contornos de una corrección de corriente oscura, mientras que representan los estados antes y después de la corrección, respectivamente.
- Las figuras 8 (a) a 8 (d) son unas gráficas que ilustran patrones de transmitancia respectivos.
- Las figuras 9 (a) y 9 (b) son unos diagramas que ilustran un caso en el que una fuente de rayos X se desplaza a un lado de una dirección de detección X en el dispositivo de inspección no destructiva representado en la figura 1, mientras que representa los estados antes y después del desplazamiento, respectivamente.
- 20 La figura 10 es un diagrama que amplía una parte de la figura 9 (b).
- Las figuras 11 (a) y 11 (b) son unos diagramas que ilustran un caso en el que la fuente de rayos X se desplaza al lado inferior de una dirección de irradiación Z en el dispositivo de inspección no destructiva representado en la figura 1, mientras que representa los estados antes y después del desplazamiento, respectivamente.
- 25 La figura 12 es una vista ampliada de una parte de la figura 11 (b).
- Las figuras 13 (a) y 13 (b) son unos diagramas que ilustran un caso en el que la fuente de rayos X se desplaza al lado superior de la dirección de irradiación Z en el dispositivo de inspección no destructiva representado en la figura 1, mientras que representa los estados antes y después del desplazamiento, respectivamente.
- La figura 14 es un diagrama que amplía una parte de la figura 13 (b).
- 30 La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra un método de corrección en el dispositivo de inspección no destructiva representado en la figura 1.

Descripción de las realizaciones

- 35 A continuación, se explicarán en detalle las realizaciones preferidas de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. En la explicación, se hará referencia a los mismos constituyentes o a aquellos que tienen las mismas funciones con los mismos signos a la vez que se omiten sus descripciones superpuestas.
- 40 Como se ilustra en las figuras 1 y 2, un dispositivo de inspección no destructiva 1 es un dispositivo que irradia un objeto S a inspeccionar con rayos X emitidos desde una fuente de rayos X en una dirección de irradiación Z y detecta los rayos X de transmisión transmitidos a través del objeto S en los rayos X emitidos en una pluralidad de intervalos de energía. El dispositivo de inspección no destructiva 1 inspecciona materias extrañas en el objeto S, equipaje y similares incluidos usando una imagen de rayos X transmitida. El dispositivo de inspección no destructiva 1 comprende una cinta transportadora 10, un irradiador de rayos X 20, una unidad de adquisición de imágenes de baja energía 30, una unidad de adquisición de imágenes de alta energía 40, una unidad de control 50, un procesador de imágenes 60 y un analizador 70. La unidad de adquisición de imágenes de baja energía 30, la unidad de adquisición de imágenes de alta energía 40 y la unidad de control 50 constituyen un dispositivo de adquisición de imágenes dual 80.
- 50 La cinta transportadora 10, tal como se ilustra en la figura 1, tiene una unidad de cinta 12 sobre la que está montado el objeto S. La cinta transportadora 10 mueve la unidad de cinta 12 en una dirección de transporte Y, con el fin de transportar al objeto S en la dirección de transporte Y a una velocidad de transporte predeterminada. La velocidad de transporte del objeto S es por ejemplo, de 48 m/min. La cinta transportadora 10 puede cambiar su velocidad de transporte a una velocidad de 24 m/min o 96 m/min, por ejemplo, como sea necesario. El objeto S a transportar por 55 la cinta transportadora 10, cuyos ejemplos cubren ampliamente alimentos como carne y envases flexibles, productos de caucho tales como neumáticos, equipaje para control de seguridad, productos de resina, productos metálicos tales como alambres, materiales de recursos tales como minerales, residuos para la separación o recuperación de recursos, y componentes electrónicos, no están restringidos en particular.
- 60 El irradiador de rayos X 20 es un dispositivo para irradiar el objeto S con los rayos X en la dirección de irradiación Z y funciona como una fuente de rayos X. El irradiador de rayos X 20 es una fuente de luz puntual y realiza una irradiación tal como para dispersar los rayos X en un intervalo de ángulo predeterminado en una dirección de detección X que es ortogonal a la dirección de irradiación Z y a la dirección de transporte Y. El irradiador de rayos X 20 está dispuesto sobre la unidad de cinta 12 con una distancia predeterminada de la misma, de tal manera que los rayos X en dispersión cubren toda la anchura (en la dirección de detección X) del objeto S mientras orientan la 65 dirección de irradiación Z de los rayos X hacia la unidad de cinta 12. El irradiador de rayos X 20 se construye de tal

manera que, mientras que un intervalo de división predeterminado S_n en la dirección longitudinal del objeto S (dirección de transporte Y) se emplea como un intervalo de irradiación (véase la figura 3 (a)), la longitud total del objeto S se irradia con los rayos X a medida que se transporta en la dirección de transporte Y por la cinta transportadora 10.

5 La unidad de adquisición de imágenes de baja energía 30 tiene un detector de baja energía 32 y una unidad de corrección de imagen de baja energía 34.

10 El detector de baja energía 32 está localizado en el lado corriente arriba en la dirección de entrada de rayos X Z y detecta, en los rayos X emitidos desde el irradiador de rayos X 20, los de un intervalo de baja energía transmitidos a través de un intervalo divisional predeterminado S_n del objeto S (véase la figura 3 (a)), con el fin de generar datos de imágenes de baja energía. El detector de baja energía 32 puede detectar, de manera similar, en los rayos X emitidos desde el irradiador de rayos X 20, los del intervalo de baja energía transmitidos a través de la cinta transportadora 10 sin el objeto S.

15 El detector de baja energía 32 incluye una capa de centelleo de baja energía y un sensor de línea de baja energía. La capa de centelleo de baja energía se extiende a lo largo de la dirección de detección X y convierte una imagen de rayos X en el intervalo de baja energía en una imagen óptica. El sensor de línea de baja energía tiene una pluralidad de píxeles 32_n ($n = 1$ a N, donde N es un número entero) dispuestos a lo largo de la dirección de detección X (véase la figura 3 (b)) y adquiere una imagen de baja energía producida por la imagen óptica convertida por la capa de centelleo. La imagen de baja energía adquirida por el sensor de línea está constituida por un conjunto de datos de luminancia obtenidos para los píxeles individuales 32_n del sensor de línea.

20 La unidad de corrección de imagen de baja energía 34 está construida tal como para amplificar y corregir los datos de luminancia de intervalo de baja energía generados para cada píxel por el detector de baja energía 32 y adquirir de este modo una imagen de baja energía corregida y amplificada. La unidad de corrección de imagen de baja energía 34 tiene un amplificador 34a para amplificar los datos de luminancia de intervalo de baja energía, una unidad de conversión de A/D 34b para convertir de A/D los datos de luminancia de intervalo de baja energía amplificados por el amplificador 34a, un circuito de corrección 34c para realizar un proceso de corrección predeterminado para los datos de luminancia convertidos por la unidad de conversión de A/D 34b, y una interfaz de salida 34d para emitir los datos de luminancia corregidos por el circuito de corrección 34c hacia el exterior como datos de imagen de baja energía.

25 La unidad de adquisición de imágenes de alta energía 40 tiene un detector de alta energía 42 y una unidad de corrección de imagen de alta energía 44.

30 El detector de alta energía 42 está localizado corriente abajo del detector de baja energía 32 en la dirección de entrada de rayos X Z y detecta, en los rayos X emitidos desde el irradiador de rayos X 20, los de un intervalo de alta energía transmitido a través del intervalo divisional predeterminado del objeto S_n y el detector de baja energía 32, con el fin de generar datos de imagen de alta energía. El detector de alta energía 42 puede detectar, de manera similar, en los rayos X emitidos por el irradiador de rayos X 20, los del intervalo de alta energía transmitidos a través de la cinta transportadora 10 sin el objeto S. El intervalo de baja energía detectado por el detector de baja energía 32 y el intervalo de alta energía detectado por el detector de alta energía 42 no requieren ser claramente distinguibles entre sí, pero pueden superponerse entre sí en cierta medida.

35 El detector de alta energía 42 incluye una capa de centelleo de alta energía y un sensor de línea de alta energía. La capa de centelleo de alta energía se extiende a lo largo de la dirección de detección X y convierte una imagen de rayos X en el intervalo de alta energía en una imagen óptica. El sensor de línea de alta energía tiene una pluralidad de píxeles 42_n ($n = 1$ a N, donde N es un número entero) dispuestos a lo largo de la dirección de detección X (véase la figura 3 (b)) y adquiere una imagen de alta energía producida por la imagen óptica convertida por la capa de centelleo. La imagen de alta energía adquirida por el sensor de línea está constituida por un conjunto de datos de luminancia obtenidos para los píxeles individuales 42_n del sensor de línea. El detector de baja energía 32 y el detector de alta energía 42 pueden estar constituidos por sensores de línea idénticos con diferentes capas de centelleo.

40 La unidad de corrección de imagen de alta energía 44 se construye tal como para amplificar y corregir los datos de luminancia de intervalo de alta energía generados para cada píxel por el detector de alta energía 42 y adquirir de este modo la imagen de alta energía corregida y amplificada. La unidad de corrección de imagen de alta energía 44 tiene un amplificador 44a para amplificar los datos de luminancia de intervalo de alta energía, una unidad de conversión de A/D 44b para convertir de A/D los datos de luminancia de intervalo de alta energía amplificados por el amplificador 44a, un circuito de corrección 44c para realizar un proceso de corrección predeterminado para los datos de luminancia convertidos por la unidad de conversión de A/D 44b, y una interfaz de salida 44d para emitir los datos de luminancia corregidos por el circuito de corrección 44c hacia el exterior como datos de imagen de alta energía.

45 La unidad de control 50 controla la temporización de detección de los rayos X de transmisión en el detector de baja energía 32 y en el detector de alta energía 42 de tal manera que el mismo intervalo divisional S_n en la dirección de

transporte Y del objeto S se detecta por los detectores 32, 42. El control de temporización de detección por la unidad de control 50 puede reducir las desviaciones en las imágenes que se producen cuando los datos de imágenes de baja y alta energía están sujetos a un proceso de resta.

5 Ya que el irradiador de rayos X 20 es una fuente de luz puntual desde la que se extienden radialmente los rayos X, existen localizaciones donde los píxeles 32_n del detector de baja energía 32 y los píxeles 42_n del detector de alta energía 42 no se corresponden unos con otros completamente en los lados superior e inferior en la dirección Z. Es decir, la correspondencia entre los píxeles respectivos 32_n , 42_n de los detectores de baja y alta energía 32, 42 se desplaza en la dirección de detección X más hacia los extremos en la dirección de detección X. Por lo tanto, la
10 unidad de control 50 envía señales de control a los circuitos de corrección 34c, 44c y similares, de tal manera que los píxeles respectivos 32_n , 42_n de los detectores de baja y alta energía 32, 42 en la dirección de detección X del objeto S se correspondan unos con otros, regulando de este modo la correspondencia entre los datos de luminancia para cada píxel del detector de baja energía 32 y los datos de luminancia para cada píxel del detector de alta energía 42.

15 Específicamente, tal como se ilustra en la figura 3, por ejemplo, un miembro de calibración como el objeto S se transporta por la cinta transportadora 10 y se irradia con los rayos X desde el irradiador de rayos X 20. A continuación, tal como se ilustra en la figura 3 (b), la unidad de control 50 establece un píxel 32_{100} (el píxel número 100 desde el extremo izquierdo) del detector de baja energía 32 correspondiente a un extremo (extremo izquierdo representado) del objeto S como primer píxel de referencia, y un píxel 42_{98} (el píxel 98 desde el extremo más a la izquierda) del detector de alta energía 42 correspondiente al extremo del objeto S como un segundo píxel de referencia. Los píxeles de referencia primero y segundo son píxeles que se corresponden uno con otro y se desplazan entre sí en varios píxeles en la dirección de detección X.

25 La correspondencia entre los píxeles se desplaza de manera similar en el otro extremo (el lado derecho representado); por ejemplo, mientras que un píxel 32_{1100} (el 1100° píxel desde el extremo izquierdo) del detector de baja energía 32 se corresponde al otro extremo del objeto S, un píxel 42_{1003} (el 1003° píxel desde el extremo izquierdo) del detector de alta energía 42 se corresponde al mismo. Ya que los píxeles correspondientes se desplazan por lo tanto en la dirección de detección X, la región de píxeles correspondiente al objeto S cubre 1000
30 píxeles desde el píxel 32_{100} hasta el píxel 32_{1100} en el detector de baja energía 32, pero 1005 píxeles desde el píxel 42_{98} hasta el píxel 42_{1103} en el detector de alta energía 42. Por lo tanto, la unidad de control 50 establece la región de píxeles correspondiente del detector de baja energía 32 (1000 píxeles desde el píxel 32_{100} hasta el píxel 32_{1100}) y la región de píxeles correspondiente del detector de alta energía 42 (1005 píxeles desde el píxel 42_{98} hasta el píxel 42_{1103}), que difieren uno de otro.

35 Por lo tanto, la unidad de control 50 que tiene establecidas las regiones de píxeles correspondientes con los números de píxeles diferentes unos de otros, realiza un proceso de corrección para aumentar el número de artículos de datos de luminancia del detector de baja energía 32 al 100,5 % como se ilustra en la figura 4 (a), por ejemplo, con el fin de que los datos de luminancia respectivos de los detectores de baja y alta energía 32, 42 se correspondan
40 unos con otros. La unidad de control 50 también puede realizar un proceso de corrección para disminuir el número de artículos de datos de luminancia del detector de alta energía 42 al 99,5 %. Un ejemplo del proceso para corregir (aumentar o disminuir) el número de artículos de datos es una técnica conocida como interpolación lineal, que puede usarse para cambiar el número de artículos de datos. El ejemplo ilustrado en la figura 4 (b) conecta tres artículos de datos realmente medidos A con una línea virtual y divide igualmente la línea que conecta los artículos de datos realmente medidos con el fin de obtener el número de artículos de datos necesarios para la interpolación,
45 adquiriendo, por ejemplo, de este modo 4 artículos de datos corregidos V.

Al usar una técnica de este tipo, la unidad de control 50 corrige los 1000 artículos de datos de luminancia adquiridos desde el detector de baja energía 32, con el fin de obtener 1005 artículos de datos de luminancia. La unidad de control 50 puede realizar dicho control para hacer de este modo que los datos de luminancia respectivos corregidos del detector de baja energía 32 y los datos de luminancia respectivos de los detectores de alta energía 42 se correspondan unos con otros uno por uno. Tal proceso de corrección se denomina proceso de corrección de aumento; por ejemplo, someter de este modo los datos de luminancia procesados a un proceso aritmético predeterminado puede producir datos de luminancia correspondientes al objeto S, como se ilustra en la figura 5. Los
50 datos de luminancia en la figura 5 representan ambos extremos del objeto S como los bordes izquierdo L y derecho R, respectivamente.

El procesador de imagen 60 es un dispositivo que realiza el proceso aritmético (proceso de sustracción) para obtener datos de diferencia entre los datos de imagen de baja energía detectados y generados por la unidad de adquisición de imágenes de baja energía 30 y los datos de imagen de alta energía detectados y generados por la unidad de adquisición de imágenes de alta energía 40, con el fin de producir una imagen de resta que es una imagen sintética. Para los datos de imagen de energía introducidos en el procesador de imágenes 60, la unidad de control 50 controla la temporización de detección de tal manera que los datos de imagen se corresponden unos con otros en la dirección de transporte Y, y regula la correspondencia entre los píxeles.
60

65 El procesador de imagen 60 emite la imagen de sustracción producida por tal proceso aritmético a una pantalla o

similar con el fin de hacerlo en este último. La visualización de la salida hace que las materias extrañas y similares incluidas en el objeto S sean visibles sin destruir el objeto S. Los datos pueden emitirse solos sin mostrar la imagen de resta, con el fin de detectar materias extrañas y similares incluidas en el objeto S directamente a partir de los datos de imagen por el proceso de detección en el mismo.

5 El analizador 70 es un dispositivo para detectar un detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 de un patrón de transmitancia que es un conjunto de relaciones de transmitancias de rayos X de localizaciones correspondientes S_n en el objeto S detectado por los detectores de baja y alta energía 32, 42 y para realizar el proceso de corrección correspondiente a los detalles de desviación de posición detectados de este modo. Mientras que el dispositivo de inspección no destructiva 1 continúa inspeccionando materias extrañas y similares, la posición focal del irradiador de rayos X 20 puede cambiar debido a las expansiones térmicas y similares, de tal manera que puede perderse la correspondencia entre los píxeles 32_n , 42_n ajustada anteriormente por la unidad de control 50 (por ejemplo, la corrección de aumento mencionada anteriormente o similares), por lo que pueden aparecer pseudo-bordes en los bordes L, R (véase la figura 5), que son los datos de luminancia correspondientes a ambos extremos del objeto S.

En esta realización, el analizador 70 detecta el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 y realiza el proceso de corrección para los datos de luminancia, con el fin de inhibir los pseudo-bordes que se produzcan. Como se ilustra en la figura 2, el analizador 70 tiene una unidad de cálculo de transmitancia de baja energía 72, una unidad de cálculo de transmitancia de alta energía 74, una unidad de detección 76 y una unidad de corrección 78.

A partir de los datos de luminancia de rayos X detectados por el detector de baja energía 32, la unidad de cálculo de transmitancia de baja energía 72 calcula la transmitancia de rayos X del objeto S en el intervalo de baja energía para cada región correspondiente S_n . La unidad de cálculo de transmitancia de baja energía 72 incluye una unidad de cálculo de valor de corrección 72a, una unidad de almacenamiento 72b, una unidad de corrección de luminancia 72c y una unidad de cálculo de transmitancia 72d.

La unidad de cálculo de valor de corrección 72a adquiere, en primer lugar, los datos de luminancia de rayos X en el intervalo de baja energía en un estado sin el objeto S (por ejemplo, un estado donde solo está instalada la cinta de transporte 10) desde el detector de baja energía 32. Por lo tanto, los datos de luminancia sin procesar de rayos X RL_n ($n = 1$ a N , donde N es un número entero) en el intervalo de baja energía son los datos correspondientes a los píxeles individuales 32 dispuestos a lo largo de la dirección de detección X del detector de baja energía 32 y fluctúan, por ejemplo, como se ilustra en la figura 6 (a).

La figura 6 (a) ilustra un ejemplo en el que el detector de baja energía 32 se construye uniendo 10 sensores de línea que tienen cada uno 128 píxeles en la dirección X (es decir, 1280 píxeles). Dichas fluctuaciones se producen incluso en el estado sin el objeto S debido a que la intensidad fluctúa a lo largo de la dirección de detección X en los rayos X del irradiador de rayos X 20, la sensibilidad de detección fluctúa en el detector de baja energía 32, etc.

Por lo tanto, realizando la corrección de sombreado y similares, la unidad de cálculo de valor de corrección 72a corrige la fluctuación de luminancia para cada píxel 32_n , con el fin de normalizar todos los datos de luminancia sin procesar RL_n para un valor de luminancia de, por ejemplo, 3200. Dejando que DL sea por lo tanto el valor de luminancia normalizado y FL un coeficiente de corrección, su relación puede representarse por la siguiente expresión (1):

$$DL = FL \times RL_n \quad (1)$$

A continuación, a partir de la expresión anterior (1), la unidad de cálculo de valor de corrección 72a calcula la función de corrección FL usada en la corrección para la normalización del valor de luminancia DL. La función de corrección FL es una función correspondiente a los datos de luminancia sin procesar RL de todos los píxeles 32_n , y la unidad de cálculo de valor de corrección 72a emite la función de corrección calculada FL a la unidad de almacenamiento 72b. La unidad de cálculo de valor de corrección 72a también emite el valor de luminancia normalizado DL como datos de luminancia básicos a la unidad de almacenamiento 72b. El valor promedio, máximo o mínimo de los datos de luminancia sin procesar puede usarse para el valor de luminancia DL, o este último puede establecerse como sea apropiado. Como preproceso para adquirir los datos de luminancia sin procesar de rayos X RL_n , puede realizarse una corrección de corriente oscura tal como la ilustrada en la figura 7 con el fin de eliminar el ruido inicial (véase la figura 7 (b)), lo que hace posible realizar mediciones más precisas.

La unidad de almacenamiento 72b almacena la función de corrección FL y el valor de luminancia normalizado DL que se generan por la unidad de cálculo de valor de corrección 72a. La unidad de almacenamiento 72b envía la función de corrección FL o el valor de luminancia normalizado DL a la unidad de corrección de luminancia 72c y a la unidad de cálculo de transmitancia 72d, que se explicarán más adelante, en respuesta a las llamadas de la unidad de corrección de luminancia 72c y de la unidad de cálculo de transmitancia 72d.

La unidad de corrección de luminancia 72c adquiere la luminancia sin procesar de rayos X RL_n' ($n = 1$ a N , donde N es un número entero) en el intervalo de baja energía en el estado donde existe el objeto S para cada región correspondiente S_n del detector de baja energía 32. Los datos de luminancia sin procesar de rayos X RL_n' corresponden a los píxeles individuales 32_n del detector de baja energía 32 y se adquieren secuencialmente para las localizaciones correspondientes respectivas S_n del objeto S .

Tras la adquisición de los datos de luminancia sin procesar de rayos X RL_n' en el intervalo de baja energía para cada región correspondiente S_n , la unidad de corrección de luminancia 72c llama a la función de corrección FL desde la unidad de almacenamiento 72b con el fin de realizar una corrección similar a la corrección de sombreado mencionada anteriormente y multiplica cada artículo de datos sin procesar por la función de corrección FL representada por la siguiente expresión (2), con el fin de obtener los datos de luminancia individuales corregidos DL_n' ($n = 1$ a N , donde N es un número entero):

$$DL_n' = FL \times RL_n' \quad (2)$$

tras la adquisición de los datos de luminancia individuales corregidos DL_n' , la unidad de corrección de luminancia 72c emite los datos de luminancia adquiridos DL_n' a la unidad de cálculo de transmitancia 72d.

Tras la adquisición de los datos de luminancia adquiridos DL_n' , la unidad de cálculo de transmitancia 72d obtiene el valor de luminancia normalizado DL de la unidad de almacenamiento 72b y calcula una transmitancia $PL = DL_n' / DL$ en el intervalo de baja energía. La unidad de cálculo de transmitancia 72d emite la transmitancia calculada PL a la unidad de detección 76.

A partir de los datos de luminancia de rayos X detectados por el detector de alta energía 42, la unidad de cálculo de transmitancia de alta energía 74 calcula la transmitancia de rayos X en el intervalo de alta energía del objeto S para cada región correspondiente S_n . Cada artículo de datos de luminancia calculados por la unidad de cálculo de transmitancia de alta energía 74 se ajusta a los datos de tal manera que tengan la misma región correspondiente S_n en el objeto S que con sus datos de luminancia correspondientes calculados por la unidad de cálculo de transmitancia de baja energía 72. La unidad de cálculo de transmitancia de alta energía 74 incluye una unidad de cálculo de valor de corrección 74a, una unidad de almacenamiento 74b, una unidad de corrección de luminancia 74c y una unidad de cálculo de transmitancia 74d.

La unidad de cálculo de valor de corrección 74a adquiere, en primer lugar, los datos de luminancia de rayos X en el intervalo de alta energía en un estado sin el objeto S (por ejemplo, un estado donde solo se instala la cinta de transporte 10) desde el detector de alta energía 42. Por lo tanto, los datos de luminancia sin procesar de rayos X RH_n ($n = 1$ a N , donde N es un número entero) en el intervalo de alta energía son los datos correspondientes a los píxeles individuales 42 dispuestos a lo largo de la dirección de detección X del detector de alta energía 42 y fluctúan como con los datos del detector de baja energía 32.

Por lo tanto, realizando la corrección de sombreado y similares, la unidad de cálculo de valor de corrección 74a corrige la fluctuación de luminancia para cada píxel 42_n , con el fin de normalizar todos los datos de luminancia sin procesar RH_n para un valor de luminancia de 3200, por ejemplo, tal como con la unidad de cálculo de valor de corrección 72a. Dejando que DH sea el valor de luminancia normalizado y FH un coeficiente de corrección, su relación puede representarse por la siguiente expresión (3):

$$DH = FH \times RH_n \quad (3)$$

A continuación, a partir de la expresión anterior (3), la unidad de cálculo de valor de corrección 74a calcula la función de corrección FH usada en la corrección para la normalización del valor de luminancia DH . La función de corrección FH es una función correspondiente a los datos de luminancia sin procesar RH_n de todos los píxeles 42_n , y la unidad de cálculo de valor de corrección 74a emite la función de corrección calculada FH a la unidad de almacenamiento 74b. La unidad de cálculo de valor de corrección 74a también emite el valor de luminancia normalizado DH como datos de luminancia básicos a la unidad de almacenamiento 74b.

La unidad de almacenamiento 74b almacena la función de corrección FH y el valor de luminancia normalizado DH que se emiten por la unidad de cálculo de valor de corrección 74a. La unidad de almacenamiento 74b emite la función de corrección FH o el valor de luminancia normalizado DH a la unidad de corrección de luminancia 74c y a la unidad de cálculo de transmitancia 74d, que se explicarán más adelante, en respuesta a las llamadas de la unidad de corrección de luminancia 74c y de la unidad de cálculo de transmitancia 74d.

La unidad de corrección de luminancia 74c adquiere de manera continua la luminancia sin procesar de rayos X RH_n' ($n = 1$ a N , donde N es un número entero) en el intervalo de alta energía en el estado donde existe el objeto S para cada región correspondiente S_n del detector de alta energía 42. Los datos de luminancia sin procesar de rayos X RH_n' corresponden a los píxeles individuales 42_n del detector de alta energía 42 y se adquieren secuencialmente para las localizaciones correspondientes respectivas S_n del objeto S .

Tras la adquisición de los datos de luminancia sin procesar de rayos X RH_n' en el intervalo de alta energía para cada región correspondiente S_n , la unidad de corrección de luminancia 74c llama a la función de corrección FH desde la unidad de almacenamiento 74b con el fin de realizar una corrección similar a la corrección de sombreado mencionada anteriormente y multiplica cada artículo de datos sin procesar por la función de corrección FH, representada por la siguiente expresión (4), con el fin de adquirir los datos de luminancia individuales corregidos DH_n' ($n = 1$ a N , donde N es un número entero):

$$DH_n' = FH \times RH_n' \quad (4)$$

tras la adquisición de los datos de luminancia individuales corregidos DH_n' , la unidad de corrección de luminancia 74c emite los datos de luminancia adquiridos DH_n' a la unidad de cálculo de transmitancia 74d.

Tras la adquisición de los datos de luminancia corregidos DH_n' , la unidad de cálculo de transmitancia 74d obtiene el valor de luminancia normalizado DH de la unidad de almacenamiento 74b y calcula la transmitancia $PH = DH_n' / DH$ en el intervalo de alta energía. La unidad de cálculo de transmitancia 74d emite la transmitancia calculada PH a la unidad de detección 76.

Al calcular una relación entre la transmitancia PL ($= DL_n' / DL$) calculada por la unidad de cálculo de transmitancia de baja energía 72 y la transmitancia PH ($= DH_n' / DH$) calculada por la unidad de cálculo de transmitancia de alta energía 74, la unidad de detección 76 detecta el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20. Esta relación se representa mediante la siguiente expresión (5):

$$\text{Relación de transmitancia} = PH / PL \quad (5)$$

La unidad de detección 76 determina si un patrón de transmitancia como una serie de datos para cada región S_N de la relación de transmitancia PH/PL basada en la expresión mencionada anteriormente (5) coincide o no con cualquiera de los patrones ilustrados en las figuras 8 (a) a 8 (d). Es decir, la unidad de detección 76 determina si hay un lugar donde la relación de transmitancia PH/PL es más pequeña que un umbral A (umbral inferior) o mayor que un umbral B (umbral superior).

Sin embargo las relaciones específicas entre los patrones individuales representados en la figura 8 y el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 se explicarán más adelante. El patrón representado en la figura 8 (a) ilustra un caso en el que el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia un lado (lado izquierdo) de la dirección de detección X. El patrón representado en la figura 8 (b) ilustra un caso en el que el irradiador de rayos X 20 se desplaza al otro lado (lado derecho) de la dirección de detección X. El patrón representado en la figura 8 (c) ilustra un caso en el que el irradiador de rayos X 20 se desplaza al lado inferior de la dirección de irradiación Z. El patrón representado en la figura 8 (d) ilustra un caso en el que el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado superior de la dirección de irradiación Z.

Esta realización establece el umbral de A en 1, para lo cual se explicará una razón en breve. Ya que los rayos X que tienen mayor energía es más fácil que pasen a través de los objetos, si los rayos X que han recorrido la misma ruta (es decir, la misma parte de material) en el objeto S se detectan en intervalos de baja y alta energía, la transmitancia en el intervalo de alta energía siempre será mayor. Por ejemplo, cuando los rayos X transmitidos a través de un cable se detectan en intervalos de baja y alta energía, la transmitancia en el intervalo de baja energía es 0,181, mientras que la transmitancia en el intervalo de alta energía es 0,327, por lo que la relación de transmitancia PH/PL = 1,807, que es mayor que 1.

Es decir, cuando la relación de transmitancia PH/PL es mayor que 1, es muy probable que los rayos X que han recorrido la misma ruta (es decir, la misma parte de material) en el objeto S se detecten en los intervalos de alta y baja energía, por lo que puede determinarse que la correspondencia se ajusta anteriormente de tal manera que los píxeles 32_n del detector de baja energía 32 y los píxeles 42_n del detector de alta energía 42 que se corresponden unos con otros se mantienen. Por otro lado, cuando la transmitancia en el intervalo de alta energía es más baja que la transmitancia en el intervalo de baja energía, es muy probable que los rayos X no viajen por la misma ruta (después de haber pasado diferentes partes de material) en el objeto S para compararse entre sí, por lo que puede determinarse que la correspondencia se ajusta anteriormente de tal manera que los píxeles 32_n del detector 32 de baja energía y los píxeles 42_n del detector de alta energía 42 que se corresponden unos con otros no se mantienen.

Esta realización usa una pieza de ensayo fabricada de aluminio como un miembro de calibración. De acuerdo con la transmitancia de los rayos X a través del aluminio, la relación de transmitancia PH/PL en el momento en que la pieza de prueba de aluminio se irradia con los rayos X cae, por ejemplo, dentro del intervalo de 1,1 a 2. Por lo tanto, además del umbral inferior A, esta realización establece el umbral superior B en 2. El umbral superior B se cambia para que cada miembro a irradiar con los rayos X con el fin de que se ajuste en un intervalo adecuado para el miembro. El umbral superior B varía preferentemente su valor en función de la transmitancia de rayos X en el material del objeto S a irradiar con los rayos X y se establece de manera apropiada de acuerdo con la transmitancia

de rayos X del objeto S.

La relación entre los patrones individuales representados en las figuras 8 (a) a 8 (d) y el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 se explicará ahora más específicamente haciendo referencia a las figuras 9 a 14.

En primer lugar, se explicará el caso donde el irradiador de rayos X 20 se desplaza a un lado (lado izquierdo representado) de la dirección de detección X haciendo referencia a las figuras 9 y 10. Cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza de la posición ilustrada en la figura 9 (a) a la ilustrada en la figura 9 (b), los píxeles de los detectores 32, 42 detectan ambos extremos del objeto S y, por lo tanto, también se desplazan individualmente. Específicamente, antes de que el irradiador de rayos X 20 se desplace, un píxel 32a del detector 32 y un píxel 42a del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S, mientras que un píxel 32s del detector 32 y un píxel 42s del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo derecho del objeto S.

Cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia la parte izquierda de la dirección de detección X, sin embargo, un píxel 32b del detector 32 y una 42c píxel del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S, mientras que un píxel 32t del detector 32 y un píxel 42u del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo derecho del objeto S. Mientras tanto, en los detectores 32, 42, la corrección de aumento y similares se realizan mediante la unidad de control 50 como se ha mencionado anteriormente, de tal manera que los píxeles se corresponden uno con otro, por lo que un píxel 42b se asigna como el píxel del detector 42 correspondiente al píxel 32b del detector 32, mientras que un píxel 42t se asigna como el píxel del detector 42 correspondiente al píxel 32t del detector 32.

El píxel 32b del detector 32 detecta el objeto S, mientras que el píxel 42b del detector 42 correspondiente al píxel 32b detecta un estado donde el objeto S no existe (aire). Como resultado, por ejemplo, la transmitancia PL del píxel 32b que detecta el objeto S es del 33 %, mientras que la transmitancia PH del píxel 42b que no detecta el objeto S es sustancialmente del 100 %, por lo que su relación de transmitancia PH/PL es 3,03. Es decir, la localización correspondiente a un extremo del objeto S produce un valor mayor que el umbral superior B.

El píxel 32t del detector 32 detecta el estado donde el objeto S no existe (aire), mientras que el píxel 42t del detector 42 correspondiente al píxel 32t detecta el objeto S. Como resultado, por ejemplo, la transmitancia PL del píxel 32t que no detecta el objeto S es sustancialmente del 100 %, mientras que la transmitancia PH del píxel 42t que detecta el objeto S es del 33 %, por lo que su relación de transmitancia PH/PL es 0,33. Es decir, la localización correspondiente al otro extremo del objeto S produce un valor más pequeño que el umbral inferior A.

Por lo tanto, cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado izquierdo de la dirección de detección X, tal patrón de transmitancia como el ilustrado en la figura 8 (a) aparece con el fin de que se vuelva más alto que el umbral B superior en la localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S y más bajo que el umbral inferior A en la localización correspondiente al extremo derecho del objeto S. Cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado derecho de la dirección de detección X, por el contrario, tal patrón de transmitancia como el ilustrado en la figura 8 (b), que es simétrico al de la figura 8 (a) alrededor de una línea, aparece con el fin de que se vuelva más alto que el umbral superior B en la localización correspondiente al extremo derecho del objeto S y más bajo que el umbral inferior A en la localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S.

El caso donde el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado inferior de la dirección de irradiación Z se explicará ahora haciendo referencia a las figuras 11 y 12. Cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza de la posición ilustrada en la figura 11 (a) a la posición ilustrada en la figura 11 (b), los píxeles de los detectores 32, 42 detectan ambos extremos del objeto S y alrededor de los mismos cuando se irradian por el irradiador de rayos X 20 también se desplazan individualmente. Específicamente, antes de que el irradiador de rayos X 20 se desplace, el píxel 32a del detector 32 y el píxel 42a del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S, mientras que el píxel 32s del detector 32 y el píxel 42s del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo derecho del objeto S.

Sin embargo, cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado inferior de la dirección de irradiación Z, el píxel 32b del detector 32 y el píxel 42c del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S, mientras que el píxel 32t del detector 32 y el píxel 42u del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo derecho del objeto S. Mientras tanto, en los detectores 32, 42, la corrección de aumento y similares se realizan mediante la unidad de control 50 como se ha mencionado anteriormente, de tal manera que los píxeles se corresponden uno con otro, por lo que el píxel 42b se asigna como el píxel del detector 42 correspondiente al píxel 32b del detector 32, mientras que el píxel 42t se asigna como el píxel del detector 42 correspondiente al píxel 32t del detector 32.

El píxel 32b del detector 32 detecta el estado donde el objeto S no existe (aire), mientras que el píxel 42b del detector 42 correspondiente al píxel 32b detecta el objeto S. Como resultado, por ejemplo, la transmitancia PL del píxel 32b que no detecta el objeto S es sustancialmente del 100 %, mientras que la transmitancia PH del píxel 42b

que detecta el objeto S es del 33 %, por lo que su relación de transmitancia PH/PL es 0,33. Es decir, la localización correspondiente a un extremo del objeto S produce un valor más pequeño que el umbral inferior A.

El píxel 32t del detector 32 detecta el estado donde el objeto S no existe (aire), mientras que el píxel 42t del detector 42 correspondiente al píxel 32t detecta el objeto S. Como resultado, por ejemplo, la transmitancia PL del píxel 32t que no detecta el objeto S es sustancialmente del 100 %, mientras que la transmitancia PH del píxel 42t que detecta el objeto S es del 33 %, por lo que su relación de transmitancia PH/PL es 0,33. Es decir, la localización correspondiente al otro extremo del objeto S también produce un valor más pequeño que el umbral inferior A. Por lo tanto, cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza al lado inferior de la dirección de irradiación Z, un patrón de transmitancia como el ilustrado en la figura 8 (c) aparece con el fin de que se vuelva más pequeño que el umbral inferior A en las localizaciones correspondientes a los extremos izquierdo y derecho del objeto S.

El caso donde el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado superior de la dirección de irradiación Z se explicará ahora haciendo referencia a las figuras 13 y 14. Cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza desde la posición ilustrada en la figura 13 (a) a la posición ilustrada en la figura 13 (b), los píxeles de los detectores 32, 42 que detectan ambos extremos del objeto S y alrededor de los mismos cuando se irradian por el irradiador de rayos X 20 también se desplazan individualmente. Específicamente, antes de que el irradiador de rayos X 20 se desplace, el píxel 32a del detector 32 y el píxel 42a del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S, mientras que el píxel 32s del detector 32 y el píxel 42s del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo derecho del objeto S.

Sin embargo, cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado superior de la dirección de irradiación Z, el píxel 32b del detector 32 y la 42c píxel del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo izquierdo del objeto S, mientras que el píxel 32t del detector 32 y el píxel 42u del detector 42 se corresponden uno con otro en una localización correspondiente al extremo derecho del objeto S. Mientras tanto, en los detectores 32, 42, la corrección de aumento y similares se realizan mediante la unidad de control 50 como se ha mencionado anteriormente, de tal manera que los píxeles se corresponden uno con otro, por lo que el píxel 42b se asigna como el píxel del detector 42 correspondiente al píxel 32b del detector 32, mientras que el píxel 42t se asigna como el píxel del detector 42 correspondiente al píxel 32t del detector 32.

El píxel 32b del detector 32 detecta el objeto S, mientras que el píxel 42b del detector 42 correspondiente al píxel 32b detecta el estado donde el objeto S no existe (aire). Como resultado, por ejemplo, la transmitancia PL del píxel 32b que detecta el objeto S es del 33 %, mientras que la transmitancia PH del píxel 42b que no detecta el objeto S es sustancialmente del 100 %, por lo que su relación de transmitancia PH/PL es 3,03. Es decir, la localización correspondiente a un extremo del objeto S produce un valor mayor que el umbral superior B.

El píxel 32t del detector 32 detecta el objeto S, mientras que el píxel 42t del detector 42 correspondiente al píxel 32t detecta el estado donde el objeto S no existe (aire). Como resultado, por ejemplo, la transmitancia PL del píxel 32t que detecta el objeto S es del 33 %, mientras que la transmitancia PH del píxel 42t que no detecta el objeto S es sustancialmente del 100 %, por lo que su relación de transmitancia PH/PL es 3,03. Es decir, la localización correspondiente al otro extremo del objeto S también produce un valor mayor que el umbral superior B. Por lo tanto, cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza al lado superior de la dirección de irradiación Z, un patrón de transmitancia como el que se ilustra en la figura 8 (d) aparece con el fin de que se vuelva más alto que el umbral superior B en las localizaciones correspondientes a los extremos izquierdo y derecho del objeto S.

La unidad de detección 76 produce un resultado de detección que indica si el patrón de transmitancia constituido por un conjunto de la relación de transmitancia adquirida PH/PL corresponde a cualquiera de los patrones de la figura 8 o cae entre los umbrales A, B sin que coincida con cualquier de los patrones y emite el resultado a la unidad de corrección 78.

Tras recibir el resultado de la detección en relación con el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 de la unidad de detección 76, la unidad de corrección 78 genera, de acuerdo con el detalle de desviación de posición, una señal de instrucción de corrección para corregir al menos uno de los datos de luminancia de rayos X detectados por los detectores de baja y alta energía 32, 42.

Un ejemplo de señales generadas por la unidad de corrección 78 es una señal de instrucción que, cuando se determina por la unidad de detección 76 que el irradiador de rayos X 20 se desplaza en la dirección de detección X, un píxel de referencia 42a en el los píxeles de referencia 32a, 42a hacen que los datos de luminancia de los detectores 32, 42 se correspondan unos con otros, se mueve en incrementos de un píxel hacia el lado opuesto del lado de la dirección de detección X al que se desplaza el irradiador de rayos X 20. La señal de corrección también puede ser una en la que el otro píxel de referencia 32a se mueva hacia el mismo lado de la dirección de detección X que con el irradiador de rayos X 20 en incrementos de un píxel o por una unidad de subpíxel tal como 0,1 píxel.

La señal de corrección puede incluir una instrucción de corrección para realizar el proceso de reajuste para reajustar el aumento de cada uno de los píxeles que constituyen ambos detectores 32, 42 junto con restablecer de este modo el píxel de referencia.

Otro ejemplo de señales de indicación de corrección generadas por la unidad de corrección 78 es una señal que, cuando se determina por la unidad de detección 76 que el irradiador de rayos X 20 se desplaza en la dirección de irradiación Z, se realiza el proceso de reajuste para reajustar el aumento de cada uno de los píxeles que constituyen los detectores 32, 42. Esta señal puede aumentar y reducir el aumento de los píxeles del detector de baja energía 32 cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza a los lados inferior y superior de la dirección de irradiación Z, respectivamente.

Cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado inferior de la dirección de irradiación Z antes de reajustar de este modo el aumento, la señal de corrección puede ser de tal manera que un píxel de referencia 42a en los píxeles de referencia 32a, 42a hace que los datos de luminancia de los detectores 32, 42 se correspondan unos con otros, se mueve hacia fuera en incrementos de un píxel o de tal manera que el otro píxel de referencia 32a se mueve hacia dentro en incrementos de un píxel. Por otro lado, cuando el irradiador de rayos X 20 se desplaza hacia el lado superior de la dirección de irradiación Z, la señal de corrección puede ser de tal manera que un píxel de referencia 42a en los píxeles de referencia 32a, 42a hace que los datos de luminancia de los detectores 32, 42 se correspondan unos con otros, se mueve hacia dentro en incrementos de un píxel o de tal manera que el otro píxel de referencia 32a se mueve hacia fuera en incrementos de un píxel.

La unidad de corrección 78 emite una señal de corrección a la unidad de control 50 y hace que la unidad de control 50 y los circuitos de corrección 34c, 44c y similares se controlen por la unidad de control 50 para ejecutar el proceso, tal como la reconfiguración de los píxeles de referencia o el reajuste del aumento, corrigiendo de este modo los datos de luminancia de los detectores 32, 42.

Mientras tanto, la realización mencionada anteriormente realiza el proceso de corrección de tal manera que el valor de luminancia DL usado en la unidad de cálculo de transmitancia de baja energía 72 y el valor de luminancia DH usado en la unidad de cálculo de transmitancia de alta energía 74 se conviertan en el mismo valor. En este caso, las transmitancias calculadas tienen el mismo denominador, lo que hace innecesario calcular las transmitancias directamente, por lo que las unidades de cálculo de transmitancia 72, 74 pueden construirse sin las unidades de cálculo de transmitancia 72d, 74d. En esta estructura, la unidad de corrección de luminancia 72c emite los datos de luminancia DL_n' tal como están a la unidad de detección 76, mientras que la unidad de corrección de luminancia 74c emite los datos de luminancia DH_n' tal como están a la unidad de detección 76. En este caso, los datos de luminancia corregidos DL_n' funcionan como uno de los valores que indican la transmitancia en el intervalo de baja energía, mientras que los datos de luminancia corregidos DH_n' funcionan como uno de los valores que indican la transmitancia en el intervalo de alta energía.

En el caso mencionado anteriormente, tras adquirir los datos de luminancia corregidos DL_n' y DH_n' de las unidades de corrección de luminancia 72c y 74c, respectivamente, el detector 76 calcula la relación de transmitancia = PH/PL a partir de estos datos de luminancia. Ya que los valores de luminancia DL y DH son iguales, la relación de transmitancia PH/PL se representa mediante la siguiente expresión (7):

$$\text{Relación de transmitancia} = PH / PL = DH_n' / DL_n' \quad (7)$$

a continuación, la unidad de detección 76 realiza un proceso de detección similar al proceso mencionado anteriormente, con el fin de detectar el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20.

A continuación, se explicará un método de corrección para detectar el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 y para corregir los datos de luminancia en el dispositivo de inspección no destructiva 1 haciendo referencia a la figura 15. En la siguiente explicación, los datos de luminancia corregidos DL_n' y DH_n' se usan como que son las transmitancias PL y PH, respectivamente.

En primer lugar, desde el detector de baja energía 32, la unidad de cálculo de valor de corrección 72a adquiere los datos de luminancia de rayos X RL_n en el intervalo de baja energía en el estado sin el objeto S. Después de esto, la unidad de cálculo de valor de corrección 72a somete los datos de luminancia de rayos X RL_n a la corrección de sombreado y similares, con el fin de corregir las fluctuaciones de la luminancia entre los píxeles 32_n , normalizando de este modo todos los datos de luminancia sin procesar RL_n a un valor de luminancia de, por ejemplo, 3200. A continuación, a partir de la expresión (1) mencionada anteriormente, la unidad de cálculo de valor de corrección 72a calcula la función de corrección FL usada en la corrección para la normalización del valor de luminancia DL (etapa S1).

Posteriormente, desde el detector de baja energía 32, la unidad de corrección de luminancia 72c adquiere los datos de luminancia sin procesar de rayos X RL_n' en el intervalo de baja energía en el estado donde existe el objeto S. Tras adquirir los datos de luminancia sin procesar de rayos X RL_n' en el intervalo de baja energía, la unidad de corrección de luminancia 72c llama a la función de corrección FL desde la unidad de almacenamiento 72b y multiplica cada artículo de datos sin procesar por la función de corrección FL como se representa por la expresión (2) mencionada anteriormente, con el fin de obtener los datos de luminancia individuales corregidos DL_n' (etapa S2). Los datos de luminancia individuales corregidos DL_n' obtenidos de este modo se emiten a la unidad de detección 76.

Desde el detector de alta energía 42, la unidad de cálculo de valor de corrección 74a adquiere los datos de luminancia de rayos X RH_n en el intervalo de alta energía en el estado sin el objeto S. Después de esto, la unidad de cálculo de valor de corrección 74a somete los datos de luminancia de rayos X RH_n a una corrección de sombreado y similares, con el fin de corregir fluctuaciones en la luminancia entre los píxeles 42_n , normalizando de este modo todos los datos de luminancia sin procesar RH_n a un valor de luminancia de, por ejemplo, 3200. A continuación, a partir de la expresión (3) mencionada anteriormente, la unidad de cálculo de valor de corrección 74a calcula la función de corrección FH usada en la corrección para la normalización del valor de luminancia DH (etapa S3).

Posteriormente, desde el detector de alta energía 42, la unidad de corrección de luminancia 74c adquiere los datos de luminancia sin procesar de rayos X RH_n' en el intervalo de alta energía en el estado donde existe el objeto S. Tras adquirir los datos de luminancia sin procesar de rayos X RH_n' en el intervalo de alta energía, la unidad de corrección de luminancia 74c llama a la función de corrección FH desde la unidad de almacenamiento 74b y multiplica cada artículo de datos sin procesar por la función de corrección FH, representada por la expresión (4) mencionada anteriormente, con el fin de obtener los datos de luminancia individuales corregidos DH_n' (etapa S4). Los datos de luminancia individuales corregidos DH_n' obtenidos de este modo se emiten a la unidad de detección 76.

A continuación, a partir de la transmitancia PL (= DL_n') calculada por la unidad de cálculo de transmitancia de baja energía 72 y de la transmitancia PH (= DH_n') calculada por la unidad de cálculo de transmitancia de alta energía 74, la unidad de detección 76 calcula un patrón de transmitancia como una serie de datos para cada región S_n de la relación de transmitancia PH/PL (etapa S5). A continuación, la unidad de detección 76 determina si el patrón de transmitancia calculado coincide con alguno de los patrones ilustrados en las figuras 8 (a) a 8 (d) o, no coincide con ninguno de los patrones ilustrados en las figuras 8 (a) a 8 (d).

Cuando el patrón de transmitancia coincide con alguno de los patrones de las figuras 8 (a) a 8 (d) de acuerdo con la determinación de la etapa S6, el método pasa a la etapa S7, donde los datos de luminancia se corrigen de conformidad con el patrón de coincidencia como se ha mencionado anteriormente. Un ejemplo de corrección de datos de luminancia es de tal manera que, cuando la unidad de detección 76 determina que el irradiador de rayos X 20 se desplaza en la dirección de detección X, un píxel de referencia 42a en los píxeles de referencia 32a, 42a hace que los datos de luminancia de los detectores 32, 42 se correspondan uno con otro, se mueve en incrementos de un píxel al lado opuesto del lado de la dirección de detección X a la que se desplaza el irradiador de rayos X 20. Junto con reconfigurar de este modo el píxel de referencia, puede realizarse un proceso de reajuste para reajustar el aumento de cada uno de los píxeles que constituyen ambos detectores 32, 42.

Cuando el patrón de transmitancia no coincide con ninguno de los patrones de las figuras 8 (a) a 8 (d) de acuerdo con la determinación de la etapa S6, por el contrario, el método vuelve a las etapas S1, S3, con el fin de repetir un proceso similar.

En el dispositivo de inspección no destructiva 1, lo anterior puede detectarse temprano si los píxeles de los detectores 32, 42 apilados en dos etapas no se corresponden unos con otros y pueden corregirse los datos de luminancia de tal manera que los píxeles 32_n , 42_n se correspondan de nuevo unos con otros.

Por lo tanto, el dispositivo de inspección no destructiva 1 de esta realización calcula los valores que indican las transmitancias respectivas en ambos intervalos de energía de los rayos X transmitidos a través del objeto S a partir de los datos de luminancia y detecta el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 de acuerdo con la relación entre los valores que indican las transmitancias. Mientras que las radiaciones, tal como los rayos X, tienen una propiedad tal que es más fácil pasar a través de un objeto a medida que su energía es mayor, refiriéndose a la relación de los valores que indican las transmitancias del objeto en ambos detectores ajustados de tal manera que sus píxeles y similares que se corresponden unos con otros pueden detectar si y cómo los píxeles de los detectores 32, 42 no se corresponden unos con otros, por lo que puede verse el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20. Como resultado, el dispositivo de inspección no destructiva 1 puede detectar de manera temprana si los píxeles de los detectores 32, 42 apilados en dos etapas no se corresponden unos con otros y puede corregir los datos de luminancia de los detectores 32, 42 de tal manera que los píxeles pueden corresponderse de nuevo unos con otros.

Además, el dispositivo de inspección no destructiva 1 calcula los valores que indican las transmitancias en ambos intervalos de energía de los rayos X usando los datos de luminancia. Esto facilita determinar las transmitancias sin necesidad de proporcionar nuevos detectores por separado.

En el dispositivo de inspección no destructiva 1 y en el método de corrección, la unidad de detección 76 almacena en la misma dos umbrales A, B de los límites superior e inferior establecidos por la transmitancia de rayos X del objeto S y detecta el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 comparando la relación entre los valores que indican ambas transmitancias con los umbrales A, B. En este caso, para detectar el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X, los umbrales se establecen de acuerdo con una transmitancia de radiación distinta para cada objeto S a inspeccionar, por lo que el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20 puede verse con mayor seguridad.

En el dispositivo de inspección no destructiva 1 y en el método de corrección, cada uno de los detectores 32, 42 tiene una región de detección que se extiende en una dirección de detección que se interseca con las direcciones de transporte y de irradiación, mientras que la unidad de detección 76 detecta el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación comparando con los umbrales superior e inferior A, B, un patrón de transmitancia constituido por un conjunto de relaciones entre los valores que indican ambas transmitancias mientras que se corresponden con la región de detección. Por lo tanto, el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación puede detectarse comparando el patrón de transmitancia con los umbrales, por lo que el proceso de detección puede realizarse de manera más simple.

Aunque las realizaciones preferidas de la presente invención se explican con detalle en lo que antecede, la presente invención no se limita a las mismas, sino que puede modificarse de varias maneras. Por ejemplo, mientras la unidad de análisis 70 determina la desviación de posición del irradiador de rayos X 20 comparando la relación de transmitancia PH/PL con los umbrales A, B en las realizaciones mencionadas anteriormente, puede compararse una diferencia entre la transmitancia PL en el intervalo de baja energía y la transmitancia PH en el intervalo de alta energía con los umbrales A, B como se representa mediante la siguiente expresión (8), con el fin de detectar el detalle de desviación de posición del irradiador de rayos X 20.

$$\text{Umbral B} > \text{PH} - \text{PL} > \text{Umbral A} \quad (8)$$

En este caso, por ejemplo, se detecta una localización donde el patrón de transmitancia constituido por el conjunto de PH - PL es menor que 0, que es el umbral A y una localización en la que PH - PL es mayor que el umbral B, y de acuerdo con lo mismo, la unidad de corrección 78 realiza un proceso de corrección predeterminado. El umbral B en este caso también puede establecerse como sea apropiado de acuerdo con la transmitancia de rayos X del objeto S. Lo mismo se mantiene cuando se emplea una relación de transmitancia PL/PH que es la inversa de la relación de transmitancia PH/PL como una referencia en su lugar.

Las funciones de corrección FL, FH, que se establecen de tal manera que los datos de luminancia básicos DL y DH son idénticos unos con otros en las realizaciones mencionadas anteriormente, pueden establecerse de tal manera que los datos de luminancia básicos DL y DH no se conviertan en el mismo valor en función de los datos de luminancia adquiridos. En este caso, sin embargo, las transmitancias no pueden omitir sus denominadores y, por lo tanto, deben compararse entre sí. La detección por comparación es similar a la de las realizaciones mencionadas anteriormente.

Mientras que las realizaciones mencionadas anteriormente emplean los datos de luminancia de rayos X en los intervalos en el estado sin el objeto S (por ejemplo, un estado donde solo se instala la cinta de transporte 10) como los datos de luminancia básicos para calcular las transmitancias PH, PL, al inspeccionar el objeto S contenido en una bandeja montada en la cinta de transporte 10 separado de la misma, los datos de luminancia de rayos X pueden determinarse en un estado que incluye la bandeja además de la cinta de transporte 10, es decir, en una parte no incluida en el objeto S, como los datos básicos de luminancia para calcular las transmitancias PH, PL, y las transmitancias pueden calcularse usándolas.

La correspondencia entre los detectores 32, 42, que se compara para cada uno de los píxeles 32_n , 42_n en las realizaciones mencionadas anteriormente, puede compararse para cada región predeterminada, y los píxeles de referencia, el aumento, y similares, pueden establecerse haciendo referencia a la misma. Esto puede evitar que se detecten los errores provocados por el ruido y similares. Mientras que las realizaciones mencionadas anteriormente establecen los píxeles de referencia 32_{100} y 42_{98} haciendo referencia a los bordes izquierdos correspondientes a los extremos izquierdos de los detectores 32, 42, los bordes de referencia pueden establecerse haciendo referencia a los bordes derechos correspondientes a los extremos derechos de los detectores 32, 42 o un punto central por rutina.

Aunque las realizaciones mencionadas anteriormente se explican mediante un caso en el que las unidades de corrección de imagen 34, 44 y las unidades de cálculo de transmitancia 72, 74 se proporcionan por separado, las transmitancias pueden calcularse en las unidades de cálculo de transmitancia 72, 74 usando los datos emitidos desde las interfaces de salida de las unidades de corrección de imagen 34, 44. Es decir, las funciones de las unidades de cálculo de transmitancia 72, 74 pueden estar parcial o totalmente en común con las unidades de corrección de imagen 34, 44.

Lista de signos de referencia

1... Dispositivo de inspección no destructiva; 10... Cinta transportadora; 20... Irradiador de rayos X; 32... Detector de baja energía; 42... Detector de alta energía; 50... Unidad de control; 70... Analizador; 72... Unidad de cálculo de transmitancia de baja energía; 74... Unidad de cálculo de transmitancia de alta energía; 76... Unidad de detección; 78... Unidad de corrección.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de inspección no destructiva (1) que comprende:

- 5 una unidad de transporte (10) que transporta un objeto (S) a inspeccionar en una dirección predeterminada; una fuente de radiación (20) que irradia la unidad de transporte (10) con una radiación dirigida con el fin de intersecarse con una dirección de transporte (Y) provocada por la unidad de transporte; un primer detector de radiación (30) que detecta la radiación emitida desde la fuente de radiación (20) en un primer intervalo de energía;
- 10 un segundo detector de radiación (40) que detecta la radiación emitida desde la fuente de radiación en un segundo intervalo de energía más alto que el primer intervalo de energía; una primera unidad de cálculo (72d) que calcula a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el primer detector de radiación (30) un valor que indica una primera transmitancia en el primer intervalo de energía de la radiación transmita desde la fuente de radiación (20) a través del objeto (S);
- 15 una segunda unidad de cálculo (74d) que calcula a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el segundo detector de radiación (40) un valor que indica una segunda transmitancia en el segundo intervalo de energía de la radiación transmita desde la fuente de radiación (20) a través del objeto (S); una unidad de detección (76) que detecta un detalle de desviación de posición de la fuente de radiación (20) de acuerdo con una relación o una diferencia entre el valor que indica la primera transmitancia calculada por la primera unidad de cálculo (72d) y el valor que indica la segunda transmitancia calculada por la segunda unidad de cálculo (74d) calculando un patrón de transmitancia constituido por un conjunto de relaciones o diferencias de valores que indican las transmitancias primera y segunda y determinan si dicho patrón de transmitancia configurado coincide con un patrón predeterminado que ilustra un desplazamiento de la fuente de radiación hacia un lado izquierdo, derecho, inferior o superior; y
- 20 una unidad de corrección (78) que corrige, cuando el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación (20) es detectado por la unidad de detección (76), de acuerdo con el detalle de desviación de posición, al menos uno de los datos de luminancia de la radiación detectada por los detectores de radiación primero y segundo (30, 40).
- 30 2. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de detección (76) almacena en la misma dos umbrales de límites superior e inferior establecidos por una transmitancia de radiación del objeto (S) y detecta el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación comparando la relación o la diferencia entre los valores que indican las transmitancias primera y segunda con ambos umbrales superior e inferior.
- 35 3. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cada uno de los detectores de radiación primero y segundo (30, 40) tiene una región de detección (X) que se extiende en una dirección de detección que se interseca con las direcciones de transporte (Y) y de irradiación (Z); y
- 40 en el que la unidad de detección (76) detecta el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación comparando los umbrales superior e inferior con dicho patrón de transmitancia, mientras que se corresponde con la región de detección.
- 45 4. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la unidad de detección (76) determina que la fuente de radiación se desplaza en la dirección de detección cuando una localización correspondiente a un extremo del objeto en el patrón de transmitancia es más alta que el umbral superior mientras que una localización correspondiente al otro extremo del objeto en el patrón de transmitancia es más baja que el umbral inferior.
- 50 5. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que, cuando la unidad de detección (76) determina que la fuente de radiación (20) está desplazada en la dirección de detección (X), la unidad de corrección (78) realiza un proceso de reinicio para configurar un nuevo píxel de referencia moviendo al menos uno de los píxeles de referencia para hacer que los datos de luminancia respectivos de los detectores de radiación primero y segundo (30, 40) se correspondan entre sí con otro píxel, con el fin de corregir al menos uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo (30, 40).
- 55 6. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, en el que, cuando la unidad de detección (76) determina que la fuente de radiación está desplazada en la dirección de detección, la unidad de corrección (78) realiza un proceso de reajuste para reajustar un aumento de cada uno de los píxeles que constituyen los detectores de radiación primero y segundo (30, 40), con el fin de corregir uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo (30, 40).
- 60 7. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, en el que la unidad de detección (76) determina que la fuente de radiación (20) está desplazada en la dirección de irradiación (Z) si cada una de las localizaciones correspondientes a ambos extremos del objeto en el patrón de transmitancia es más baja que el umbral inferior o más alta que el umbral superior.
- 65

- 5 8. El dispositivo de inspección no destructiva de acuerdo con la reivindicación 7, en el que, cuando la unidad de detección (76) determina que la fuente de radiación (20) está desplazada en la dirección de irradiación (Z), la unidad de corrección (78) realiza un proceso de reajuste para reajustar un aumento de cada uno de los píxeles que constituyen los detectores de radiación primero y segundo, con el fin de corregir uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo (30, 40).
- 10 9. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, en el que, cuando la unidad de detección (76) determina que la fuente de radiación (20) está desplazada en la dirección de irradiación (Z), la unidad de corrección realiza un proceso de reinicio para configurar un nuevo píxel de referencia moviendo al menos uno de los píxeles de referencia para hacer que los datos de luminancia respectivos de los detectores de radiación primero y segundo se correspondan entre sí con otro píxel, con el fin de corregir al menos uno de los datos de luminancia de los detectores de radiación primero y segundo (30, 40).
- 15 10. El dispositivo de inspección no destructiva (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el segundo detector de radiación (40) está localizado corriente abajo del primer detector de radiación (30) en la dirección de irradiación de la radiación.
- 20 11. Un método de corrección, en un dispositivo de inspección no destructiva (1), que comprende una unidad de transporte (10) que transporta un objeto a inspeccionar en una dirección predeterminada, una fuente de radiación (20) que irradia la unidad de transporte con una radiación dirigida con el fin de intersecarse con una dirección de transporte provocada por la unidad de transporte, un primer detector de radiación (30) que detecta la radiación emitida desde la fuente de radiación en un primer intervalo de energía, y un segundo detector de radiación (40) que detecta la radiación emitida desde la fuente de radiación en un segundo intervalo de energía más alto que el primer intervalo de energía, para corregir al menos uno de los datos de luminancia detectados por los detectores de radiación primero y segundo, comprendiendo el método:
- 25 una primera etapa de cálculo (S1 + S2) para calcular, a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el primer detector de radiación, un valor que indica una primera transmitancia en el primer intervalo de energía de la radiación transmitida desde la fuente de radiación a través del objeto;
- 30 una segunda etapa de cálculo (S3 + S4) para calcular, a partir de los datos de luminancia de la radiación detectada por el segundo detector de radiación, un valor que indica una segunda transmitancia en el segundo intervalo de energía de la radiación transmitida desde la fuente de radiación a través del objeto;
- 35 una etapa de detección (S5 + S6) para detectar un detalle de desviación de posición de la fuente de radiación de acuerdo con una relación o una diferencia entre el valor que indica la primera transmitancia calculada en la primera etapa de cálculo (S1 + S2) y el valor que indica la segunda transmitancia calculada en la segunda etapa de cálculo (S3 + S4) calculando un patrón de transmitancia (S5) constituido por un conjunto de relaciones o diferencias de valores que indican las transmitancias primera y segunda y determinan si dicho patrón de transmitancia configurado coincide con un patrón predeterminado que ilustra un desplazamiento de la fuente de radiación hacia un lado izquierdo, derecho, inferior o superior (S6); y
- 40 una etapa de corrección (S7) para corregir, cuando se detecta el detalle de desviación de posición de la fuente de radiación en la etapa de detección (S5 + S6), de acuerdo con el detalle de desviación de posición, al menos uno de los datos de luminancia de la radiación detectada por los detectores de radiación primero y segundo.

Fig.1

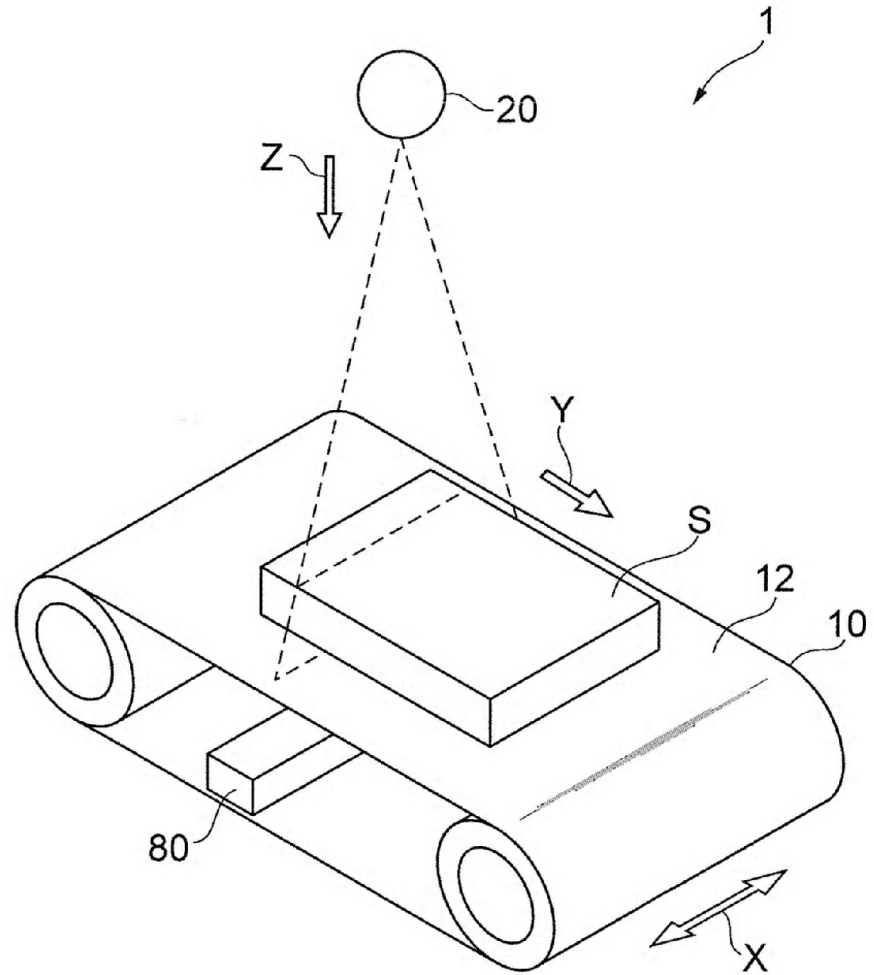


Fig.2

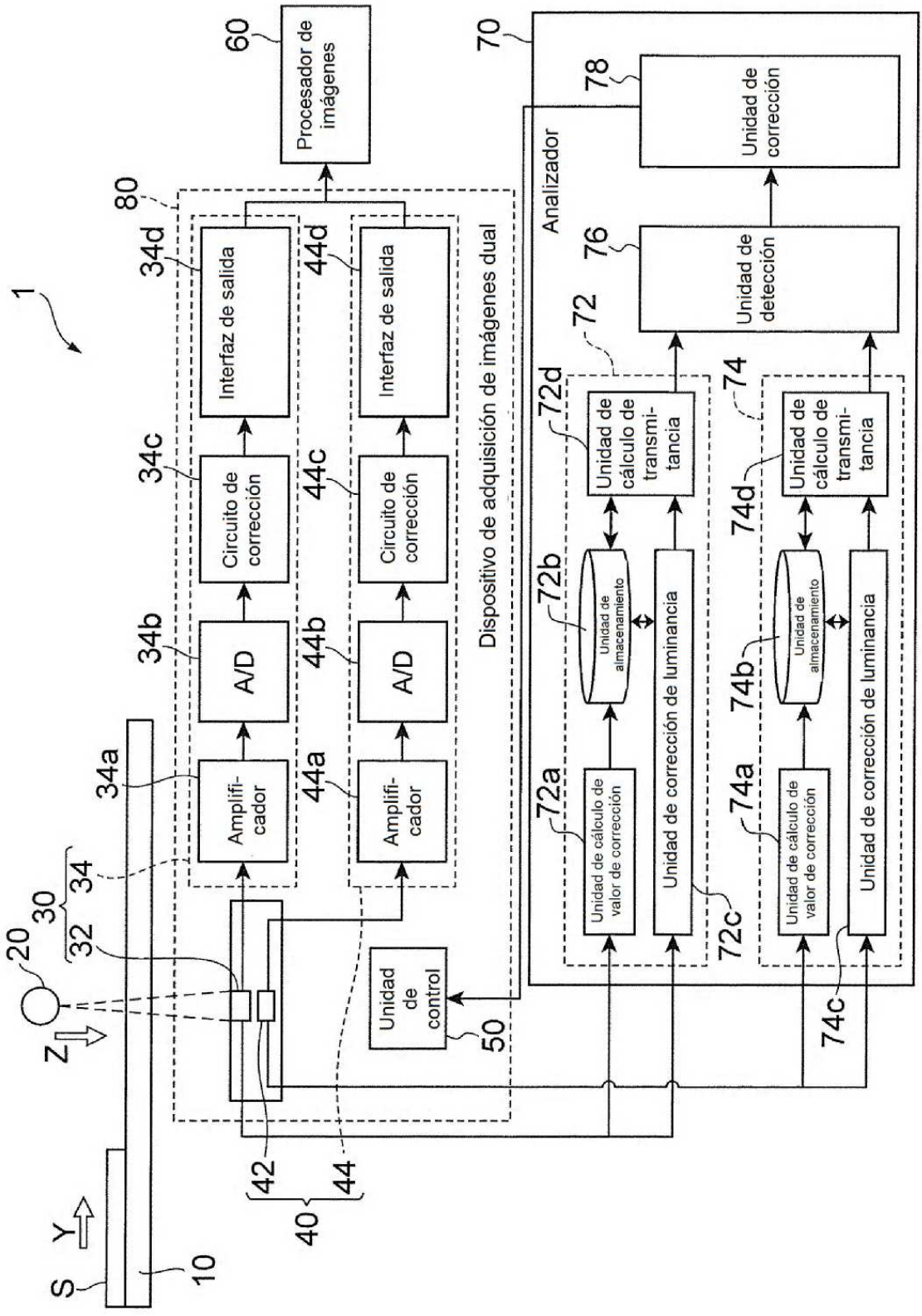
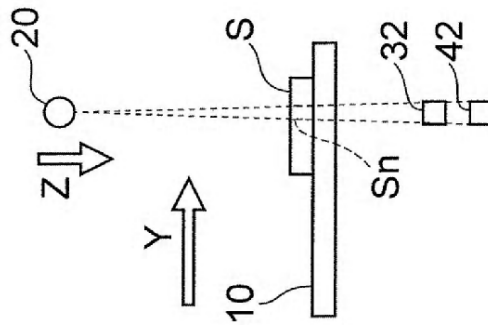


Fig.3

(a)



(b)

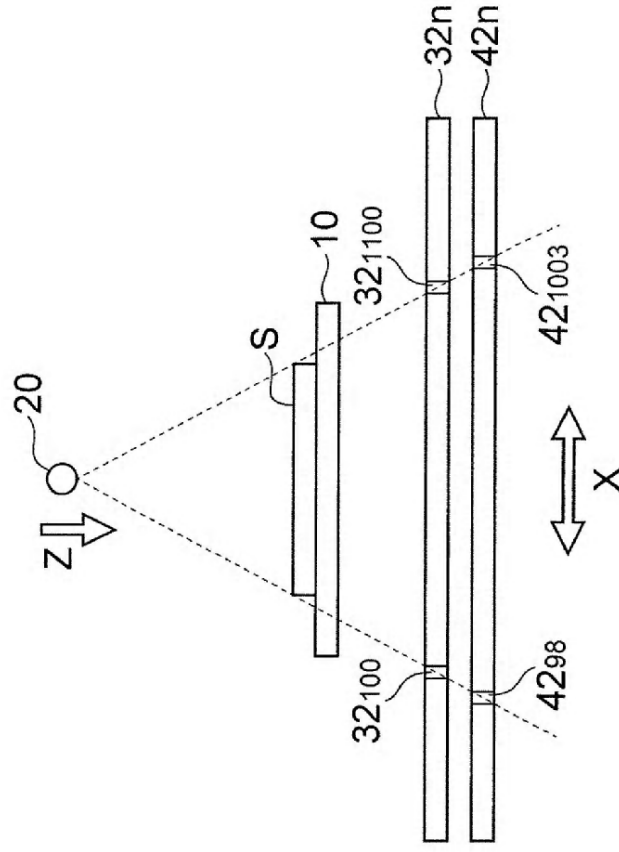


Fig.4

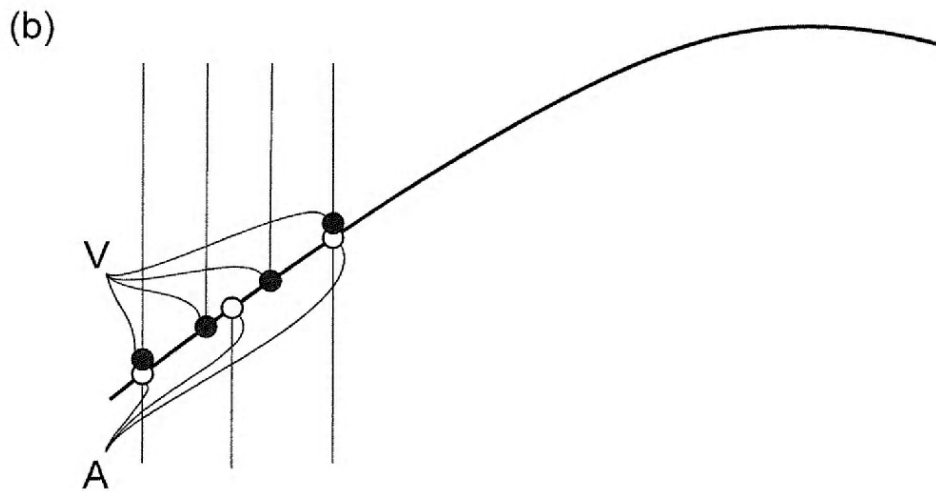
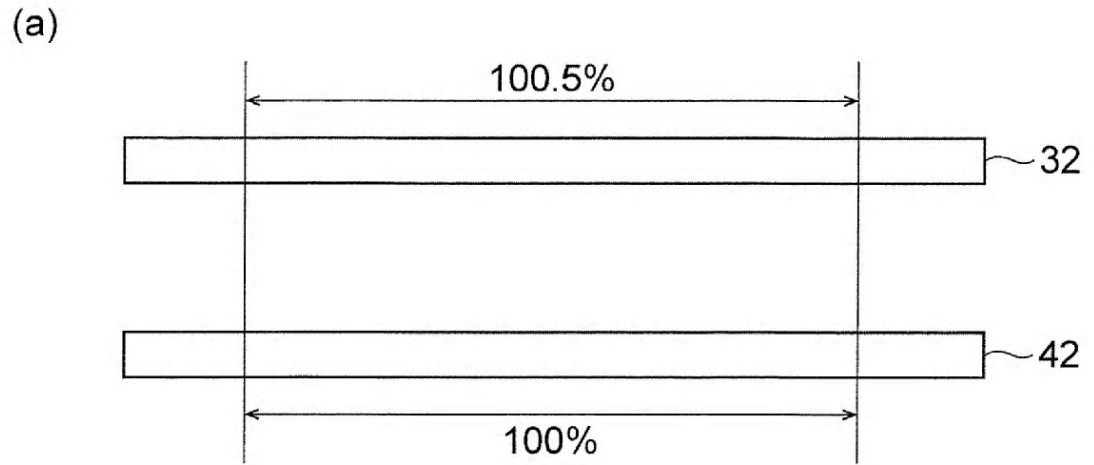


Fig.5

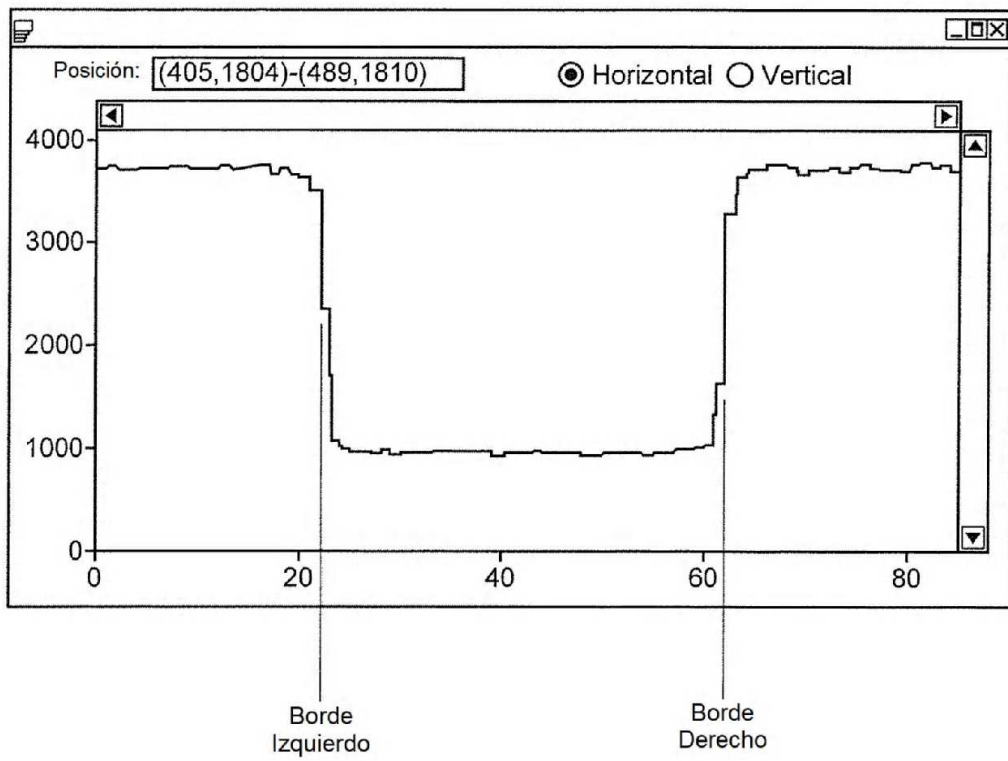


Fig.6

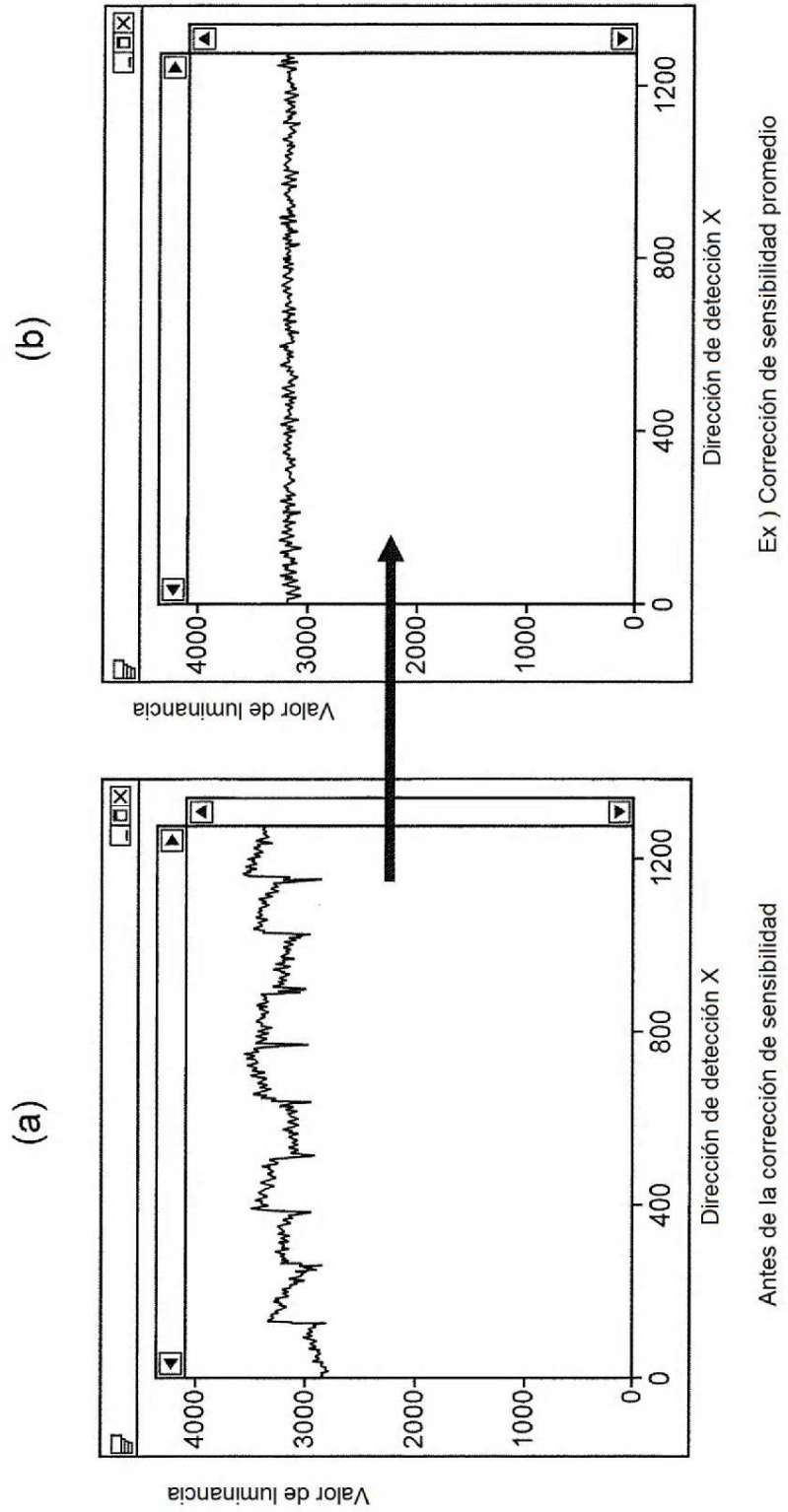


Fig.7

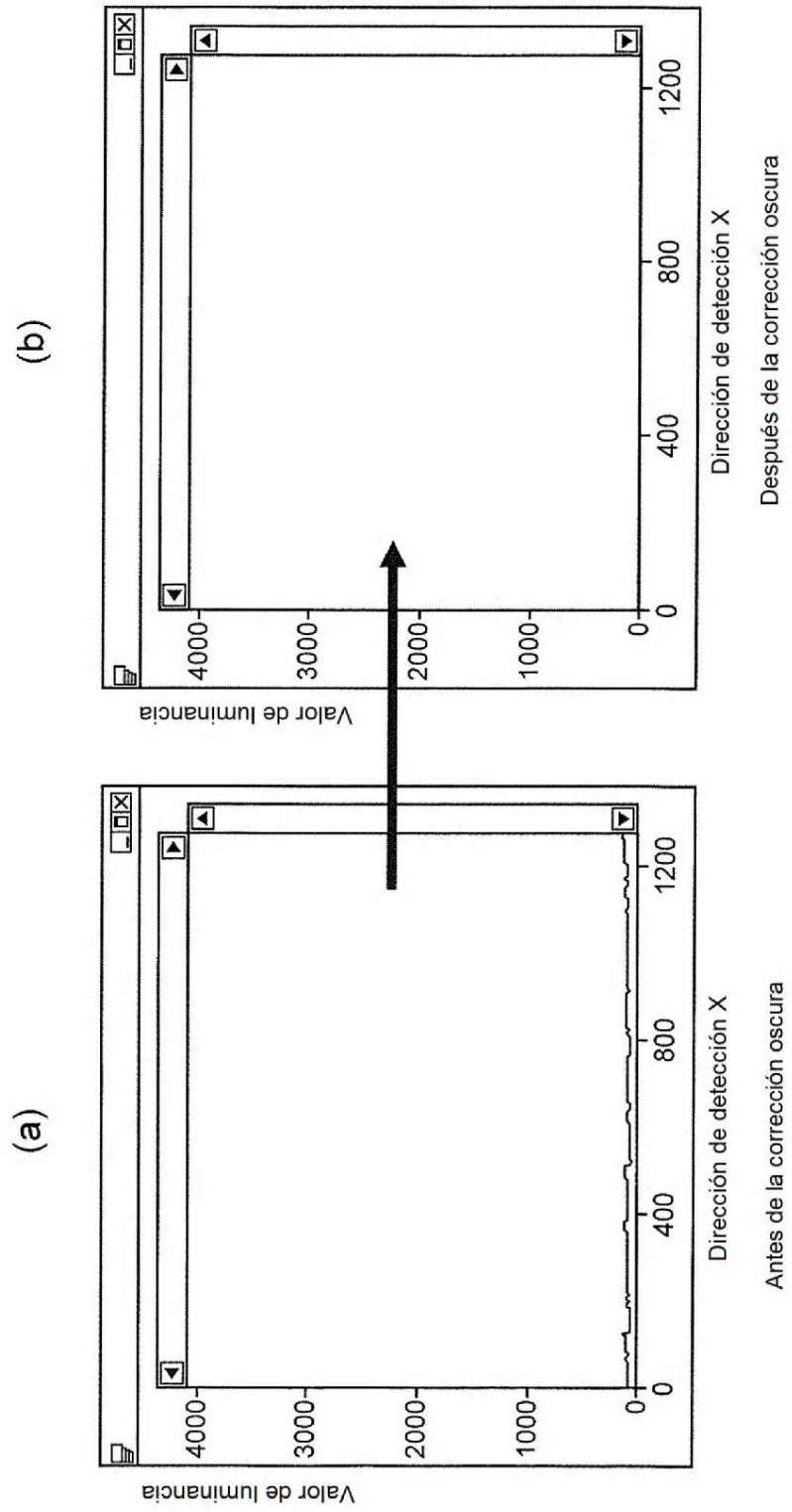


Fig.8

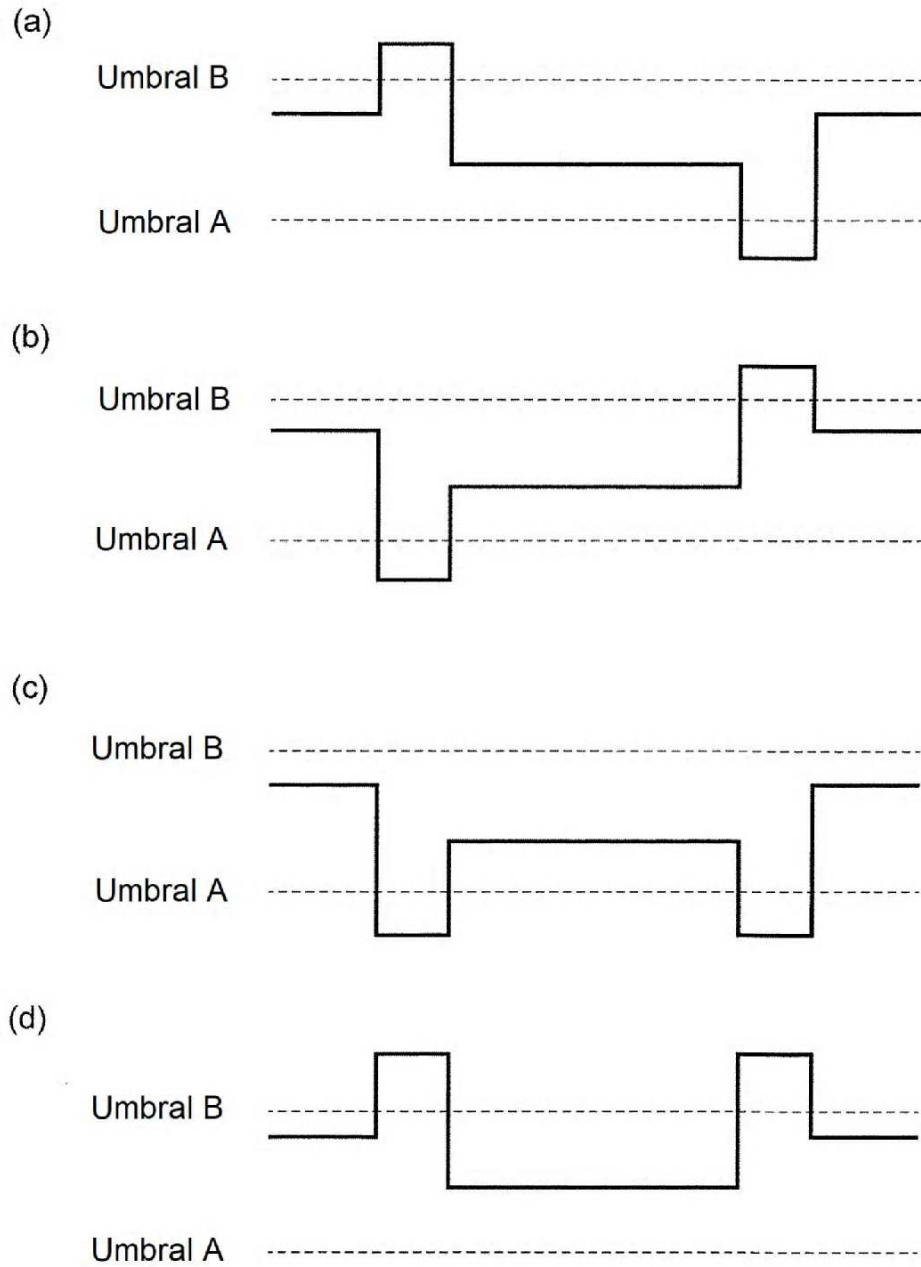


Fig.9

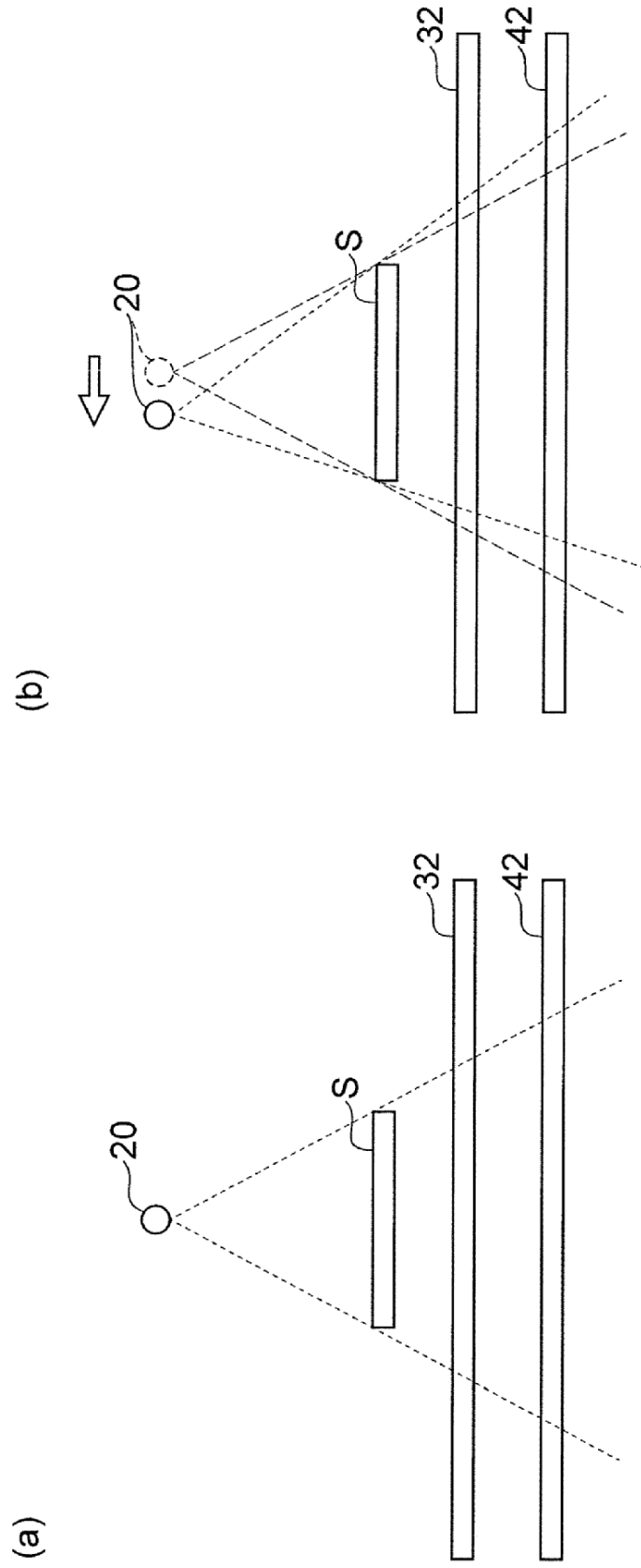


Fig. 10

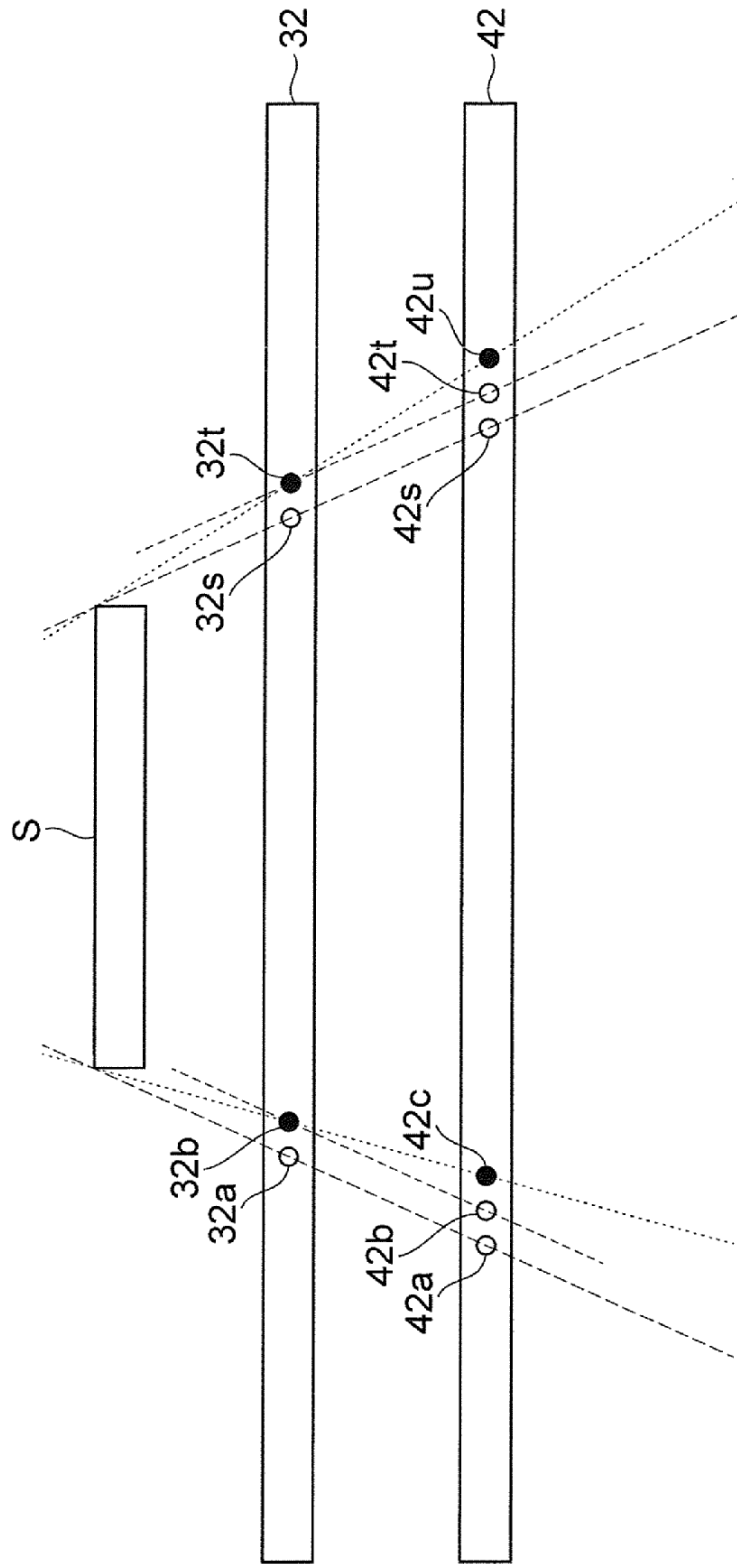


Fig.11

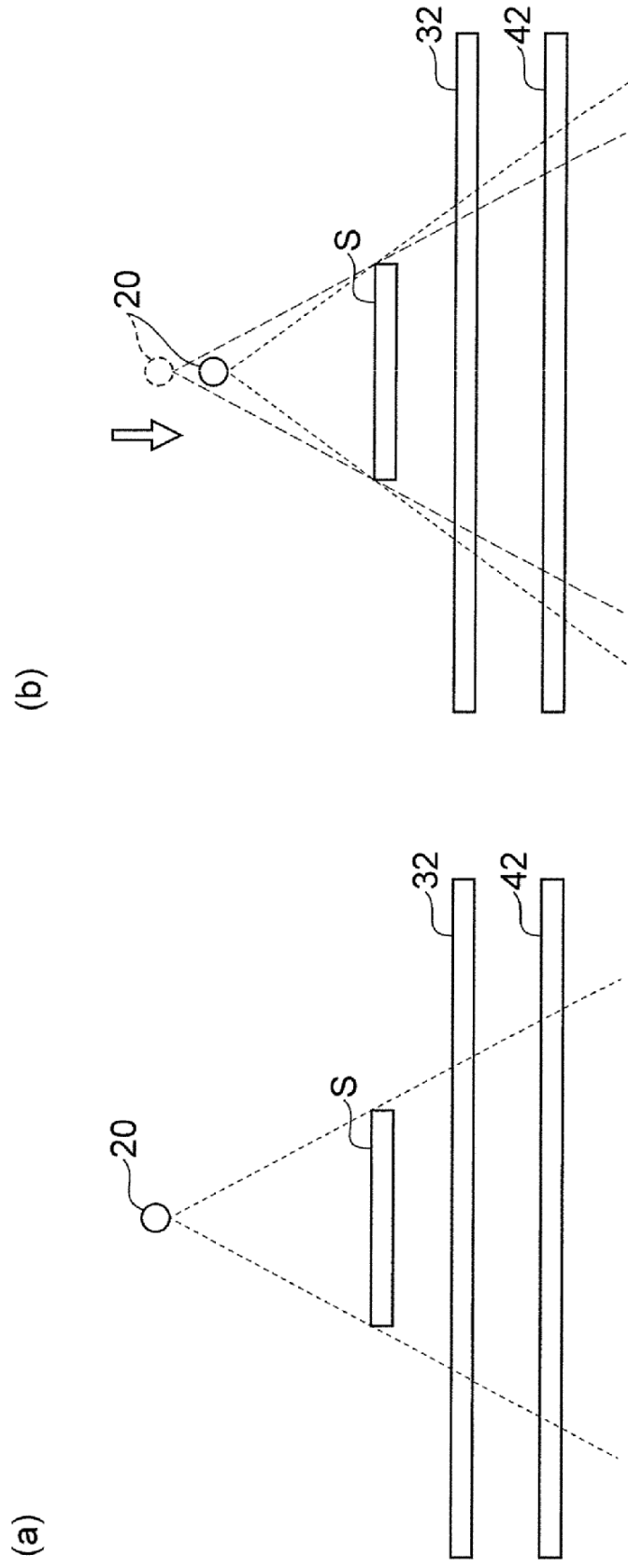


Fig. 12

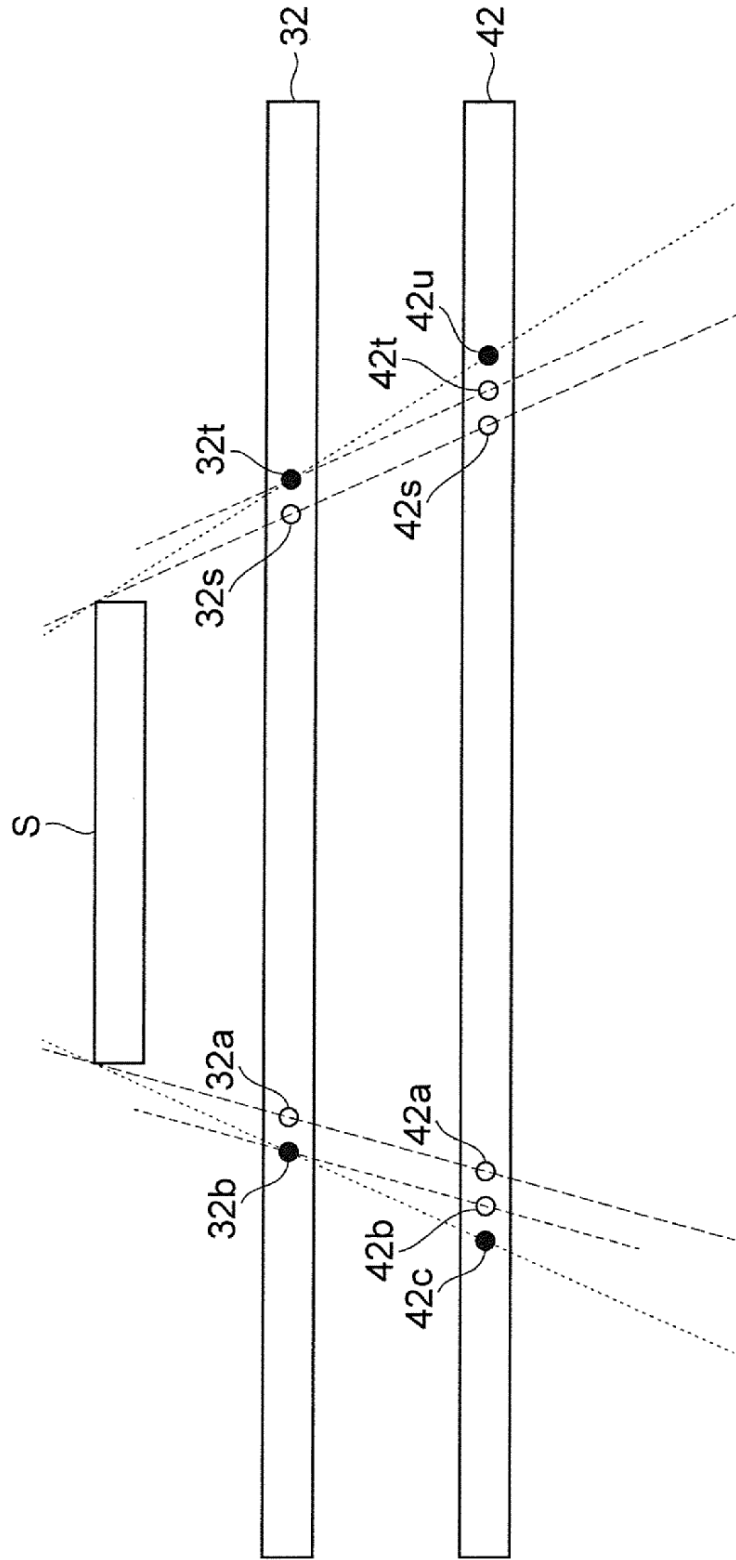


Fig. 13

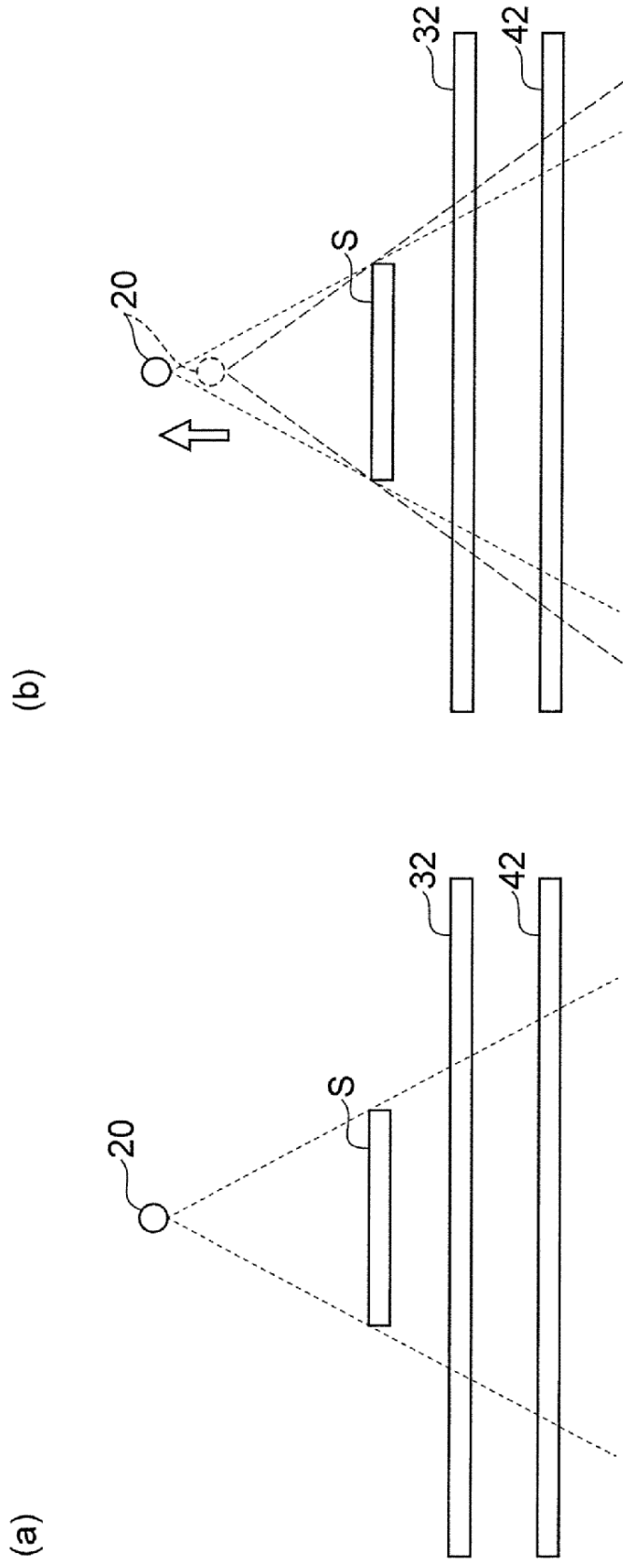


Fig.14

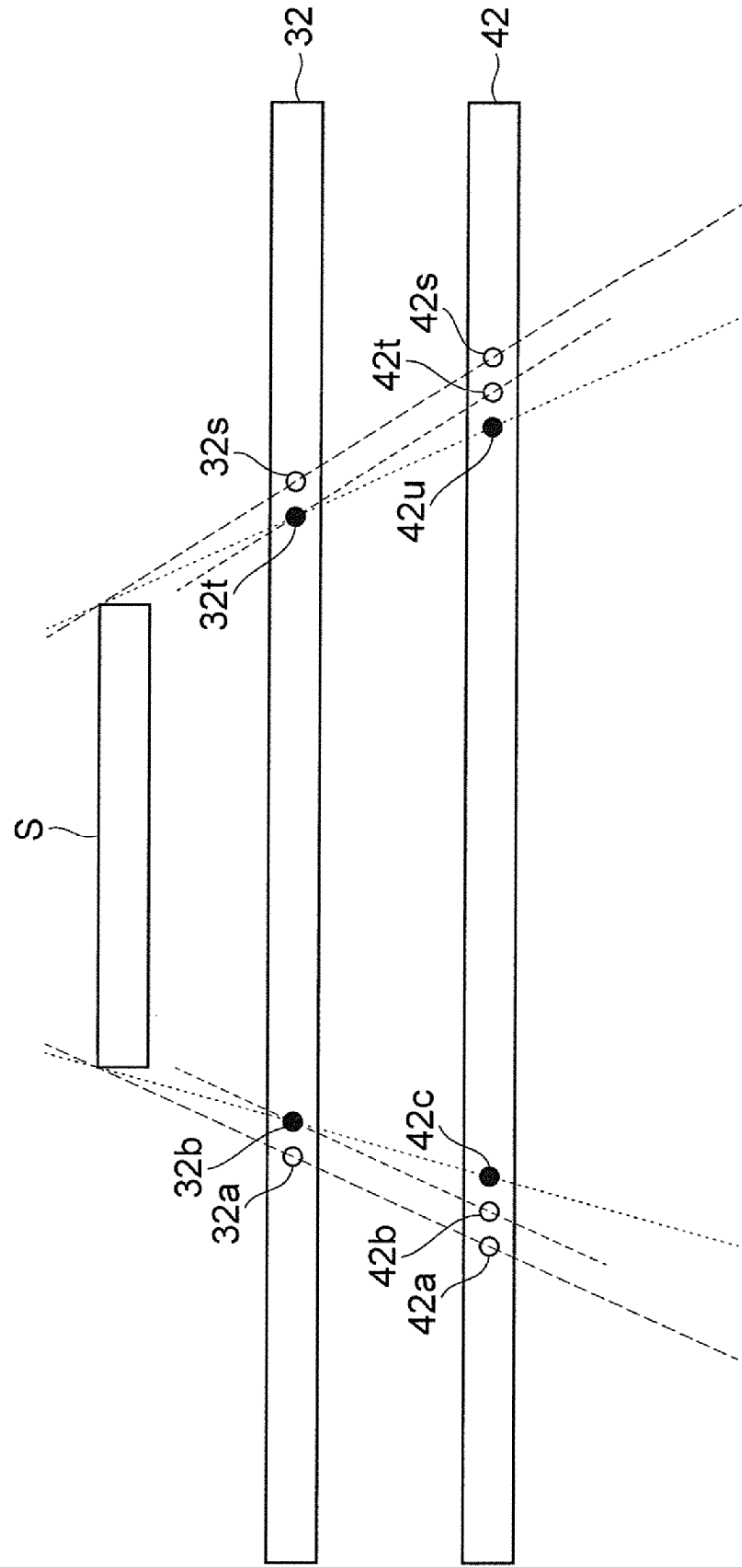


Fig.15

