

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 870 993**

(51) Int. Cl.:

G01N 23/04 (2008.01)

G01N 23/087 (2008.01)

G01V 5/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2009 E 16189433 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.04.2021 EP 3128315**

(54) Título: **Dispositivo de detección de radiación, sistema de adquisición de imágenes por radiación, sistema de inspección de radiación y método de detección de radiación**

(30) Prioridad:

11.11.2008 JP 2008288917

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

28.10.2021

(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;
MARUNO, TADASHI;
SASAKI, TOSHIHIDE;
SONODA, JUNICHI y
TAKIHI, SHINJI**

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 870 993 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 detección de radiación, sistema de adquisición de imágenes por radiación, sistema de inspección de radiación y método de detección de radiación

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de detección de radiación, a un sistema de adquisición de imágenes por radiación, a un sistema de inspección de radiación y a un método de detección de radiación.

10

Antecedentes de la técnica

Convencionalmente, ha sido común permitir que los rayos X se transmitan a través de un objeto que sea un espécimen tal como alimentos o medicamentos y realizar una inspección basada en una imagen de rayos X de transmisión de los mismos para determinar la existencia de una sustancia extraña en un objeto. Para una inspección de este tipo, se ha usado un dispositivo de adquisición de imágenes de rayos X que incluye una fuente de rayos X para irradiar rayos X al objeto y un sensor de línea lineal para detectar una imagen de transmisión de rayos X irradiados al objeto desde la fuente de rayos X.

20

Sin embargo, en el caso de la detección de rayos X transmitidos por un sensor de una sola línea sin función de discriminación de energía, debido a la ausencia de una función de discriminación de energía, la precisión de detección puede disminuir debido a una diferencia en la composición de una sustancia extraña contenida en el objeto (por ejemplo, una diferencia de si es hueso o carne o si es cartílago o una sustancia extraña en una inspección de carne) y una diferencia de espesor. Por lo tanto, se ha propuesto disponer en paralelo dos sensores de línea para detectar rayos X de diferentes intervalos de energía, adquirir una imagen de sustracción que sea una imagen de datos de diferencia de las imágenes de rayos X detectadas por estos dos sensores de línea y, por lo tanto, mejorar la precisión de detección independientemente de la composición y el espesor de una sustancia extraña contenida en un objeto (consúltese, por ejemplo, la bibliografía de patentes 1).

30

La bibliografía de patentes 2 describe una matriz de detectores de rayos X de radiografía que comprende una primera matriz lineal y una segunda matriz lineal. Una fuente de radiación genera como alternativa rayos de alto y bajo nivel de energía y la primera y segunda matrices lineales detectan simultáneamente los rayos de energía dual generados alternativamente por la fuente de radiación sincronizando la generación de los rayos.

35

La bibliografía de patentes 3 describe una sola parte de generación de rayos X provista de una pluralidad de sensores de rayos X para recibir rayos X desde la parte de generación de rayos X y un cuerpo de calidad variable fabricado para diferenciar la calidad de los rayos X individuales hacia los sensores de rayos X desde la parte de generación de rayos X.

40

La bibliografía de patentes 4 describe una imagen de rayos X capaz de discriminar fácilmente el espesor de la materia a inspeccionar.

Lista de citas

45

Bibliografía de patentes

Bibliografía de patente 1: Solicitud de patente japonesa publicada no examinada H10-318943

Bibliografía de patente 2: GB 2 438 317 A

Bibliografía de patente 3: JP 2002 168803 A

50

Bibliografía de patente 4: JP H08 68768 A

Sumario de la invención

Problema técnico

55

Sin embargo, de acuerdo con la investigación de los inventores de la presente invención, se ha descubierto que una parte de la imagen que indica una sustancia extraña, etc., puede tener bordes poco claros en una imagen de sustracción en un intento de adquirir una imagen de sustracción de la imagen de rayos X de un objeto detectado y generado por dos sensores de línea dispuestos en paralelo. Por este motivo, la detección de una sustancia extraña, etc., contenida en un objeto no siempre puede realizarse con precisión usando simplemente dos sensores de línea.

60

Por lo tanto, la presente invención se ha realizado en vista de tales problemas, y un objeto de la misma es proporcionar un dispositivo de detección de radiación, un sistema de adquisición de imágenes por radiación, un sistema de detección de radiación y un método de detección de radiación capaz de mejorar la precisión de detección de una sustancia extraña, etc., contenida en un objeto.

Solución al problema

Este objeto Se logra mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones específicas.

- 5 Los inventores se han dedicado a un estudio continuo con el fin de lograr el objeto mencionado anteriormente y han descubierto que los bordes poco claros de una parte de la imagen indican una sustancia extraña, etc., en una imagen de sustracción de energía se provocan principalmente por la existencia de una región de zona muerta intercalada por los dos sensores de línea. De hecho, la región de zona muerta puede reducirse en la medida de lo posible, pero se 10 genera inevitablemente cuando se proporcionan diferentes píxeles en un chip idéntico. A continuación, los inventores completaron la presente invención al obtener el conocimiento de que la precisión de detección en una inspección de sustancias extrañas mediante dos sensores de línea puede mejorarse realizando el ajuste de la temporización de detección de rayos X mediante dos sensores de línea basándose en el ancho de la región de zona muerta.

- 15 Más específicamente, un dispositivo de detección de radiación de acuerdo con la presente invención se reivindica en la reivindicación 1.

Es más, un método de inspección por radiación de acuerdo con la presente invención se reivindica en la reivindicación 7.

- 20 En el dispositivo de detección de radiación y el método de inspección por radiación, la sección de control de temporización, basándose en el ancho de la región predeterminada, controla la temporización de detección de al menos el segundo detector de tal manera que los datos de imagen de radiación que generará el primer detector y los datos de imagen de radiación que generará el segundo detector se correspondan entre sí. La temporización de 25 detección en el segundo detector donde un cambio (retardo, etc.) ha ocurrido con respecto a la temporización de detección en el primer detector debido a que la existencia de la región predeterminada se ajusta de este modo, de tal manera que los datos de imagen de radiación a generar por el primer detector y los datos de imagen de radiación a generar por el segundo detector se correspondan entre sí. Y, en una imagen de sustracción que se adquiere a partir de dos conjuntos de datos de imagen de radiación que se corresponden entre sí, se reduce una parte de borde poco 30 clara. Como resultado, la precisión de detección de una sustancia extraña, etc., contenida en el objeto puede mejorarse.

- 35 Es más, al generar una imagen de sustracción, una parte de borde poco clara puede reducirse en general mediante el procesamiento de imágenes. Sin embargo, en un intento de reducir una parte de borde poco clara mediante el procesamiento de imágenes cuando se detecta una sustancia extraña contenida en un objeto a transportar a alta velocidad (por ejemplo, 80 m por minuto), es posible que la velocidad de procesamiento de imágenes no responda fácilmente a la alta velocidad de transporte. Para hacer frente a esto, de acuerdo con el dispositivo de detección de radiación y el método de inspección por radiación mencionado anteriormente, se controla la temporización de 40 detección de una imagen de radiación para reducir una parte de borde poco clara de una imagen de sustracción y, por lo tanto, puede generarse rápidamente una imagen de sustracción con una parte de borde poco clara reducida incluso cuando la velocidad de transporte del objeto es una velocidad alta. Como resultado, incluso en una inspección de sustancias extrañas a alta velocidad, puede mejorarse la precisión de detección de una sustancia extraña, etc. contenida en el objeto.

- 45 Un sistema de adquisición de imágenes por radiación de acuerdo con la presente invención puede incluir: el dispositivo de detección de radiación mencionado anteriormente; y una sección de cálculo de temporización para calcular la temporización de detección basándose en el ancho de la región predeterminada. La sección de control de temporización, usando la temporización de detección calculada por la sección de cálculo del tiempo, puede controlar la temporización de detección, etc., del segundo detector para generar una imagen de sustracción con una parte de 50 borde poco clara reducida.

En la reivindicación 6 se reivindica un sistema de inspección por radiación de acuerdo con la presente invención.

Efectos ventajosos de la invención

- 55 De acuerdo con la presente invención, puede mejorarse la precisión de detección de una sustancia extraña, etc. contenida en un objeto.

Breve descripción de los dibujos

- 60 [Figura 1] La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con la presente realización.
 [Figura 2] La figura 2 es un diagrama de configuración esquemático del sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con la presente realización.
 65 [Figura 3] La figura 3 es una vista lateral de un sensor de energía dual de acuerdo con la presente realización.
 [Figura 4] La figura 4 es una vista que muestra un objeto que contiene una sustancia extraña.

- [Figura 5] La figura 5 es un diagrama que muestra una señal de pulso de control de cada detector en un sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con un ejemplo comparativo.
- 5 [Figura 6] Las figuras 6 son diagramas que muestran cada uno una imagen de sensor de energía o una salida de energía a generar por el sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con el ejemplo comparativo.
- [Figura 7] La figura 7 (a) es un diagrama que muestra una señal de pulso de control de cada detector en el sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con la presente realización, y la figura 7 (b) es una señal de alta frecuencia para generar una señal de pulso de control.
- 10 [Figura 8] Las figuras 8 son diagramas que muestran cada uno una imagen de sensor de energía o una salida de energía a generar por el sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con la presente realización.
- [Figura 9] La figura 9 (a) es una vista que muestra una región a detectar por un detector de baja energía, y la figura 9 (b) es una vista que muestra una región a detectar por un detector de alta energía, mostrando cada uno una región de irradiación cuando un objeto S tiene un espesor.
- 15 [Figura 10] La figura 10 es una vista que muestra un estado donde las regiones de detección mostradas en la figura 9 son coincidentes.
- [Figura 11] La figura 11 es una vista que muestra un estado donde las regiones de detección mostradas en las figuras 9 no son coincidentes.
- [Figura 12] La figura 12 es un diagrama que muestra otra realización de una sección de corrección de imagen de energía.

20 Descripción de las realizaciones

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá una realización preferida de un sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a los dibujos. También, las partes iguales o correspondientes se indican con los mismos números de referencia en la descripción de los dibujos, y se omitirá una descripción superpuesta.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con la presente realización, y la figura 2 es un diagrama de configuración esquemática del sistema de adquisición de imágenes de rayos X de acuerdo con la presente realización. Como se muestra en la figura 1 y la figura 2, el sistema de adquisición de imágenes de rayos X (sistema de adquisición de imágenes por radiación, sistema de inspección de radiación) 1 es un aparato que irradia rayos X (radiación) desde una fuente de rayos X (fuente de radiación) a un objeto S, y detecta, de los rayos X irradiados, los rayos X transmitidos que se han transmitido a través del objeto S en una pluralidad de intervalos de energía. El sistema de adquisición de imágenes de rayos X 1 realiza, usando una imagen de rayos X de transmisión, una detección de una sustancia extraña contenida en el objeto S y una inspección de equipaje, etc. El sistema de adquisición de imágenes de rayos X 1 configurado de este modo incluye una cinta transportadora (sección de transporte) 10, un irradiador de rayos X (irradiador de radiación) 20, una sección de adquisición de imágenes de baja energía 30, una sección de adquisición de imágenes de alta energía 40, una sección de control de temporización 50, una sección de cálculo de temporización 60, y un procesador de imágenes (sección de generación de imágenes compuestas, sección de salida de imágenes compuestas) 70. La sección de adquisición de imágenes de baja energía 30, la sección de adquisición de imágenes de alta energía 40 y la sección de control de temporización 50 componen un dispositivo de adquisición de imágenes dual (dispositivo de detección de radiación) 80.

45 La cinta transportadora 10, como se muestra en la figura 1, incluye una parte de cinta 12 sobre la que se coloca el objeto S. La cinta transportadora 10 hace que la parte de cinta 12 se mueva en una dirección de transporte A (desde un lado corriente arriba en el lado izquierdo de la figura 1 a un lado corriente abajo en el lado derecho de la figura 1) para de este modo transportar al objeto S en la dirección de transporte A a una velocidad de transporte predeterminada. La velocidad de transporte del objeto S es, por ejemplo, 48 m/minuto. La cinta transportadora 10 puede, si es necesario, cambiarse de velocidad mediante una sección de control de cinta transportadora 14 a una velocidad de transporte de, por ejemplo, 24 m/minuto o 96 m/minuto. Es más, la sección de control de cinta transportadora 14 puede cambiar la posición de altura de la parte de cinta 12. Cambiar la posición de altura de la parte de cinta 12 permite cambiar una distancia entre el irradiador de rayos X 20 y el objeto S (igual a "FOD" que se describirá más adelante). Este cambio hace posible cambiar la resolución de una imagen de transmisión de rayos X a obtener por la sección de adquisición de imágenes de baja energía 30 y la sección de adquisición de imágenes de alta energía 40. En este caso, los ejemplos del objeto S a transportar por la cinta transportadora 10 incluyen, en general, materiales de recurso tales como minerales, productos de desecho para la segregación y recuperación de recursos (reciclaje) y componentes electrónicos, además de alimentos tales como la carne comestible, productos de caucho tales como neumáticos, equipaje y carga sujetos a inspección por razones de seguridad y protección.

60 El irradiador de rayos X 20 es un dispositivo que irradia rayos X al objeto S como una fuente de rayos X. El irradiador de rayos X 20 es una fuente puntual, que irradia mientras difunde rayos X en un intervalo angular predeterminado en una dirección de irradiación fija. El irradiador de rayos X 20 está dispuesto por encima de la parte de cinta 12 a una distancia predeterminada de la parte de cinta 12 de tal manera que la dirección de irradiación de rayos X esté orientada hacia la parte de cinta 12 y los rayos X de difusión se extiendan en toda la dirección del ancho (dirección perpendicular a la dirección de transporte A) del objeto S. Es más, el irradiador de rayos X 20, en una dirección longitudinal (dirección paralela a la dirección de transporte A) del objeto S, tiene un intervalo predeterminado dividido en la dirección de

longitud como su intervalo de irradiación, y está estructurado de tal manera que los rayos X se irradian al objeto S a través de la dirección de longitud del mismo como un resultado de que el objeto S se transporta por la cinta transportadora 10 en la dirección de transporte A.

- 5 La sección de adquisición de imágenes de baja energía 30 incluye un detector de baja energía (primer detector) 32 y una sección de corrección de imágenes de baja energía 34.

El detector de baja energía 32 detecta, de los rayos X irradiados por el irradiador de rayos X 20, los rayos X que se han transmitido en un intervalo de baja energía (primer intervalo de energía) a través del objeto S para generar datos de imagen de baja energía (primeros datos de imagen de radiación). El detector de baja energía 32 está formado por, por ejemplo, un sensor de línea lineal con una longitud igual o mayor que el ancho del objeto S, y dispuesto debajo de un lado corriente arriba de la parte de cinta 12 con el fin de que sea perpendicular a la dirección de transporte A con un plano de detección de rayos X del mismo opuesto al irradiador de rayos X 20.

- 15 La sección de corrección de imágenes de baja energía 34 es una parte que amplifica y corrige los datos de imagen de baja energía generados por el detector de baja energía 32. La sección de corrección de imágenes de baja energía 34 incluye un amplificador 34a que amplifica los datos de imagen de baja energía, un convertidor A/D 34b que convierte A/D los datos de imagen de baja energía amplificados por el amplificador 34a, un circuito de corrección 34c que realiza un procesamiento de corrección predeterminado para los datos de imagen de baja energía convertidos por el convertidor A/D 34b, y una interfaz de salida 34d que emite externamente los datos de imagen corregidos por el circuito de corrección 34c.

La sección de adquisición de imágenes de alta energía 40 incluye un detector de alta energía (segundo detector) 42 y una sección de corrección de imágenes de alta energía 44.

- 25 El detector de alta energía 42 detecta, de los rayos X irradiados por el irradiador de rayos X 20, los rayos X que se han transmitido en un intervalo de alta energía (segundo intervalo de energía) a través del objeto S para generar datos de imagen de alta energía (segundos datos de imagen de radiación). El detector de alta energía 42 está formado por, por ejemplo, un sensor de línea lineal con una longitud igual o mayor que el ancho del objeto S, y dispuesto debajo de un lado corriente abajo de la parte de cinta 12 con el fin de que sea perpendicular a la dirección de transporte A con un plano de detección de rayos X del mismo opuesto al detector de rayos X 20. Sin embargo, el intervalo de baja energía en el que se detectan los rayos X por el detector de baja energía 32 y el intervalo de alta energía en el que se detectan los rayos X por el detector de alta energía 42 no se distinguen claramente, y los intervalos de energía se superponen entre sí hasta cierto punto.

- 35 La sección de corrección de imágenes de alta energía 44 es una parte que amplifica y corrige los datos de imagen de alta energía generados por el detector de alta energía 42. La sección de corrección de imágenes de alta energía 44 incluye un amplificador 44a que amplifica los datos de imagen de alta energía, un convertidor A/D 44b que convierte A/D los datos de imagen de alta energía amplificados por el amplificador 44a, un circuito de corrección 44c que realiza un procesamiento de corrección predeterminado para los datos de imagen de alta energía convertidos por el convertidor A/D 44b, y una interfaz de salida 44d que emite externamente los datos de imagen corregidos por el circuito de corrección 44c.

- 45 En este caso, el detector de baja energía 32 y el detector de alta energía 42 se describirán en detalle. Como se muestra en la figura 1 y la figura 3, el detector de baja energía 32 es un sensor de línea con un ancho de detección de LW a lo largo de la dirección de transporte A. Además, el detector de alta energía 42 es un sensor de línea con un ancho de detección de HW a lo largo de la dirección de transporte A. El ancho de detección de LW y el ancho de detección de HW, en la presente realización, tienen el mismo ancho y es, por ejemplo, 0,8 mm. Es más, el detector de baja energía 32 que tiene el ancho de detección LW y el detector de alta energía 42 que tiene el ancho de detección HW configurado de este modo están dispuestos y fijados sobre una base 84 en paralelo con una región de zona muerta (región predeterminada) 82 que tiene un ancho de zona muerta NW intercalada entre los mismos a lo largo de la dirección de transporte A, es decir, una dirección del lado corto de cada detector que es un sensor de línea, y que compone un sensor de energía dual 86, que es un detector de semiconductores.

- 55 En el sensor de energía dual 86, con el fin de minimizar el paralaje entre una imagen de baja energía y una imagen de alta energía (diferencia en la trayectoria de los rayos X que inciden desde la fuente de rayos X), se establece la distancia entre ambos detectores 32, 42 para que sea lo más estrecha posible. Por lo tanto, se establece el ancho de zona muerta NW de la región de zona muerta 82 para que sea lo más estrecho posible con un espesor mínimo tal que impida que los electrones de cada detector 32, 42 fluyan al otro detector. Tal ancho de zona muerta NW es, en la presente realización, por ejemplo, 0,4 mm, que es más estrecho que el ancho de detección LW, HW (0,8 mm) de cada detector 32, 42.

65 Además, como el detector de baja energía 32 y el detector de alta energía 42 para componer el sensor de energía dual 86, por ejemplo, puede usarse uno con una función de discriminación de energía para el que se dispone un filtro de corte de baja energía en un sensor de alta energía. Como alternativa, puede usarse un centellador para convertir rayos X en un intervalo de baja energía en luz visible y un centellador para convertir rayos X en un intervalo de alta

energía en luz visible para proporcionar a ambos detectores 32, 42 diferentes sensibilidades de longitud de onda, con el fin de permitir la detección de diferentes intervalos de energía. Además, los filtros pueden disponerse en centelladores que tengan diferentes sensibilidades de longitud de onda. Además, puede haber uno con una función de discriminación de energía mediante un método de conversión directa de CdTe (telururo de cadmio) o similares.

- 5 La sección de control de temporización 50 controla la temporización de detección de los rayos X transmitidos en el detector de baja energía 32 y la temporización de detección de los rayos X transmitidos en el detector de alta energía 42. La sección de control de temporización 50, al detector de baja energía 32, emite pulsos de control de sensor de baja energía de una frecuencia predeterminada como se muestra en la figura 7 (a). Es más, la sección de control de temporización 50, al detector de alta energía 42, emite una señal de pulso de control de sensor de alta energía de la misma frecuencia que la de los pulsos de control de sensor de baja energía y retardada en el punto ascendente de los pulsos un tiempo predeterminado T (en lo sucesivo en el presente documento, denominado a veces "tiempo de retardo T"). Cuando se introducen estos pulsos de control, cada detector 32, 42 emite, como datos de imagen, unos rayos X transmitidos recibidos en una base de ciclo de cada pulso de control cada vez que finaliza cada ciclo.
- 10 15 El tiempo de retardo T es equivalente a una discordancia de imagen que se genera entre los datos de imagen de baja energía a detectar y generados por el detector de baja energía 32 y los datos de imagen de alta energía a detectar y generados por el detector de alta energía 42 cuando una señal de pulso de control de una frecuencia predeterminada, como se muestra en la figura 5, se introduce simultáneamente al detector de baja energía 32 y al detector de alta energía 42. Más específicamente, el tiempo de retardo T es un tiempo de ajuste que se determina a partir del ancho de zona muerta NW de la región de zona muerta 82 en el sensor de energía dual 86, la velocidad a la que el objeto S pasa a través de la región de zona muerta 82 (es decir, la velocidad de transporte M), etc.
- 20 25 Cuando la sección de control de temporización 50 genera la señal de pulso de control que incluye el tiempo de retardo T, se usa un PLL (bucle de seguimiento de fase) o similar para generar una señal de alta frecuencia para el control de temporización mostrada en la figura 7 (b). Como una señal de alta frecuencia de este tipo, por ejemplo, en el caso de activación en un reloj de píxeles necesario para la activación del sensor de aproximadamente 200 kHz en el detector de energía 32, 42 o similares, al usar una señal de una frecuencia de 20 MHz o más aproximadamente 100 veces esa frecuencia permite un control meticoloso. En el caso de un reloj de píxeles para la activación del sensor de aproximadamente 1 MHz, al usar igualmente una señal de 100 MHz o más permite un control meticoloso. Cuanto mayor sea la frecuencia de una señal de alta frecuencia, más flexiblemente puede responderse a un cambio en la velocidad de transporte M, el reloj de píxeles o similares y, por lo tanto, puede realizarse un control meticoloso. Además, puede usarse un oscilador de alta frecuencia para una señal de retardo, en lugar del PLL, para generar una señal de pulso de control de retardo.
- 30 35 40 La sección de control de temporización 50 genera la señal de pulso de control que incluye el tiempo de retardo T a partir de dicha una señal de alta frecuencia generada usando un PLL o similares. A continuación, la sección de control de temporización 50 controla la temporización para detectar los rayos X transmitidos en el detector de baja energía 32 y el detector de alta energía 42 basándose en el tiempo de retardo T de tal manera que los datos de imagen de baja energía y los datos de imagen de alta energía se corresponden respectivamente para reducir de este modo la discordancia de imagen.
- 45 50 La sección de cálculo de temporización 60 calcula un tiempo de retardo T, que es una temporización de detección a usar por la sección de control de tiempo 50. La sección de cálculo de temporización 60 calcula el tiempo de retardo T mediante la siguiente fórmula (1) basándose en el ancho de zona muerta NW de la región de zona muerta 82 en el sensor de energía dual 86 y la velocidad a la que el objeto S pasa a través de la región de zona muerta 82 (es decir, la velocidad de transporte M). Aunque se dará una descripción en la presente realización de un ejemplo del caso donde FOD (distancia de objeto de enfoque) mostrada en la figura 2 y FDD (distancia de detector de enfoque) que es una distancia entre el irradiador de rayos X 20 y cada detector 32, 42, son iguales entre sí y, por lo tanto, una imagen de transmisión de rayos X no se aumenta (es decir, cuando la relación de aumento R es 1) para facilitar la descripción, la relación de aumento R no se limita a la misma:
- $$T = NW/M... \quad (1)$$
- 55 60 65 El tiempo de retardo T en la temporización de detección del detector de alta energía 42 en relación con la temporización de detección del detector de baja energía 32 se calcula mediante la fórmula (1). A continuación, la sección de cálculo de temporización 60 emite el tiempo de retardo calculado T a la sección de control de temporización 50 como temporización de detección. Además, el ancho de zona muerta NW y la velocidad de transporte M se introducen en la sección de cálculo de temporización 60 a través de una sección de entrada o similares.
- El procesador de imágenes 70 es un dispositivo que realiza un procesamiento aritmético para obtener datos de diferencia entre los datos de imagen de baja energía detectados y generados por el detector de baja energía 32 y los datos de imagen de alta energía detectados y generados por el detector de alta energía 42, y genera una imagen de sustracción de energía, que es una imagen compuesta. Ambos datos de imagen de energía a introducir en el procesador de imágenes 70 se han controlado en términos de temporización de detección, por la sección de control de temporización 50, de tal manera que los datos de imagen se correspondan entre sí. El procesador de imágenes 70

emite para visualizar la imagen de sustracción de energía generada por el procesamiento aritmético en una pantalla o similar. Esta pantalla de salida permite confirmar visualmente una sustancia extraña contenida en el objeto S. Además, sin emitir para visualizar una imagen de sustracción de energía, solo puede realizarse la salida de datos para detectar una sustancia extraña, etc., contenida en el objeto S directamente desde los datos de imagen mediante un procesamiento de detección en los datos de imagen.

En este caso, se describirá un método de cálculo del tiempo de retardo T en la temporización de detección a usar por la sección de control de temporización 50 y se describirán las acciones tomando un ejemplo de adquisición de una imagen de rayos X de transmisión de un objeto S (consúltese la figura 4) y detectando una sustancia extraña O contenida en el objeto S. Se supone que el objeto S a usar para la descripción es uno que tiene una longitud de 4,0 mm en una dirección a lo largo de la dirección de transporte A y que contiene una sustancia extraña O (que tiene una longitud OW de 0,6 mm) menor que el ancho de detección LW, HW (en lo sucesivo en el presente documento, denominado también "paso de píxel") de cada detector 32, 42 en una posición predeterminada. El ancho de detección LW, HW de cada detector 32, 42 es de 0,8 mm, y para adquirir una forma sin contracción geométrica de todo el objeto S tiene una longitud de 4,0 mm, es decir, una imagen de rayos X de transmisión para inspección de una longitud no mayor que 0,8 mm con un ancho de detección de 0,8 mm, se necesitan respectivamente cinco o más conjuntos de datos de imagen divididos. Es más, se supone que la velocidad de transporte de la cinta transportadora 10 es de 0,8 mm/milisegundo (48 m/minuto). Además, se supone, para facilitar la descripción, que el espesor del objeto S es tan delgado que no provoca desenfoque debido al espesor, y como se ha descrito anteriormente, FOD y FDD mostradas en la figura 2 son iguales entre sí y, por lo tanto, una imagen de transmisión de rayos X no se aumenta (tiene una relación de aumento R de 1).

En primer lugar, se dará una descripción de un caso, como ejemplo comparativo, de adquirir una imagen de radiación del objeto S sin usar el tiempo de retardo T en la temporización de detección, usando la figura 5 y las figuras 6. En este caso, para adquirir una imagen de rayos X del objeto S a transportar en la dirección de transporte A a una velocidad de transporte de 0,8 mm/milisegundo, la sección de control de temporización 50, como se muestra en la figura 5, emite unos pulsos de control de la misma frecuencia que son iguales en la temporización de detección del detector de baja energía 32 y el detector de alta energía 42 simultáneamente al detector de baja energía 32 y al detector de alta energía 42 para adquirir datos de imagen divididos para cada 0,8 mm en cada detector 32, 42.

En la figura 6 (d) se muestra una salida de baja energía por píxeles del detector de baja energía 32 correspondiente a una línea P de la figura 6 (a). Igualmente, se muestra en la figura 6 (e) una salida de alta energía por píxeles del detector de alta energía 42 correspondiente a la línea P de la figura 6 (a). Cuando un primer intervalo dividido S1 (primer equivalente de 0,8 mm) localizado en la parte delantera del objeto S pasa sobre un plano de detección, que es una región de formación de imágenes del detector de baja energía 32, el detector de baja energía 32 toma imágenes del primer intervalo dividido S1 del objeto S en el intervalo de baja energía para, como se muestra en la figura 6 (b), generar en primer lugar los primeros datos de imagen divididos S1_L. A partir de entonces, el objeto S se mueve a una velocidad de transporte de 0,8 mm/milisegundo, y después de un milisegundo, del primer intervalo dividido S1 del objeto S, una parte correspondiente a 0,4 mm iniciales se localiza sobre un plano de detección, que es una región de formación de imágenes del detector de alta energía 42, y una parte correspondiente a los 0,4 mm restantes se localiza sobre la región de zona muerta 82. En el ejemplo comparativo, la detección de rayos X en ambos detectores de energía 32, 42 se controla mediante pulsos de control igualmente sincronizados y, por lo tanto, como se ha descrito anteriormente, mientras que una parte del objeto S se localiza sobre la región de zona muerta 82, el detector 42 de alta energía genera los primeros datos de imagen divididos S1_H correspondientes al primer intervalo dividido S1 (primeros datos de imagen divididos S1_L) del sujeto S. Además, simultáneamente con el detector 42 de alta energía que genera los primeros datos de imagen divididos S1_H, el detector de baja energía 32 genera unos segundos datos de imagen divididos S2_L en un segundo intervalo dividido S2 que sigue al primer intervalo dividido S1.

Entre los primeros datos de imagen divididos S1_L generados por el detector de baja energía 32 y los primeros datos de imagen divididos S1_H generados por el detector de alta energía 42, se genera una discordancia basada en el ancho de zona muerta NW de la región de zona muerta 82 y la velocidad a la que el objeto S se mueve a través de esa región de zona muerta (es decir, la velocidad de transporte M). A continuación, mientras se mantiene la discordancia, el detector de baja energía 32 y el detector de alta energía 42 que están controlados por las señales de pulso de control emitidas simultáneamente a la misma frecuencia detectan sucesivamente los rayos X transmitidos para generar los datos de imagen divididos restantes. Como resultado, el detector de baja energía 32 que detecta los rayos X transmitidos desde el objeto S en el intervalo de baja energía genera los datos de imagen divididos (cinco conjuntos de datos de imagen divididos de S1_L, S2_L, S3_L, S4_L y S5_L) para una imagen de baja energía como se muestra en la figura 6 (b). Por otro lado, el detector de alta energía 42 que detecta los rayos X transmitidos desde el objeto S en el intervalo de alta energía genera los datos de imagen divididos (seis conjuntos de datos de imagen divididos de S1_H, S2_H, S3_H, S4_H, S5_H y S6_H) para obtener una imagen de alta energía como se muestra en la figura 6 (c).

En este caso, comparar los datos de imagen divididos mostrados en la figura 6 (b) y los datos de imagen divididos mostrados en la figura 6 (c) indica que no hay una correspondencia obtenida entre ambos datos de imagen divididos por referencia al objeto S, debido a la discordancia basada en el ancho de zona muerta NW y la velocidad de transporte M. Por lo tanto, por ejemplo, un sitio donde los datos sobre una parte de una sustancia extraña O están más contenidos es un conjunto de datos de imagen, tal como los datos de imagen divididos S4_L, en una imagen de baja energía por

el detector de baja energía 32, mientras que en una imagen de alta energía por el detector de alta energía 42, como se muestra en la figura 6(c), el sitio es a través de dos conjuntos de los datos de imagen divididos de los datos de imagen divididos $S4_H$ y $S5_H$. Además, una salida de baja energía correspondiente a la imagen de baja energía, como se muestra en la figura 6 (d), cambia notablemente en el valor de detección en un solo paso de pixel correspondiente a los datos de imagen divididos $S4_L$ para indicar una posición donde está contenida la sustancia extraña O, mientras que una salida de alta energía correspondiente a la imagen de alta energía, como se muestra en la figura 6 (e), cambia ligeramente en el valor de detección (por ejemplo, aproximadamente la mitad del cambio en el valor de detección de la salida de baja energía) en dos pasos de pixel correspondientes a los datos de imagen divididos $S4_H$ y $S5_H$ para indicar de manera aproximada una posición donde está contenida la sustancia extraña O. Como resultado, el sitio y la cantidad de cambio en el valor de dirección son diferentes entre ambas salidas de energía.

El procesador de imágenes 70, en un intento de adquirir una imagen de sustracción basándose en los datos de valor de detección (consúltense las figuras 6 (d) y (e)) diferentes en el sitio y la cantidad de cambio en el valor de detección como tal, como resultado del sitio y la cantidad de cambio en el valor de detección debido a que el objeto extraño O se vuelve poco claro, ya no puede adquirir una imagen de sustracción donde se muestre con precisión la posición de la sustancia extraña O en el objeto S. Es más, debido a que los datos de imagen divididos correspondientes a cada valor de detección no coinciden respectivamente, una parte ascendente en el brillo de cada parte de borde mostrada en la figura 6 (f) también está desenfocada. Como resultado, se vuelve aún más difícil obtener una imagen de sustracción donde se muestre con precisión la posición de la sustancia extraña O en el objeto S. De esta manera, sin controlar con precisión la temporización de detección en el detector de baja energía 32 y la temporización de detección en el detector de alta energía 42, la precisión de detección de una sustancia extraña puede disminuir debido a la discordancia y el desenfoque como se ha descrito anteriormente.

A continuación, se dará una descripción de un caso de adquisición de una imagen de baja energía y una imagen de alta energía del objeto S usando el tiempo de retardo T en la temporización de detección de tal manera que ambas imágenes de energía se correspondan, con el fin de evitar tal generación de discordancia y desenfoque, usando las figuras 7 y figuras 8.

En este caso, para adquirir una imagen de rayos X del objeto S a transportar en la dirección de transporte A a una velocidad de transporte de 0,8 mm/milisegundo, la sección de control de temporización 50, como se muestra en las figuras 7, emite unos pulsos de control de la misma frecuencia donde la temporización de detección del detector de alta energía 42 se retarda el tiempo predeterminado T con respecto a la temporización de detección del detector de baja energía 32 al detector de baja energía 32 y al detector de alta energía 42 para adquirir los datos de imagen divididos durante cada 0,8 mm en cada detector 32, 42.

Más específicamente, cuando el primer intervalo dividido $S1$ (primer equivalente de 0,8 mm) en la parte delantera del objeto S pasa sobre un plano de detección, que es una región de formación de imágenes del detector de baja energía 32, el detector de baja energía 32 toma imágenes del primer intervalo dividido $S1$ del objeto S en el intervalo de baja energía para, como se muestra en la figura 8(b), generar en primer lugar los primeros datos de imagen divididos $S1_L$. A partir de entonces, el objeto S se mueve a una velocidad de transporte de 0,8 mm/milisegundo, y después de un milisegundo, del primer intervalo dividido $S1$ del objeto S, una parte correspondiente a 0,4 mm iniciales se localiza sobre un plano de detección, que es una región de formación de imágenes del detector de alta energía 42, y una parte correspondiente a los 0,4 mm restantes se localiza sobre la región de zona muerta 82. En la presente realización que usa el tiempo de retardo T, la detección de rayos X en el detector de alta energía 42 se retarda un tiempo hasta que el objeto S se mueve otros 0,4 mm, de tal manera que la posición dividida predeterminada en la parte delantera del objeto S no se localiza sobre la región de zona muerta 82. El tiempo de retardo T, en las condiciones descritas anteriormente, se calcula como 0,5 milisegundos a partir de la fórmula (1).

El detector 42 de alta energía adquiere los primeros datos de imagen divididos $S1_H$ correspondientes al primer intervalo dividido $S1$ del sujeto S, debido a la señal de pulso de control del sensor de alta energía con el tiempo de retardo T proporcionado como 0,5 milisegundos, cuando el primer intervalo dividido $S1$ del objeto S ha pasado la región de zona muerta 82, es decir, todo el primer intervalo dividido $S1$ del objeto S ha alcanzado el plano de detección del detector de alta energía 42. Además, antes de que el detector 42 de alta energía genere los primeros datos de imagen divididos $S1_H$ (antes de que transcurra el tiempo de retardo T), el detector de baja energía 32 genera los segundos datos de imagen divididos $S2_L$ siguiendo los primeros datos de imagen divididos $S1_L$.

Entre los primeros datos de imagen divididos $S1_L$ generados por el detector de baja energía 32 y los primeros datos de imagen divididos $S1_H$ generados por el detector de alta energía 42, no hay discordancia basada en el ancho de zona muerta NW de la región de zona muerta 82 y la velocidad a la que el objeto S se mueve a través de esa región de zona muerta 82 (es decir, la velocidad de transporte M), y como se muestra en las figuras 8 (b) y (c), ambos datos de imagen se corresponden. A continuación, mientras que ambos datos de imagen siguen correspondiéndose, el detector de baja energía 32 y el detector de alta energía 42 que están controlados por las señales de pulso de control emitidas a la misma frecuencia en consideración del tiempo de retardo T basado en el ancho de zona muerta NW, etc., detectan sucesivamente los rayos X transmitidos para generar los datos de imagen divididos restantes. Como resultado, el detector de baja energía 32 que detecta los rayos X transmitidos desde el objeto S en el intervalo de baja energía genera los datos de imagen divididos (cinco conjuntos de datos de imagen divididos de $S1_L$, $S2_L$, $S3_L$, $S4_L$ y

S_{5L}) para una imagen de baja energía como se muestra en la figura 8 (b), mientras que el detector de alta energía 42 que detecta los rayos X transmitidos desde el objeto S en el intervalo de alta energía genera los datos de imagen divididos (cinco conjuntos de datos de imagen divididos de S_{1H}, S_{2H}, S_{3H}, S_{4H} y S_{5H}) para obtener una imagen de alta energía como se muestra en la figura 8 (c). Además, ambos datos de imagen corresponden respectivamente a los intervalos de imagen del objeto S.

En este caso, comparar los datos de imagen divididos mostrados en la figura 8 (b) y los datos de imagen divididos mostrados en la figura 8 (c) indica que existe correspondencia obtenida entre ambos datos de imagen divididos por referencia al objeto S, debido al tiempo de retardo T basado en el ancho de zona muerta NW y la velocidad de transporte M. Por lo tanto, por ejemplo, un sitio donde los datos sobre una parte de una sustancia extraña O están más contenidos es un conjunto de datos de imagen, tal como los datos de imagen divididos S_{4L}, en una imagen de baja energía por el detector de baja energía 32, y también en una imagen de alta energía por el detector de alta energía 42, el sitio es un conjunto de datos de imágenes, tal como los datos de imagen divididos S_{4H}. Además, una salida de baja energía correspondiente a la imagen de baja energía, como se muestra en la figura 8 (d), cambia notablemente

en el valor de detección en un solo paso de píxel correspondiente a los datos de imagen divididos S_{4L} para indicar una posición donde está contenida la sustancia extraña O, y una salida de alta energía correspondiente a la imagen de alta energía, como se muestra en la figura 8 (e), también cambia notablemente en el valor de detección en un solo paso de píxel correspondiente a los datos de imagen divididos S_{4H} para indicar una posición donde está contenida la sustancia extraña O. Como resultado, el sitio y la cantidad de cambio en el valor de dirección son coincidentes entre ambas salidas de energía. Sin embargo, la sustancia extraña O no necesita estar siempre contenida en una imagen dividida, y es suficiente que una imagen dividida donde la sustancia extraña O esté contenida en una imagen de baja energía y una imagen dividida donde la sustancia extraña O esté contenida en una imagen de alta energía sean coincidentes.

El procesador de imágenes 70, en un intento de adquirir una imagen de sustracción basada en los datos del valor de detección (consúltense las figuras 8 (d) y (e)) coincidentes en el sitio y la cantidad de cambio en el valor de detección como tal, como resultado del sitio y la cantidad de cambio en el valor de detección debido a que el objeto extraño O se vuelve claro, puede adquirir una imagen de sustracción donde se muestra con precisión la posición de la sustancia extraña O en el objeto S. Es más, debido a que los datos de imagen divididos correspondientes a cada valor de detección se corresponden respectivamente, una parte ascendente en el brillo de cada parte de borde mostrada en la figura 8 (f) también se vuelve distinta. Como resultado, puede adquirirse una imagen de sustracción donde se muestra con mayor precisión la posición de la sustancia extraña O en el objeto S. De esta manera, como resultado de que la temporización de detección en el detector de baja energía 32 y la temporización de detección en el detector de alta energía 42 se controlan con precisión debido al tiempo de retardo T basado en el ancho de zona muerta NW y la velocidad de transporte M, puede prevenirse la disminución en la precisión de detección de una sustancia extraña debido a la discordancia y el desenfoque como se ha descrito anteriormente, de tal manera que es posible detectar una sustancia extraña con precisión.

Como se ha descrito anteriormente, en el sistema de adquisición de imágenes de rayos X 1, la sección de control de temporización 50, basándose en el ancho de zona muerta NW de la región de zona muerta 82 y en la velocidad de transporte M, controla para retardar la temporización de detección de al menos el detector de alta energía 42 de tal manera que los datos de imagen de baja energía a generar por el detector de baja energía 32 y los datos de imagen de alta energía a generar por el detector de alta energía 42 se correspondan entre sí. La temporización de detección en el detector de alta energía 42 donde se ha producido un cambio (retardo, etc.) con respecto a la temporización de detección en el detector de baja energía 32 debido a la existencia de la región de zona muerta 82 se ajusta de este modo, de tal manera que los datos de imagen de baja energía a generar por el detector de baja energía 32 y los datos de imagen de alta energía a generar por el detector de alta energía 42 se corresponden entre sí. Y, en una imagen de sustracción que se adquiere a partir de dos conjuntos de datos de imagen de energía que se corresponden entre sí, se vuelven claros los cambios en el valor de detección que indican que una sustancia extraña y se reduce una parte del borde no clara. Como resultado, puede mejorarse la precisión de detección de una sustancia extraña O, etc., contenida en el objeto S.

Es más, en la realización mencionada anteriormente, se proporciona la sección de cálculo de temporización 60 para calcular la temporización de detección basándose en el ancho de zona muerta NW y la velocidad de transporte M. La sección de control de tiempo 50, usando la temporización de detección calculada por la sección de cálculo de temporización 60, puede controlar la temporización de detección, etc., del detector de baja energía para generar una imagen de sustracción con una parte de borde poco clara reducida.

El detector de baja energía 32 es un sensor de línea que genera datos de imagen de baja energía en sucesivos datos de imagen divididos, el detector de alta energía 42 es un sensor de línea que genera datos de imagen de alta energía en sucesivos datos de imagen divididos, y la sección de control de temporización 50 está estructurada con el fin de controlar para retardar la temporización de detección de al menos el sensor de línea del detector de alta energía 42 basándose en el ancho de zona muerta NW y la velocidad de transporte M de tal manera que son coincidentes un intervalo de detección en el objeto S indicado en los datos de imagen divididos por un sensor de línea de acuerdo con el detector de baja energía 32 y un intervalo de detección en el objeto S indicado en los datos de imagen divididos por un sensor de línea de acuerdo con el detector de alta energía 42. Controlando de este modo para retardar la

temporización de detección del sensor de línea del detector de alta energía 42 de tal manera que coincidan los intervalos de detección del objeto S indicados por los datos de imagen divididos, en una imagen de sustracción, se vuelven claros los cambios en el valor de detección que indican que una sustancia extraña y se reduce una parte del borde no clara.

- 5 Aunque en lo anterior se ha descrito una realización preferida de la presente invención, la presente invención no se limita en modo alguno a la realización mencionada anteriormente, y pueden realizarse diversas modificaciones. Por ejemplo, en la realización mencionada anteriormente, se ha dado una descripción en el caso donde las FOD y FDD mostradas en la figura 2 son iguales entre sí y, por lo tanto, una imagen de transmisión de rayos X no se aumenta, sin embargo, la presente invención también puede aplicarse a un caso donde FOD y FDD son diferentes entre sí para provocar un aumento. La relación de aumento R es 2 veces cuando, por ejemplo, FOD: FDD = 1:2, y una imagen de transmisión de rayos X también se aumenta 2 veces. Si, por ejemplo, la velocidad de transporte M es de 0,4 mm/milisegundo, se proyecta una imagen en cada detector 32, 42 a una velocidad igual a 0,8 mm/milisegundo. El tiempo de retardo T en consideración de tal relación de aumento se calcula usando la siguiente fórmula (2) en lugar de la fórmula (1).

$$T = NW/(MxR) \dots (2)$$

- 20 Además, la relación de aumento R se introduce en la sección de cálculo de temporización 60 desde un dispositivo de almacenamiento (no mostrado) o similares en el sistema de adquisición de imágenes de rayos X 1.

Es más, en la realización mencionada anteriormente, aunque se ha dado una descripción asumiendo que el objeto S prácticamente no tiene espesor, la presente invención también puede aplicarse a un caso donde el objeto S tiene un espesor predeterminado, por ejemplo, como se muestra en las figuras 9. En este caso, la FOD se calcula haciendo referencia a la altura de una parte de superficie inferior del objeto S para determinar una relación de aumento R, y el tiempo de retardo T se calcula mediante la fórmula (2) o similares. A continuación, el objeto S se transporta por la cinta transportadora 10 como en la realización mencionada anteriormente para, como se muestra en la figura 9(a), detectar en primer lugar una imagen de baja energía en la región R1 del objeto S mediante el detector de baja energía 32 y generar los datos de imagen de baja energía. A partir de entonces, el objeto S se mueve en la dirección de transporte A de acuerdo con el tiempo de retardo T para, como se muestra en la figura 9(b), detectar una imagen de alta energía en la región R2 del objeto S mediante el detector de alta energía 42 y generar los datos de imagen de alta energía. La región R1 y la región R2 son sustancialmente coincidentes en un plano de irradiación inferior R1a, R2a de una superficie inferior ilustrada del objeto S, y la imagen de baja energía en la región R1 y la imagen de alta energía en la región R2, como se muestra en la figura 10, incluyen los datos de transmisión de rayos X de una parte correspondiente a una región compartida R3. Cuanto mayor sea la región compartida R3, menor discordancia se genera entre ambas imágenes de energía, de tal manera que puede mejorarse la precisión de detección de la sustancia extraña O contenida en el objeto S.

40 Se dará una descripción, como un caso donde el objeto S tiene un espesor como tal, de un caso donde el espesor del objeto S es de 100 mm, la distancia entre el irradiador de rayos X 20 y cada detector 32, 42 es de 600 mm, la distancia entre el detector 32, 42 y el objeto S (superficie inferior) es de 10 mm, la distancia entre el irradiador de rayos X 20 y el objeto S (superficie superior) es de 490 mm, el ancho de detección LW, HW de cada detector 32, 42 es de 0,8 mm, y el ancho de zona muerta NW de la región de zona muerta 82 es de 0,4 mm. Además, el irradiador de rayos X 20 está dispuesto con el fin de localizarse sobre una parte media de la región de zona muerta 82 entre ambos detectores 32, 42. En este caso, los rayos X de transmisión a irradiar con un ancho de detección de 0,8 mm tienen un ancho de aproximadamente 0,787 mm en una posición (plano de irradiación inferior R1a, R2a) 10 mm más cerca del irradiador de rayos X 20 desde el detector 32, 42, y tienen un ancho de aproximadamente 0,653 mm en una posición (plano de irradiación superior R1b, R2b) 110 mm más cerca del irradiador de rayos X 20 desde el detector 32, 42. A continuación, como resultado de hacer coincidir los planos de irradiación inferiores R1a y R2a con un ancho de aproximadamente 0,787 mm, una superposición (región compartida R3) en el intervalo de irradiación entre el lado de baja energía y el lado de alta energía da como resultado aproximadamente el 70 %. Además, cuando, como se muestra en la figura 11, el plano de irradiación inferior R1a de la región R1 y el plano de irradiación inferior R2a de la región R2 no son completamente coincidentes (cuando, por ejemplo, hay 0,2 mm de discordancia en el ejemplo descrito anteriormente), la parte compartida R3 entre los mismos es más pequeña que la mostrada en la figura 10, y la superposición en el intervalo de irradiación entre el lado de baja energía y el lado de alta energía da como resultado, por ejemplo, aproximadamente el 40 %. En este caso, aumenta la discordancia entre ambas imágenes de energía, de tal manera que puede disminuir la precisión de detección de una sustancia extraña contenida en el objeto S.

60 Es más, en la realización mencionada anteriormente, la imagen de baja energía y la imagen de alta energía se emiten por separado, desde la interfaz de salida 34d de la sección de corrección de imágenes de baja energía 34 y la interfaz de salida 44d de la sección de corrección de imágenes de alta energía 44, al procesador de imágenes 70, sin embargo, como se muestra en la figura 12, ambas imágenes de energía pueden emitirse desde una interfaz de salida común 36a al procesador de imágenes 70. Es más, en la realización mencionada anteriormente, se proporciona una configuración que incluye el detector de baja energía 32 en un lado corriente arriba en la dirección de transporte A, y en un lado corriente abajo, un detector de alta energía 42, sin embargo, el detector de alta energía 42 puede proporcionarse en un lado corriente arriba en la dirección de transporte A, y el detector de baja energía 32, en un lado

- corriente abajo. Además, en la realización mencionada anteriormente, la temporización de detección del detector de alta energía 42 se retarda un tiempo predeterminado T, sin embargo, la temporización de detección del detector de baja energía 32 puede adelantarse un tiempo predeterminado T a la inversa, o puede ser posible adelantar la temporización de detección del detector de baja energía 32 así como retardar la temporización de detección del detector de alta energía 42 con el fin de cambiar ambos tiempos de detección por un tiempo predeterminado T. Es más, en la realización mencionada anteriormente, se controla la temporización de detección en los dos intervalos de baja energía y alta energía, sin embargo, por supuesto, puede ser posible controlar la temporización de detección en tres o más intervalos.
- 5 10 15 20
- Es más, en la realización mencionada anteriormente, se ha dado una descripción del caso donde un intervalo de longitud de onda de baja energía y un intervalo de longitud de onda de alta energía se superponen hasta cierto punto, sin embargo, un intervalo de longitud de onda de baja energía y un intervalo de longitud de onda de alta energía no pueden superponerse parcialmente. Es más, en la realización mencionada anteriormente, se ha dado una descripción en un ejemplo donde se proporcionan dos sensores de línea en un chip, sin embargo, los dos detectores 32, 42 no necesitan estar siempre en un chip, pueden disponerse dos detectores independientes en paralelo para tener un ancho más amplio de la región de zona muerta. Además, en la presente realización, se usa una fuente puntual como fuente de rayos X, por supuesto, puede usarse una fuente de rayos X en forma de línea. Aunque, en la realización mencionada anteriormente, el sistema de adquisición de imágenes de rayos X 1 se usa para la detección de la sustancia extraña O del objeto S, el sistema de adquisición de imágenes de rayos X 1 puede usarse para una inspección de equipaje, etc.

Es preferible que el primer detector sea un primer sensor de línea que genere los primeros datos de imagen de radiación en datos de imagen divididos sucesivamente, el segundo detector es un segundo sensor de línea que genera los segundos datos de imagen de radiación en datos de imagen divididos sucesivamente, y la sección de control de temporización controla para retardar la temporización de detección de al menos el segundo sensor de línea basándose en un ancho de la región predeterminada de tal manera que un intervalo de detección en el objeto de los datos de imagen divididos por el primer sensor de línea y un intervalo de detección en el objeto de los datos de imagen divididos por el segundo sensor de línea son coincidentes. Controlando de este modo para retardar la temporización de detección del segundo sensor de línea de tal manera que se igualen los intervalos de detección del objeto indicados por los datos de imagen divididos, puede reducirse de manera confiable una parte de borde poco clara en una imagen de sustracción.

25 30 35

El ancho de la región predeterminada es un ancho a lo largo de la dirección del lado corto del primer detector o el segundo detector y más pequeño que un ancho de detección para detectar la radiación en el primer detector o el segundo detector. El ancho de la región predeterminada que es estrecho permite evitar el desenfoque geométrico en una imagen de sustracción basándose en una imagen de radiación a generar por el primer detector o el segundo detector.

40 45 50

El sistema de adquisición de imágenes por radiación puede incluir una sección de generación de imágenes compuestas para generar una imagen compuesta sintetizando los datos de imagen de radiación generados por el primer detector y los datos de imagen de radiación generados por el segundo detector mientras se controlan por la sección de control de temporización con el fin de corresponderse entre sí. Una sección de generación de imagen compuesta de este tipo permite adquirir una imagen de sustracción con una parte de borde poco clara reducida.

Es preferible que la sección de control de temporización controle la temporización de detección de al menos el segundo detector, basándose en una relación de aumento que es una relación entre la distancia entre el irradiador de radiación y el objeto y la distancia entre el irradiador de radiación y el primer detector o el segundo detector, además del ancho de la región predeterminada y la velocidad de transporte mencionados anteriormente. Realizar el control que incluye la relación de aumento permite realizar la detección de una sustancia extraña contenida en el objeto y una inspección de equipaje, etc., con mayor precisión.

Aplicabilidad Industrial

55

La presente invención está dirigida a un dispositivo de detección de radiación, un sistema de adquisición de imágenes por radiación, un sistema de inspección de radiación y un método de detección de radiación, y puede mejorar la precisión de detección de una sustancia extraña, etc., contenida en un objeto.

Lista de signos de referencia

1	sistema de adquisición de imágenes de rayos X
10	cinta transportadora
20	irradiador de rayos X
30	sección de adquisición de imágenes de baja energía
32	detector de baja energía
34	sección de corrección de imágenes de baja energía
40	sección de adquisición de imágenes de alta energía

42	detector de alta energía
44	sección de corrección de imágenes de alta energía
50	sección de control de temporización
60	sección de cálculo de temporización
70	procesador de imágenes
80	dispositivo de adquisición de imágenes dual
82	región de zona muerta
84	base
86	sensor de energía dual
A	dirección de transporte
M	velocidad de transporte
0	objeto extraño
R	relación de aumento
S	objeto
T	tiempo de retardo
HW, LW	ancho de detección
R1, R2	región de irradiación
R3	región compartida

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de detección de rayos X, que comprende:

- 5 un primer sensor de línea (32) para detectar los rayos X que se transmiten a través del objeto y que generan unos primeros datos de imágenes de rayos X;
- 10 un segundo sensor de línea (42), dispuesto en paralelo al primer sensor de línea con una región de zona muerta que tiene un ancho predeterminado intercalada entre los mismos y para detectar los rayos X que se transmiten a través del objeto y que generan unos segundos datos de imágenes de rayos X, en donde el primer sensor de línea (32) detecta rayos X en un primer intervalo de energía y el segundo sensor de línea (42) detecta rayos X en un segundo intervalo de energía, siendo uno de estos intervalos de energía un intervalo de baja energía y siendo el otro un intervalo de alta energía; y
- 15 una sección de control de temporización (50) para emitir unos primeros pulsos de control al primer sensor de línea (32) y para emitir unos segundos pulsos de control al segundo sensor de línea (42), **caracterizado por que:**
- 20 el ancho predeterminado es más estrecho que un ancho de detección del primer sensor de línea y que un ancho de detección del segundo sensor de línea, y
- 25 la sección de control de temporización (50) está configurada para controlar de modo que retarde la temporización de detección de al menos el segundo sensor de línea con respecto a la temporización de detección del primer sensor de línea de tal manera que los primeros datos de imágenes de rayos X y los segundos datos de imágenes de rayos X se correspondan entre sí.

2. El dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1,

- 25 en el que el primer sensor de línea (32) y el segundo sensor de línea (42) están configurados para fijarse sobre una base (84).

3. El dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2,

- 30 en el que una frecuencia de los segundos pulsos de control y una frecuencia de los primeros pulsos de control son iguales, y un punto ascendente de los segundos pulsos de control retarda un punto ascendente de los primeros pulsos de control mediante un tiempo de retardo.

4. El dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,

- 35 en el que se establece el ancho predeterminado para que sea lo más estrecho posible con un espesor mínimo tal que evite que los electrones en cada sensor de línea (32, 42) fluyan hacia el otro sensor de línea.

5. El dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,

- 30 en el que la sección de control de temporización está configurada para generar los primeros pulsos de control y los segundos pulsos de control usando un bucle de seguimiento de fase o un oscilador de alta frecuencia.

40 6. Un sistema de inspección por rayos X, que comprende:

- 45 un irradiador de rayos X (20) para irradiar a un objeto con rayos X;
- 50 una sección de transporte (10) para transportar el objeto en la dirección de transporte a una velocidad de transporte predeterminada; y
- 55 el dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

7. Un método de detección de rayos X, que comprende:

- 50 emitir unos primeros pulsos de control a un primer sensor de línea (32);
- 55 detectar los rayos X que se transmiten a través del objeto mediante el primer sensor de línea (32); emitir unos segundos pulsos de control a un segundo sensor de línea (42), dispuesto en paralelo al primer sensor de línea (12) con una región de zona muerta que tiene un ancho predeterminado intercalada entre los mismos, en donde el primer sensor de línea (32) detecta rayos X en un primer intervalo de energía y el segundo sensor de línea (42) detecta rayos X en un segundo intervalo de energía, siendo uno de estos intervalos de energía un intervalo de baja energía y siendo el otro un intervalo de alta energía; y
- 60 detectar los rayos X que se transmiten a través del objeto mediante el segundo sensor de línea (42), **caracterizado por que:**
- 65 el ancho predeterminado es más estrecho que un ancho de detección del primer sensor de línea (32) y que un ancho de detección del segundo sensor de línea (42), y
- 70 el retardo de la temporización de detección de al menos el segundo sensor de línea (42) con respecto a la temporización de detección del primer sensor de línea (32) se controla de tal manera que los primeros datos de imágenes de rayos X y los segundos datos de imágenes de rayos X se correspondan entre sí.

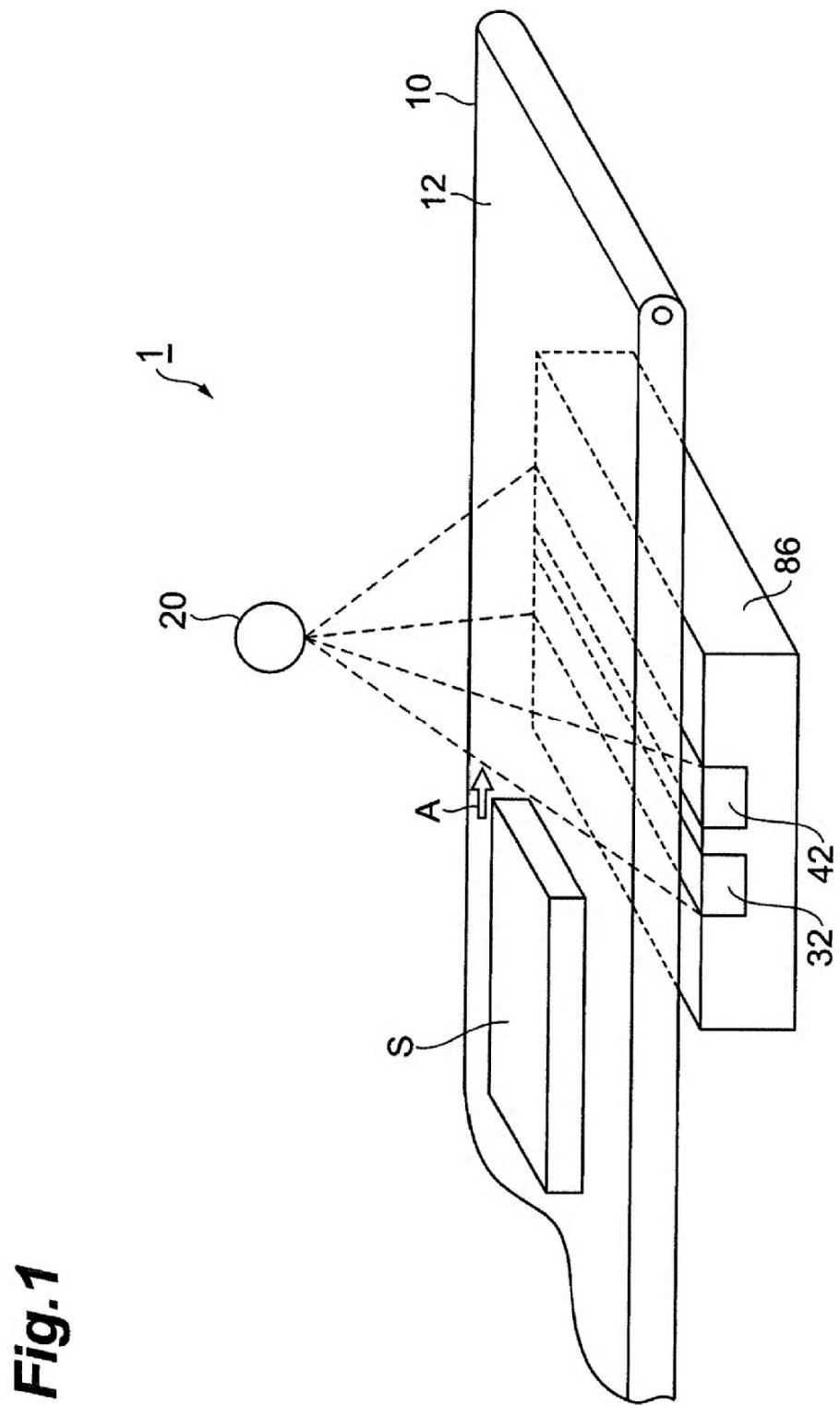


Fig.1

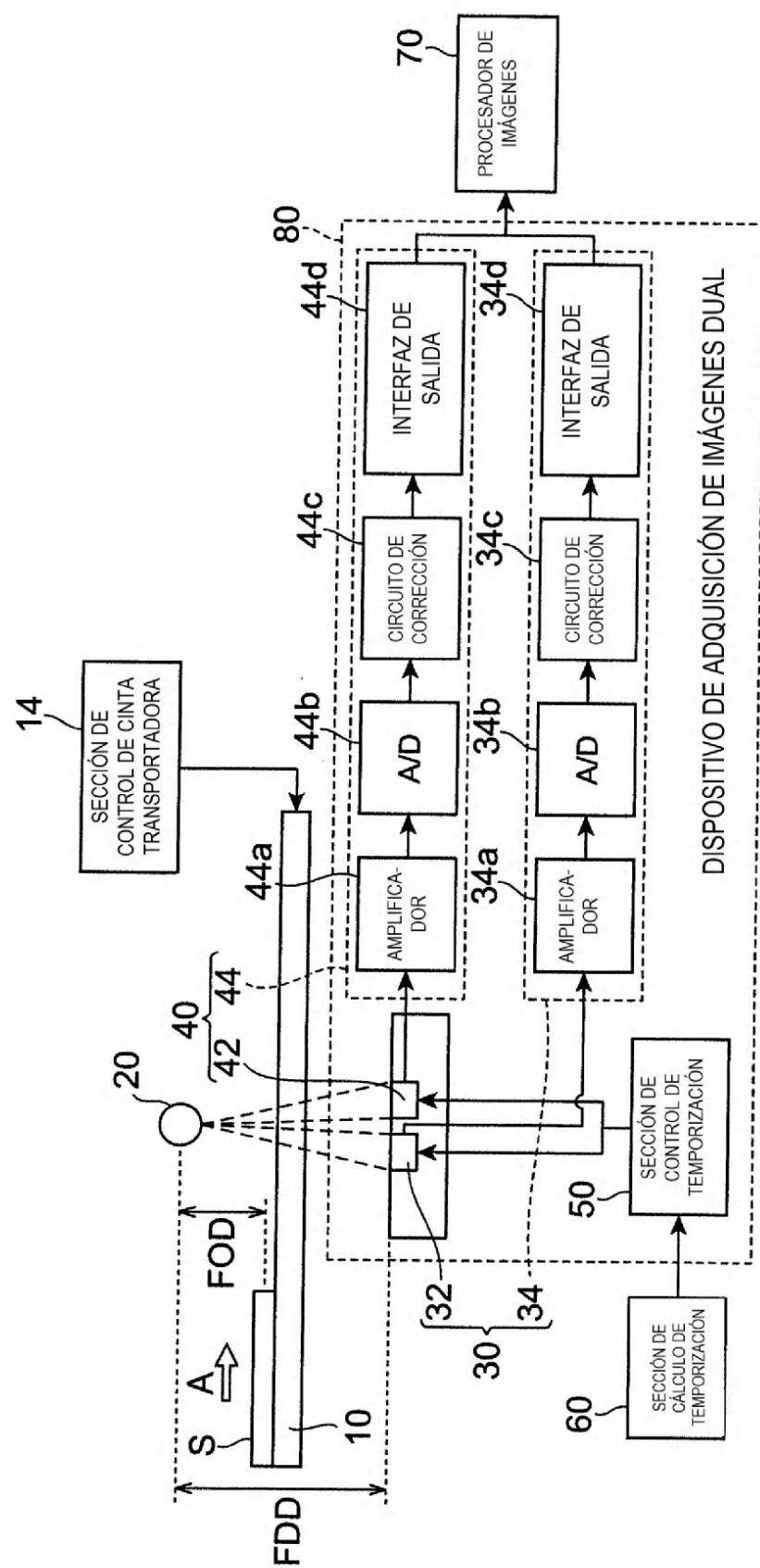
Fig. 2

Fig.3

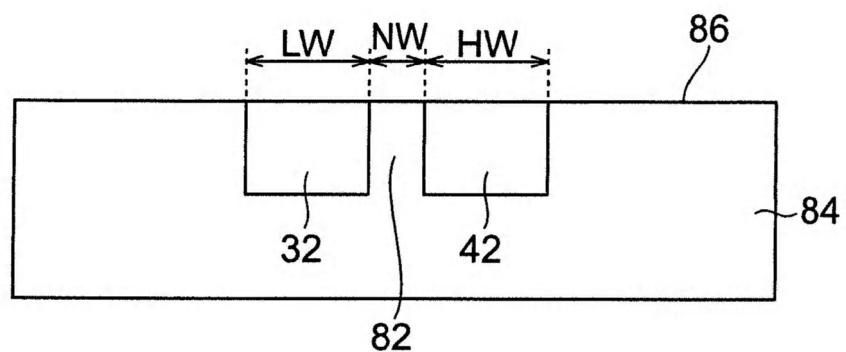


Fig.4

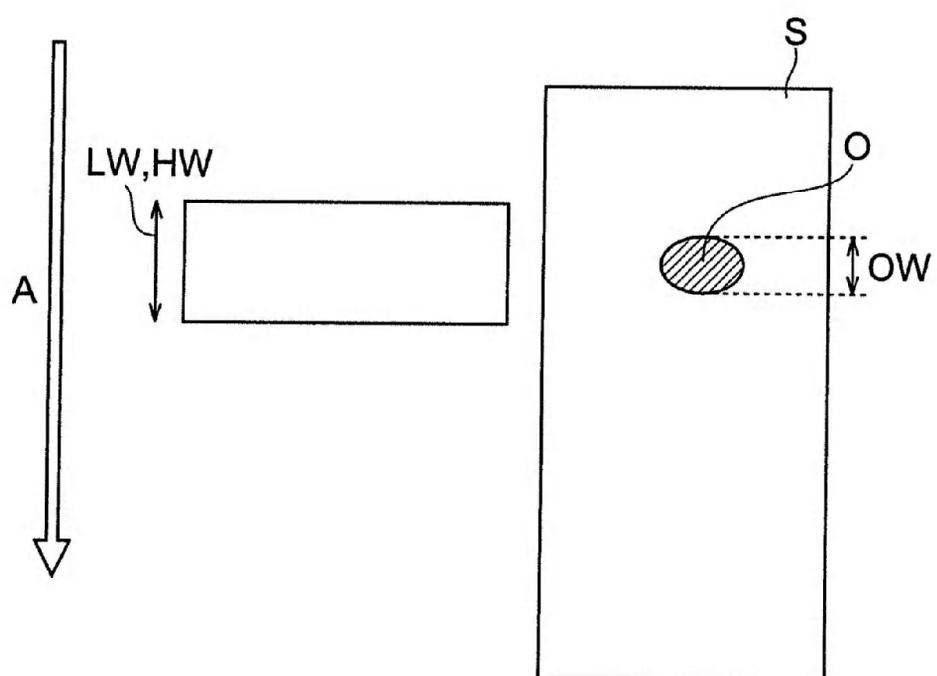


Fig.5

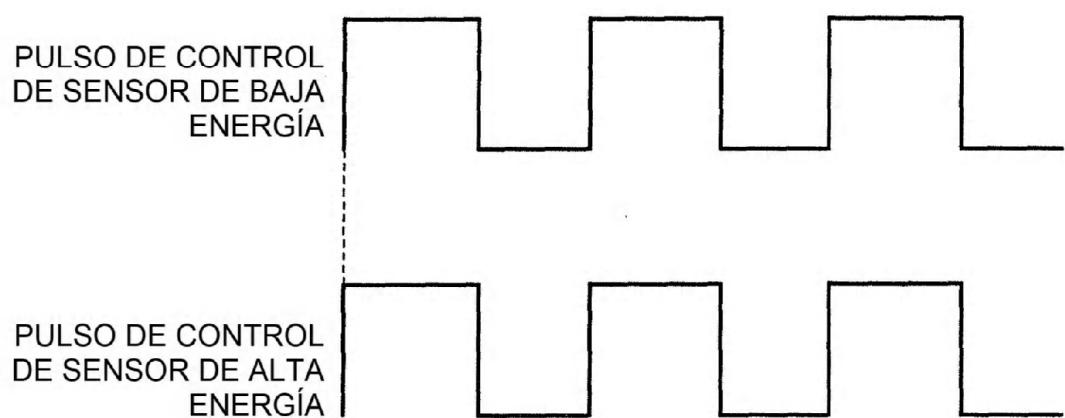


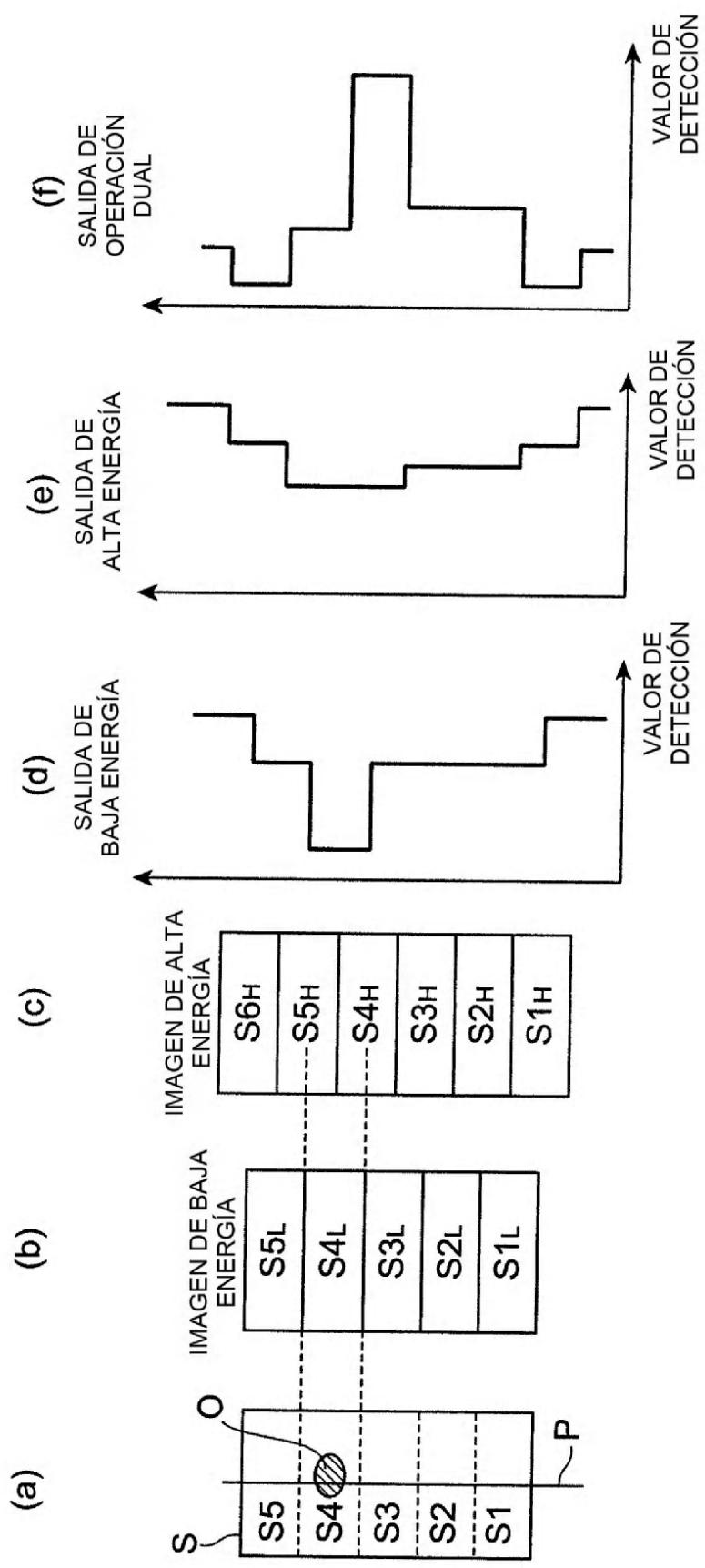
Fig.6

Fig.7

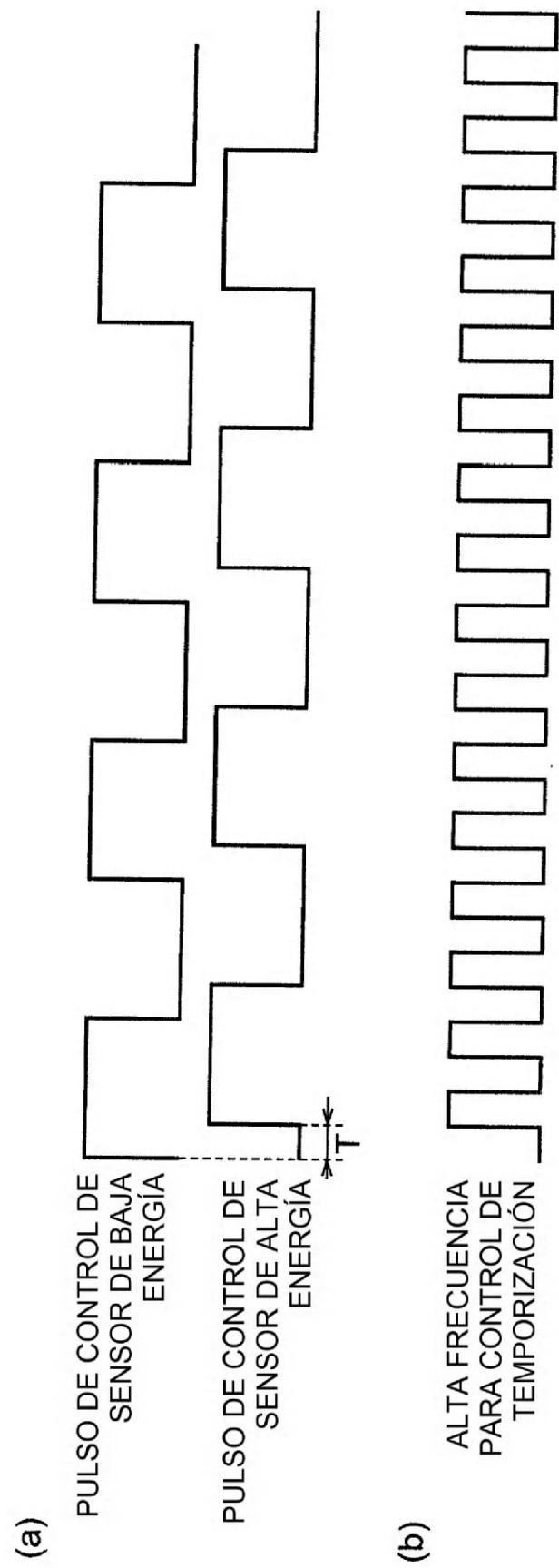


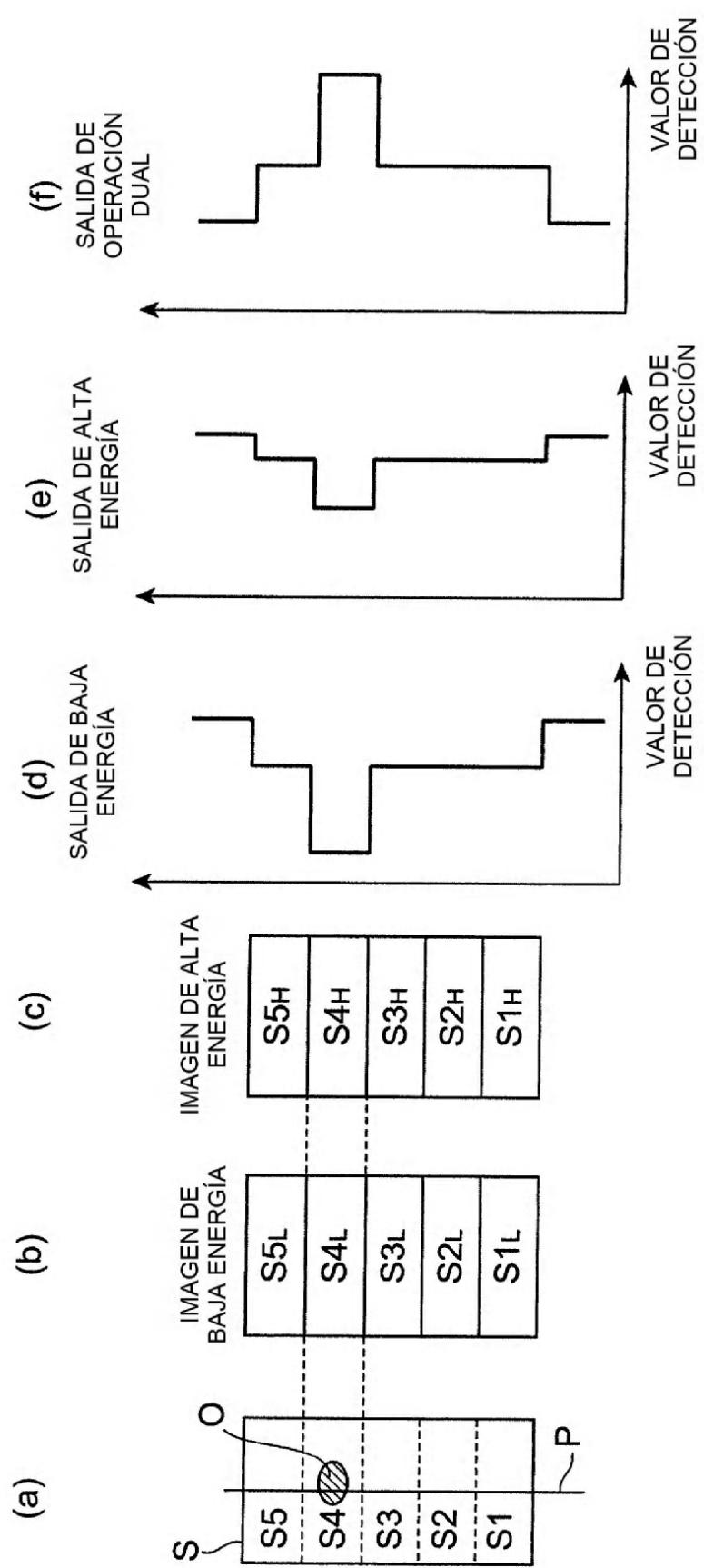
Fig.8

Fig.9

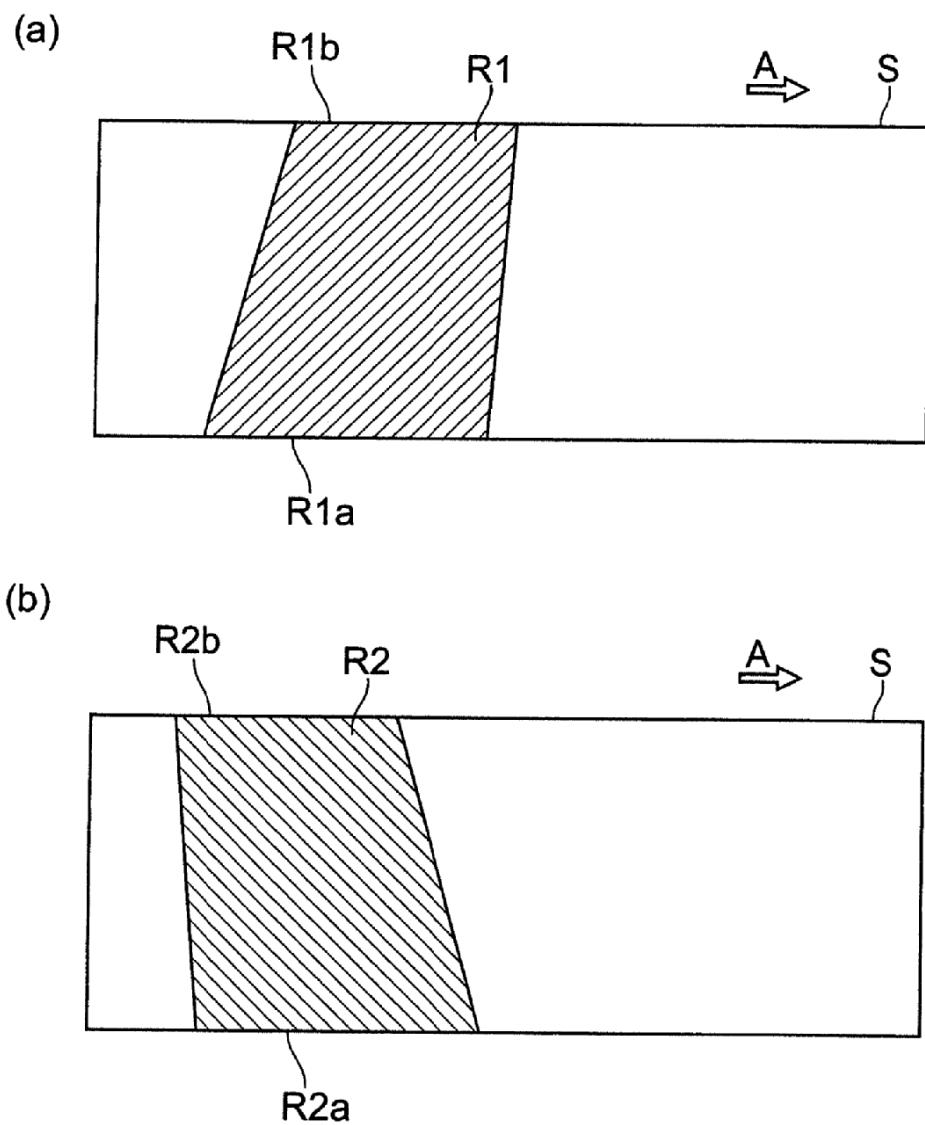


Fig.10

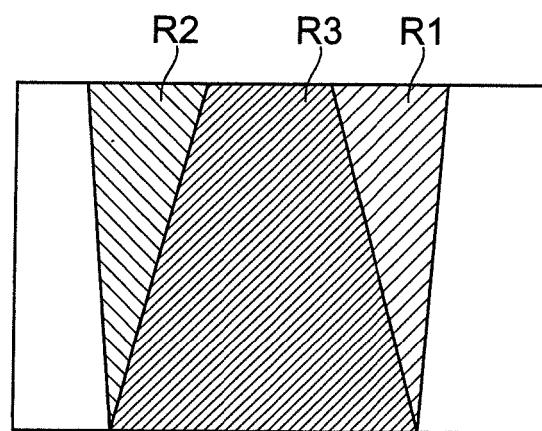


Fig. 11

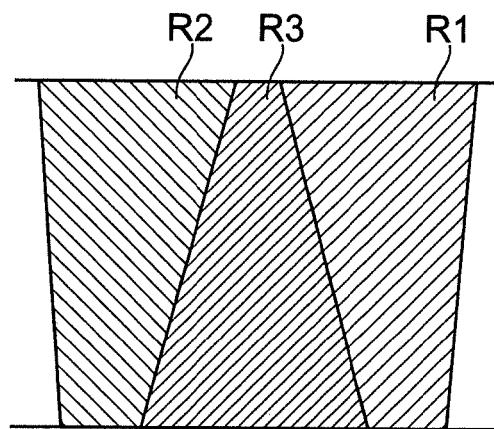


Fig.12