

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 839 251**

51 Int. Cl.:

**G01T 7/00** (2006.01)

**G01N 23/087** (2008.01)

**G01N 23/18** (2008.01)

**G01T 1/20** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2016 PCT/JP2016/086586**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17110508**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2016 E 16878400 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2020 EP 3396419**

54 Título: **Dispositivo de detección de radiación, sistema de inspección de radiación y método para ajustar un dispositivo de detección de radiación**

30 Prioridad:

**21.12.2015 JP 2015248651**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.07.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ONISHI, TATSUYA**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 839 251 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 inspección de radiación y método para ajustar un dispositivo de detección de radiación

5

### Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de detección de radiación, un sistema de inspección de radiación y un método para ajustar un dispositivo de detección de radiación.

10

### Antecedentes de la técnica

Se practica ampliamente que un sujeto de prueba, tal como un producto farmacéutico o alimenticio, se irradia con rayos X y se inspecciona para detectar la presencia o ausencia de una materia extraña en el sujeto a partir de una imagen de rayos X transmitida del mismo. Para la inspección se utiliza un dispositivo de detección de rayos X que incluye un sensor de línea para detectar una imagen de transmisión mediante rayos X emitidos desde una fuente de rayos X hacia el sujeto. El dispositivo de detección de rayos X adopta, por ejemplo, una configuración en la que dos sensores de línea están dispuestos en paralelo de tal manera que detectan rayos X en diferentes rangos de energía, en un caso en donde las materias extrañas a detectar sean diferentes (por ejemplo, si la materia extraña es una pieza de hueso o de metal incluido en la carne). En el caso de obtener una imagen de resta de imágenes de rayos X a través de los dos sensores de línea, es preferible reducir el intervalo entre los sensores de línea para obtener una imagen más clara. Por consiguiente, por ejemplo, se ha propuesto formar dos sensores de línea en paralelo sobre un sustrato de sensor común y reducir el intervalo (región de zona muerta) entre los dos sensores de línea (por ejemplo, consulte la figura 3 en la Literatura de patentes 1).

15

20

25

### Lista de citaciones

#### Literatura de patentes

30

Literatura de patente 1: Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 2010-117170, el miembro de la familia japonesa del documento EP 2 352 014 A1.  
Literatura de patente 2: Publicación de Patente No Examinada Japonesa n.º 2002-168803

35

El documento JP 2005-321 334 A divulga un dispositivo de formación de imágenes de rayos X con un filtro dentro de una carcasa.

### Sumario de la invención

#### Problema técnico

40

A propósito, en el dispositivo de detección de rayos X capaz de detectar diferentes materias extrañas, es preferible que el dispositivo pueda cambiar de manera flexible la sensibilidad de detección para detectar rayos X en varios rangos de energía de acuerdo con el uso, teniendo en cuenta la relación S/N. En este caso, es necesario cambiar el centelleador o agregar un filtro para el ajuste. Sin embargo, es difícil reemplazar el centelleador cada vez que se realiza un ajuste. Por otro lado, la configuración de cambio de filtro se propone en la literatura de patentes 2, por ejemplo. Sin embargo, de acuerdo con la configuración de la Literatura de patentes 2, los sensores son relativamente grandes e independientes entre sí. Es difícil de aplicar, como están las cosas, a la configuración en la que los dos sensores de línea están dispuestos uno cerca del otro como en la Literatura de patentes 1.

45

50

La presente invención se ha realizado en vista de tales problemas y tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo de detección de radiación que incluye sensores de línea dispuestos uno cerca del otro, el dispositivo es capaz de cambiar fácilmente la sensibilidad de detección a cualquiera de las diversas bandas de energía, un sistema de inspección de radiación que incluye el dispositivo de detección de radiación y un método para ajustar el dispositivo de detección de radiación.

55

#### Solución al problema

Un dispositivo de detección de radiación de acuerdo con un aspecto de la presente invención es un dispositivo de detección de radiación para detectar radiación que se irradia a un sujeto de prueba desde una fuente de radiación y se transmite a través del sujeto de prueba. El dispositivo de detección de radiación es como se define en la reivindicación independiente 1 y comprende un filtro que atenúa una parte de la radiación incidente; un detector que detecta la radiación con una parte de la misma que ha sido atenuada por el filtro; una carcasa que coloca el detector en su interior; y un soporte dispuesto en una superficie principal de la carcasa para sostener el filtro, incluyendo el soporte una primera hendidura que permite el paso de la radiación incidente. En el dispositivo de detección de radiación, el detector comprende un primer sensor de línea que incluye píxeles que tienen un primer ancho de píxel, estando los píxeles dispuestos unidimensionalmente; y un sensor de segunda línea que incluye píxeles que tienen

60

65

un segundo ancho de píxel, estando los píxeles dispuestos unidimensionalmente, estando dispuesto el segundo sensor de línea en paralelo al primer sensor de línea con un intervalo más estrecho que el primer y segundo ancho de píxel, el soporte sostiene el filtro en una posición predeterminada para que el filtro pueda cubrir al menos una parte de la primera hendidura, y el segundo sensor de línea detecta la radiación atenuada por el filtro.

5 El dispositivo de detección de radiación está provisto de, como el detector, los sensores de primera y segunda línea dispuestos uno cerca del otro. El soporte sostiene el filtro en la posición predeterminada para que una parte de la primera hendidura incluida en el soporte pueda cubrirse con el filtro, permitiendo así que el sensor de la segunda línea detecte la radiación atenuada por el filtro. Tal como se describió anteriormente, el soporte capaz de colocar el  
10 filtro se proporciona por separado, que puede cambiar fácilmente el tipo de filtro que atenúa la radiación. Como resultado, de acuerdo con el aspecto de la presente invención, en el dispositivo de detección de radiación donde los sensores de línea están dispuestos uno cerca del otro, las sensibilidades de detección se pueden cambiar fácilmente a varias bandas de energía.

15 En el dispositivo de detección de radiación descrito anteriormente, el soporte puede comprender una sección de posicionamiento que posiciona el filtro de modo que la primera hendidura pueda cubrirse parcialmente con el filtro. En este caso, ya que la sección de posicionamiento está incluida en el soporte, incluso con el reemplazo de varios filtros que tienen diferentes materiales y espesores, el filtro reemplazado está colocado de forma segura en el sitio predeterminado, que puede mantener fácilmente el estado en donde el primer sensor de línea detecta que la radiación no ha sido atenuada por el filtro y el segundo sensor de línea detecta que la radiación ha sido atenuada por  
20 el filtro. En este caso, es preferible que la sección de posicionamiento tenga una configuración de fijación del filtro en los extremos opuestos en la dirección longitudinal. Tal adopción de la configuración de fijación en los extremos opuestos puede suprimir los efectos adversos y similares de la sección de posicionamiento en la detección de radiación en una región central.

25 En el dispositivo de detección de radiación descrito anteriormente, la distancia entre el filtro y el sensor de la segunda línea puede oscilar entre 10 y 30 mm, inclusive. En este caso, los efectos adversos de la radiación dispersa de la radiación emitida pueden reducirse y la radiación transmitida puede ser detectada por cada uno de los sensores de línea con una alta sensibilidad.

30 En el dispositivo de detección de radiación descrito anteriormente, el detector puede comprender además un primer centelleador dispuesto sobre el primer sensor de línea, y un segundo centelleador dispuesto sobre el segundo sensor de línea. En este caso, por ejemplo, se pueden adoptar centelleadores que tienen diferentes prestaciones como primer y segundo centelleadores, y se pueden adoptar los mismos sensores como sensores de primera y  
35 segunda línea. Por otro lado, los sensores de primera y segunda línea pueden ser un detector de radiación del tipo de conversión directa. En este caso, no es necesario proporcionar los centelleadores por separado, permitiendo así reducir el número de componentes.

40 En el dispositivo de detección de radiación descrito anteriormente, la carcasa puede incluir una segunda hendidura correspondiente a la primera hendidura del soporte. En este caso, la radiación transmitida a ser detectada por cada sensor de línea pasa a través de la primera y segunda hendiduras, y se pueden reducir los efectos adversos del material de la carcasa sobre la detección de la radiación transmitida por cada sensor de línea. Cabe destacar que, en este caso, el dispositivo de detección de radiación descrito anteriormente puede comprender además una película protectora de luz que cubre la segunda hendidura, y la película protectora de luz puede estar dispuesta  
45 entre el soporte y la carcasa. En este caso, materias extrañas (polvos, polvillo, etc.) puede evitarse que ingresen al interior de la carcasa a través de la segunda hendidura.

50 En el dispositivo de detección de radiación descrito anteriormente, el primer sensor de línea puede detectar que la radiación no ha sido atenuada por el filtro. El primer sensor de línea puede detectar que la radiación ha sido atenuada por el filtro.

La presente invención se refiere a un sistema de inspección por radiación como otro aspecto, este sistema de inspección por radiación es como se define en la reivindicación 11 dependiente y comprende una fuente de radiación que irradia al sujeto de prueba con radiación; cualquiera de los dispositivos de detección de radiación descritos  
55 anteriormente; y una máquina transportadora que transporta al sujeto de prueba en una dirección que se cruza con una dirección de radiación de la radiación de la fuente de radiación. Como con la descripción anterior, este sistema de inspección puede cambiar fácilmente el tipo de filtro que atenúa la radiación. En consecuencia, las sensibilidades de detección en el dispositivo de detección de radiación, donde los sensores se disponen uno cerca del otro, se puede cambiar fácilmente a varias bandas de energía, y se pueden inspeccionar varios tipos de sujetos de prueba.

60 La presente invención se refiere a un método para ajustar cualquiera de los dispositivos de detección de radiación descritos anteriormente como otro aspecto más. Este método de ajuste es como se define en la reivindicación independiente 12 y comprende preparar una pluralidad de filtros que tienen diferentes funciones de atenuación, como el filtro; mantener secuencialmente la pluralidad de filtros en una posición predeterminada del soporte y  
65 detectar la radiación para cada filtro; y seleccionar un filtro óptimo entre los filtros de acuerdo con los resultados de la radiación detectada. En este caso, el filtro óptimo se puede seleccionar fácilmente entre los filtros que tienen

diferentes funciones de atenuación. En consecuencia, el método para ajustar el dispositivo de detección de radiación se puede realizar fácilmente, y la sensibilidad de detección en el dispositivo de detección de radiación se puede cambiar fácilmente a varias bandas de energía. Cabe destacar que de acuerdo con la presente invención, en el dispositivo de detección de radiación ajustado por el método de ajuste, el dispositivo de detección de radiación puede fabricarse comprendiendo además sostener y fijar el filtro óptimo seleccionado mediante la selección en la posición predeterminada del soporte. Un método de fabricación de este tipo puede fabricar fácilmente el dispositivo de detección de radiación que puede cambiar fácilmente la sensibilidad de detección a varias bandas de energía.

### Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, en el dispositivo de detección de radiación donde los sensores de línea están dispuestos uno cerca del otro, las sensibilidades de detección se pueden cambiar fácilmente a varias bandas de energía.

### Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente un sistema de inspección por rayos X de acuerdo con esta realización.

[Figura 2] La figura 2 es una vista en sección que muestra esquemáticamente un dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con esta realización.

[Figura 3] La figura 3 son tablas que muestran la relación entre la capa de valor medio y la tensión del tubo en los casos de uso de cobre y aluminio como filtros, (a) muestra una comparación entre una caja sin filtro y una caja que usa cobre de 0,1 mm de espesor como filtro, (b) muestra la comparación entre un caso sin filtro, un caso de uso de cobre de 0,1 mm de espesor como filtro, y (c) muestra la comparación entre un caso sin filtro, un caso de uso de cobre de 0,1 mm de espesor como filtro y un caso de uso de cobre de 0,5 mm de espesor como filtro.

[Figura 4] La figura 4 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo del dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con esta realización.

[Figura 5] La figura 5 es una vista en perspectiva parcialmente despiezada donde una parte superior de un ejemplo del dispositivo de detección de rayos X mostrado en la figura 4 está en despiece.

[Figura 6] La figura 6 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea VI-VI que muestra un ejemplo del dispositivo de detección de rayos X mostrado en la figura 4.

[Figura 7] La figura 7 es una vista en perspectiva que muestra un soporte como ejemplo en el dispositivo de detección de rayos X mostrado en la figura 4, (a) muestra un estado donde un filtro está dispuesto en el soporte, y (b) muestra un estado donde el filtro no está dispuesto en el soporte.

[Figura 8] La figura 8 es una vista en perspectiva que muestra otro ejemplo del dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con esta realización.

### Descripción de las realizaciones

En lo sucesivo, con referencia a los dibujos adjuntos, se describen las realizaciones preferidas de la presente invención en detalle. En la descripción, se utilizan los mismos signos para los mismos elementos o elementos que tienen las mismas funciones, y se omite la descripción redundante.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de inspección de rayos X de acuerdo con la invención. La figura 2 es una vista en sección que muestra esquemáticamente el dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con esta realización. Como se muestra en la figura 1, un sistema de inspección por rayos X 1 (sistema de inspección por radiación) incluye una cinta transportadora 3 (máquina transportadora), un irradiador de rayos X 5 (fuente de radiación) y un dispositivo de detección de rayos X 10 (dispositivo de detección de radiación). El sistema de inspección de rayos X 1 emite rayos X desde el irradiador de rayos X 5 en una dirección de irradiación Z para irradiar a un sujeto de prueba S, y detecta los rayos X transmitidos que se han transmitido a través del sujeto de prueba S entre los rayos X de irradiación en una pluralidad de rangos de energía. El sistema de prueba de rayos X 1 realiza una inspección de materia extraña, una inspección de equipaje y similares utilizando una imagen de los rayos X transmitidos. Los sujetos de prueba S por el sistema de inspección de rayos X 1 incluyen ampliamente, por ejemplo, alimentos, como carne y alimentos de retorta, productos de caucho, tales como neumáticos, equipaje a inspeccionar, productos de resina, productos metálicos, tales como cables, materiales de recursos, tales como los minerales, residuos para ser separados o recolectados de recursos, componentes electrónicos y similares. Adicionalmente, hay varias materias extrañas que deben detectarse en el sujeto de prueba S. En consecuencia, es preferible que el sistema de inspección por rayos X 1 pueda cambiar de manera flexible la sensibilidad de detección de cada dispositivo de detección de rayos X 10 de acuerdo con la propiedad física del sujeto de prueba S y el tipo de materia extraña que se va a detectar.

La cinta transportadora 3 incluye una unidad de cinta 7 sobre la que se va a montar el sujeto de prueba S. La cinta transportadora 3 mueve la unidad de cinta 7 en una dirección de transporte Y, transportando así al sujeto de prueba S en la dirección de transporte Y a una velocidad predeterminada.

El irradiador de rayos X 5 (fuente de radiación) es un dispositivo que emite rayos X en la dirección de irradiación Z hacia el sujeto de prueba S y es, por ejemplo, una fuente de rayos X. El irradiador de rayos X 5 es, por ejemplo, una fuente de luz puntual, y realiza la irradiación de rayos X difusos en un rango de ángulo predeterminado en una dirección de detección X perpendicular a la dirección de irradiación Z y la dirección de transporte Y. El irradiador de rayos X 5 está dispuesto sobre la unidad de cinta 7 separado por una distancia predeterminada desde la unidad de cinta 7 para que la dirección Z de irradiación de rayos X pueda orientarse hacia la unidad de cinta 7, y los rayos X difundidos puedan cubrir sustancialmente todo el sujeto de prueba S en la dirección de la anchura (dirección de detección X). El irradiador de rayos X 5 está configurado de tal manera que en la dirección longitudinal (dirección de transporte Y) del sujeto de prueba S, se adopta un rango de división predeterminado en la dirección longitudinal como rango de irradiación por una vez, y el sujeto de prueba S es transportado por la cinta transportadora 3 en la dirección de transporte Y, permitiendo así que todo el sujeto de prueba S en la dirección longitudinal sea irradiado con rayos X.

El dispositivo de detección de rayos X 10 (detector de radiación) es un dispositivo que detecta los rayos X que se han emitido desde el irradiador de rayos X 5 hacia el sujeto de prueba S y que se han transmitido a través del sujeto de prueba S, y es una cámara de detección de rayos X, por ejemplo. El dispositivo de detección de rayos X 10 está dispuesto, por ejemplo, debajo de la unidad de cinta 7 para ser dispuesta aguas abajo del sujeto de prueba S en la dirección de radiación por el irradiador de rayos X 5, para detectar los rayos X que se han transmitido a través del sujeto de prueba S. Como se muestra en la figura 2, que es una vista en sección tomada a lo largo de la dirección lateral más corta, tal dispositivo de detección de rayos X 10 incluye un detector 20 que detecta los rayos X transmitidos, una carcasa 30 que coloca el detector 20 en su interior, un soporte 40 dispuesto en una superficie principal 31 de la carcasa 30, y un filtro 50 sostenido por el soporte 40. El filtro 50 atenúa algunos de los rayos X que se han transmitido a través del sujeto de prueba S.

El detector 20 incluye dos sensores de línea 21 y 22, un sustrato 23, y dos centelleadores 24 y 25, y detecta los rayos X que han sido emitidos por el irradiador de rayos X 5 y que han sido transmitidos a través del sujeto de prueba S (los rayos X incidentes sobre el dispositivo de detección) en diferentes rangos de energía. Los sensores de línea 21 y 22 se forman adyacentes entre sí en el sustrato 23, que está hecho de silicio. El sensor de línea 21 es un sensor lineal en donde los píxeles que tienen un ancho de píxel LW están dispuestos unidimensionalmente (la dirección ortogonal a la hoja de la figura 2; la dirección X en la figura 1). El sensor de línea 22 es un sensor lineal en donde los píxeles que tienen un ancho de píxel HW están dispuestos unidimensionalmente. El sensor de línea 22 está dispuesto de tal manera que se disponga en paralelo al sensor de línea 21 en un intervalo NW que es más estrecho que los anchos de píxel LW y HW. Los anchos de píxel LW y HW pueden ser los mismos anchos, por ejemplo, cada uno de aproximadamente 0,6 mm, o puede tener diferentes anchos. El intervalo NW entre los sensores puede ser de aproximadamente 0,2 mm, por ejemplo. Un centelleador 24 de baja energía está dispuesto en el sensor de línea 21. Un centelleador 25 para alta energía está dispuesto en el sensor de línea 22. En el ejemplo de la figura 2, por ejemplo, los centelleadores 24 y 25 están hechos de diferentes materiales o tienen diferentes espesores, y pueden detectar rayos X en diferentes bandas de energía mediante los mismos.

La carcasa 30 incluye una hendidura 32 (segunda hendidura) para permitir que los rayos X pasen a través de ella, y elementos de protección 33 hechos de plomo o similar, de un lado para ser irradiado con rayos X. La carcasa 30 aloja el detector 20 en su interior de manera que esté dispuesto en una región que corresponda a la hendidura 32 y permita que los rayos X se transmitan a través de ella. Una parte del cuerpo principal de la carcasa 30 distinta de los elementos de protección 33 está hecha de aluminio, por ejemplo. Cabe destacar que se puede proporcionar una película protectora de luz 55 en la hendidura 32 y entre esta hendidura y el soporte 40 para lograr una configuración que impida que partículas y similares entren en el interior de la carcasa 30. La película protectora de luz 55 puede tener la capacidad de atenuar algunos de los rayos X que se han transmitido a través del sujeto de prueba S.

El soporte 40 es un elemento de sujeción plano de aluminio, por ejemplo, y tiene, en su centro, una hendidura 42 (primera hendidura) que coincide sustancialmente con la longitud (la dirección ortogonal a la hoja de la figura 2) y el ancho (la dirección lateral en la figura 2) de la hendidura 32 de la carcasa 30. Solo se requiere que la hendidura 42 se corresponda con la hendidura 32, pero no es necesario que coincida tanto en longitud como en anchura. Por ejemplo, puede configurarse de manera que las longitudes coincidan sustancialmente entre sí pero la hendidura 42 tiene una anchura mayor que la hendidura 32. Los anchos de las hendiduras 32 y 42 son diminutos. Por ejemplo, es preferible que cada hendidura sea de aproximadamente 2 a 5 mm, es decir, 5 mm o menos.

El soporte 40 hace que los medios de posicionamiento coloquen el filtro 50 y sujeta este filtro de modo que el filtro 50 pueda cubrir una parte (por ejemplo, la mitad de una región en la dirección de la anchura) de la única hendidura 42 para atenuar una parte (la mitad) de los rayos X transmitidos. Más específicamente, el soporte 40 posiciona y sostiene el filtro 50 hecho de una hoja de ancho estrecho que se extiende linealmente de modo que un extremo (un extremo izquierdo en el diagrama) en la dirección de ancho del filtro 50 pueda corresponder a la región del detector 20 entre los sensores de línea 21 y 22 en la dirección de desplazamiento de los rayos X transmitidos. Según los medios de posicionamiento, incluso después de que el soporte 40 sea reemplazado por un filtro de un tipo diferente (espesor o material), la posición relativa con respecto a los sensores de línea 21 y 22 no cambia. Por consiguiente, el filtro 50 puede reemplazarse fácilmente. Es preferible que el filtro 50 que es sostenido por el soporte 40 tenga distancias con los sensores de línea 21 y 22 de 10 a 30 mm, inclusive.

El filtro 50 sostenido por el soporte 40 como se describe arriba es un miembro que está formado de un material diferente al del sujeto de prueba S para tener una forma de placa delgada, y está hecho de, por ejemplo: una resina, como poliestireno, polietileno, poliuretano, polipropileno, Teflón (R), resina ABS, resina AS, acrílico, poliamida, PET, GF-PET, PBT, policarbonato, PPS, PTFE, PSF o PI; material de fibra de carbono, tales como carbono amorfo o grafito; o metal, como el berilio, aluminio, titanio, hierro, zinc, molibdeno, estaño, oro, plata, cobre, platino, plomo, tantalio, gadolinio, holmio o iterbio. El material del filtro 50 se selecciona apropiadamente de entre los materiales antes mencionados y similares de acuerdo con una atenuación deseada, es decir, la diferencia de energía de los rayos X recibidos por los dos sensores de línea y la relación S/N. Por ejemplo, es preferible que el material se seleccione entre cobre y aluminio. El cobre y el aluminio tienen un rendimiento de protección contra rayos X y se procesan fácilmente. En consecuencia, el ajuste del espesor del filtro se facilita seleccionando tal material. Las figuras 3(a) a 3(c) muestran la relación entre la tensión del tubo (kV) y la capa de valor medio (mm) en el caso de utilizar cobre (espesores de 0,1 y 0,5 mm), aluminio (0,1 mm), etc. como el filtro 50, por ejemplo. La capa de valor medio es el grosor de un material en un caso en donde la cantidad de radiación se reduce a la mitad por absorción con un material específico que se dispone en un flujo de rayos X, y es un índice utilizado para evaluar las características de energía de los rayos X. Más específicamente, en el caso de que la capa de valor medio sea gruesa, la energía se vuelve alta.

Tal como se describió anteriormente, en el dispositivo de detección de rayos X 10, de acuerdo con la configuración descrita anteriormente, el sensor de línea 21 para el cual está dispuesto el centelleador 24 de baja energía puede detectar rayos X en un rango de baja energía que se han transmitido a través del sujeto de prueba S entre los rayos X que se han emitido desde el irradiador de rayos X 5, como están (sin la intervención del filtro 50), y pueden generar datos de imagen de baja energía. Entre tanto, el sensor de línea 22 para el cual está dispuesto el centelleador 25 para alta energía puede detectar rayos X en un rango de alta energía que se han transmitido a través del sujeto de prueba S y que han sido atenuados por el filtro 50 entre los rayos X que se han emitido desde el irradiador de rayos X 5 y puede generar datos de imagen de alta energía. Adicionalmente, el dispositivo de detección de rayos X 10 posiciona el filtro 50 usando el soporte 40 dispuesto fuera de la carcasa 30. Por consiguiente, sin ningún cambio en la disposición y configuración del detector 20 en la carcasa 30 y sin que los centelleadores 24 y 25 se rayen durante la sustitución del filtro, el tipo del filtro 50 puede cambiarse fácilmente. En el dispositivo de detección de rayos X 10 donde los sensores de línea están dispuestos uno cerca del otro, las sensibilidades de detección se pueden cambiar fácilmente.

Posteriormente, con referencia a las figuras 4 a 7, se describe un ejemplo del dispositivo de detección de rayos X 10. La figura 4 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo del dispositivo de detección de rayos X de acuerdo con esta realización. La figura 5 es una vista en perspectiva parcialmente despiezada donde una parte superior del ejemplo del dispositivo de detección de rayos X mostrado en la figura 4 está despiezada. La figura 6 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea VI-VI que muestra el ejemplo del dispositivo de detección de rayos X mostrado en la figura 4. La figura 7 es una vista en perspectiva que muestra el soporte y el filtro como ejemplo en el dispositivo de detección de rayos X mostrado en la figura 4, (a) muestra un estado donde el filtro está dispuesto en el soporte, y (b) muestra un estado donde el filtro no está dispuesto en el soporte.

Tal como se describió anteriormente, el dispositivo de detección de rayos X 10 incluye el detector 20, la carcasa 30, el convertidor 40 y el filtro 50. Como se muestra en las figuras 4 a 6, la carcasa 30 incluye una carcasa superior 34 que tiene un espacio interno y una carcasa inferior 35 que es plana e incluye un saliente 35a en el centro. El saliente 35a de la carcasa inferior 35 se encaja en el interior de la carcasa superior 34, permitiendo así que la carcasa superior 34 y la carcasa inferior 35 se acoplen entre sí para evitar que partículas y similares entren en el interior de la carcasa 30. La carcasa superior 34 y la carcasa inferior 35 son, por ejemplo, hechas de aluminio o similar. El sustrato 23 del detector 20 está dispuesto en la superficie superior del saliente 35a de la carcasa inferior 35, y los sensores de línea 21 y 22 (ver figura 2) están formados sobre el sustrato 23. El centelleador 24 está dispuesto sobre el sensor de línea 21. El centelleador 25 está dispuesto sobre el sensor de línea 22.

En la carcasa 30, encima del detector 20 se proporciona un miembro de pantalla plana 33 para evitar que los rayos X emitidos por el irradiador de rayos X 5 entren en el interior tal como están. El miembro de protección 33 está provisto de una hendidura 33a en el centro. La hendidura 33a tiene una longitud y una anchura correspondientes a las otras hendiduras 32 y 42, y está formada de modo que los rayos X emitidos por el irradiador de rayos X 5 puedan alcanzar el detector 20. Una placa de soporte 39 para soportar el elemento de protección 33 está dispuesta debajo del elemento de protección 33. La placa de soporte 39 está unida a una abolladura en la superficie interior de la carcasa superior 34 de la carcasa 30. La placa de soporte 39 está hecha de acero inoxidable o similar, por ejemplo. También para la placa de soporte 39 está prevista una hendidura análoga a la hendidura 33a.

Tal como se muestra en las figuras 5 a 7, el soporte 40 se fija sobre la superficie principal 31 de la carcasa 30 con tornillos de fijación 48 y 49 a través de los respectivos orificios para tornillos 46 y 47. El soporte 40 tiene la hendidura 42 que es un orificio pasante que se extiende en la dirección longitudinal en el centro. El soporte 40 incluye un pie 44 que se extiende un poco más en la dirección longitudinal que la hendidura 42. El pie 44 es una depresión no penetrante, está formado para coincidir sustancialmente con la forma externa del filtro 50, y es una parte en la que se va a montar el filtro 50. Las secciones de posicionamiento 44a y 44b para evitar que el filtro 50 se mueva están

formadas en los extremos opuestos del pie 44. El movimiento del filtro 50 en una superficie lateral está regulado por estas secciones de posicionamiento 44a y 44b. La otra superficie lateral del filtro 50 coincide, sobre toda su superficie, con la superficie interior del pie 44 alejada de la hendidura 42. También se regula el movimiento en el lado opuesto. La superficie inferior del pie 44 no coincide completamente con la forma del filtro 50. Una parte del filtro 50 se superpone con la hendidura 42.

El filtro 50 está montado en el pie 44 del soporte 40, como se ha descrito anteriormente. El movimiento hacia la hendidura 42 está regulado por las secciones de posicionamiento 44a y 44b. Por consiguiente, el filtro 50 se coloca con precisión de tal manera que cubra solo sustancialmente la mitad de la hendidura 42 del soporte 40. Es decir, la mitad restante de la hendidura 42 no está cubierta con el filtro 50. De acuerdo con dicha configuración, los rayos X que se han transmitido a través del sujeto de prueba S se dividen en rayos X transmitidos que son atenuados por el filtro 50 y rayos X que no son atenuados por el filtro 50, y los rayos X transmitidos que no han sido atenuados ingresan al centelleador 24 para baja energía, y los rayos X transmitidos habiendo sido atenuados entran en el centelleador 25 para alta energía. El soporte 40 se fija sobre la superficie principal 31 de la carcasa 30 con los tornillos de fijación 48 y 49 insertados y fijados respectivamente en el orificio de tornillo 46 formado cerca de una esquina y el orificio de tornillo 47 formado cerca de la otra esquina dispuesta en la línea diagonal. La película protectora de luz 55 se inserta entre la carcasa superior 34 y el soporte 40. Esta película protectora de luz impide la entrada de luz innecesaria. La película protectora de luz 55 está montada en un soporte 36 de tal manera que cubra la hendidura 32, impidiendo así que partículas y similares entren en el interior de la carcasa 30. La película protectora de luz 55 está hecha de cinta de aluminio, cinta de polietileno o similar, por ejemplo.

Aquí, se describe brevemente un método de ajuste del dispositivo de detección de rayos X 10 descrito anteriormente. Tal como se describió anteriormente, en el dispositivo de detección de rayos X 10, el filtro 50 se coloca automáticamente para colocarse solo por encima del sensor de línea 22 del detector 20 en el caso de que el filtro 50 esté montado en el pie 44 del soporte 40. Por consiguiente, En primer lugar se preparan una pluralidad de filtros 50 que tienen la misma forma pero diferentes atenuaciones (diferentes en grosor y material). La pluralidad de filtros 50 se montan secuencialmente en el pie 44 del soporte 40, y se mantienen en una posición predeterminada por las secciones de posicionamiento 44a y 44b, y se detectan los rayos X transmitidos en cada uno de los casos. Según los resultados de los rayos X detectados, el filtro óptimo que puede detectar más correctamente el sujeto de prueba S a inspeccionar y materias extrañas, es decir, puede obtener una diferencia de energía deseada y una relación S/N, se selecciona de entre los filtros 50. De acuerdo con dicho método, el filtro adecuado para la detección del sujeto de prueba específico S se puede seleccionar y cambiar fácilmente. Tenga en cuenta que el filtro seleccionado como se describe anteriormente se mantiene y se fija en una posición predeterminada del soporte 40 tal como está y se usa para el dispositivo de detección de rayos X 10, permitiendo así que el dispositivo de detección de rayos X 10 que tiene la sensibilidad de detección óptima se fabrique fácilmente.

Tal como se describió anteriormente, el dispositivo de detección de rayos X 10 de acuerdo con esta realización incluye, como el detector, los sensores de línea 21 y 22 dispuestos uno cerca del otro, y cubre parcialmente, con el filtro 50, la hendidura 42 que tiene el soporte 40, y el soporte 40 sostiene el filtro 50 en la posición predeterminada de modo que el sensor de línea 21 puede detectar los rayos X transmitidos que no han sido atenuados por el filtro 50 y el sensor de línea 22 puede detectar la los rayos X transmitidos que han sido atenuados por el filtro 50. Tal como se describió anteriormente, el soporte 40 capaz de colocar el filtro 50 se proporciona por separado, que puede cambiar fácilmente el tipo (espesor o material) del filtro 50 que atenúa los rayos X. Como resultado, de acuerdo con esta realización, en el dispositivo de detección de rayos X 10 donde los sensores de línea 21 y 22 están dispuestos uno cerca del otro, las sensibilidades de detección se pueden cambiar fácilmente a varias bandas de energía.

Adicionalmente, en el dispositivo de detección de rayos X 10 de acuerdo con esta realización, el soporte 40 incluye las secciones de posicionamiento 44a y 44b para posicionar el filtro 50 de manera que la hendidura 42 esté parcialmente cubierta con el filtro 50. Como se proporcionan las secciones de posicionamiento 44a y 44b, incluso con cambio de filtro, el filtro reemplazado está colocado de forma segura en el sitio predeterminado, que puede mantener fácilmente el estado en donde el sensor de línea 21 detecta los rayos X que no han sido atenuados por el filtro 50 y el sensor de línea 22 detecta los rayos X que han sido atenuados por el filtro 50. Adicionalmente, esta realización adopta la configuración que permite que las secciones de posicionamiento 44a y 44b fijen los extremos opuestos del filtro 50 en la dirección longitudinal. Tal adopción de la configuración de fijación en los extremos opuestos puede suprimir los efectos adversos y similares de las secciones de posicionamiento 44a y 44b en la detección de radiación en una región central.

De acuerdo con el dispositivo de detección de rayos X 10 de esta realización, es preferible que las distancias entre el filtro 50 y los sensores de línea 21 y 22 oscilen entre 10 y 30 mm, inclusive. En este caso, los efectos adversos de la radiación dispersa de los rayos X emitidos pueden reducirse, y los rayos X transmitidos pueden ser detectados por cada uno de los sensores de línea 21 y 22 con una alta sensibilidad.

En el dispositivo de detección de rayos X 10 de acuerdo con esta realización, el detector 20 incluye además un centelleador 24 dispuesto por encima del sensor de línea 21 y un centelleador 25 dispuesto por encima del sensor de línea 22. De acuerdo con dicha configuración, por ejemplo, se pueden adoptar centelleadores que tienen diferentes prestaciones como centelleadores 24 y 25, y se pueden adoptar los mismos sensores como sensores de

línea 21 y 22.

En el dispositivo de detección de rayos X 10 de acuerdo con esta realización, la carcasa 30 tiene la hendidura 32 correspondiente a la hendidura 42 del soporte 40. Por consiguiente, los rayos X transmitidos a ser detectados por los sensores de línea 21 y 22 pasan a través de las respectivas hendiduras 32 y 42, y los efectos adversos del material de la carcasa en la detección de los rayos X transmitidos por los sensores de línea 21 y 22 pueden ser reducidos. Cabe destacar que en esta realización, el dispositivo de detección de rayos X 10 incluye además la película protectora de luz 55 que cubre la hendidura 32, y la película protectora de luz 55 está dispuesta entre el soporte 40 y la carcasa 30. Por consiguiente, la luz innecesaria que entra en el detector 20 puede reducirse y las materias extrañas (polvo, polvillo, etc.) puede evitarse que entre en el interior de la carcasa 30.

Adicionalmente, el sistema 1 de inspección por rayos X de acuerdo con esta realización incluye el irradiador de rayos X 5 que irradia al sujeto de prueba S con rayos X, el dispositivo de detección de rayos X 10, y la cinta transportadora 3 que transporta al sujeto de prueba S en una dirección que se cruza con la dirección de radiación de los rayos X por el irradiador de rayos X 5. Como con el dispositivo de detección de rayos X 10, el sistema de inspección por rayos X 1 puede cambiar fácilmente el tipo de filtro 50 que atenúa los rayos X. En consecuencia, las sensibilidades de detección en el dispositivo de detección de rayos X 10, donde los sensores de línea 21 y 22 están dispuestos uno cerca del otro, se puede cambiar fácilmente a varias bandas de energía, y se pueden probar varios tipos de sujetos de prueba.

El método para ajustar el dispositivo de detección de rayos X 10 de acuerdo con esta realización comprende preparar una pluralidad de filtros que tienen diferentes funciones de atenuación, como el filtro 50; mantener secuencialmente la pluralidad de filtros en la posición predeterminada del soporte 40 y detectar los rayos X para cada filtro; y seleccionar un filtro óptimo entre los filtros de acuerdo con los resultados de los rayos X detectados. Según dicho método de ajuste, el filtro óptimo se puede seleccionar fácilmente entre los filtros que tienen diferentes funciones de atenuación. En consecuencia, el dispositivo de detección de rayos X 10 se puede ajustar fácilmente, y la sensibilidad de detección en el dispositivo de detección de rayos X 10 se puede cambiar fácil y flexiblemente a varias bandas de energía. En el dispositivo de detección de rayos X 10 ajustado por el método de ajuste, el dispositivo de detección de rayos X 10 puede fabricarse comprendiendo además sostener el filtro óptimo seleccionado mediante la selección en la posición predeterminada del soporte 40. Un método de fabricación de este tipo puede fabricar fácilmente el dispositivo de detección de rayos X que puede cambiar fácilmente la sensibilidad de detección a varias bandas de energía.

Las realizaciones preferidas de la presente invención se han descrito en detalle. La presente invención no está limitada a las realizaciones anteriores. Se pueden realizar varias modificaciones. Por ejemplo, en las realizaciones descritas anteriormente, el centelleador se utiliza para convertir la radiación en luz visible o similar. Como alternativa, sin el uso del centelleador, un detector de radiación del tipo de conversión directa (por ejemplo, semiconductor de silicio, semiconductor de selenio amorfo (a-Se), semiconductor de telururo de cadmio (CdTe), semiconductor de telururo de cadmio y zinc (CdZnTe), etc.) se puede utilizar como sensor de línea. En este caso, no es necesario proporcionar el centelleador por separado, permitiendo así reducir el número de componentes.

En las realizaciones antes mencionadas, se ha descrito el ejemplo del dispositivo de detección de rayos X 10. Sin embargo, no hay limitación para ello. Se pueden realizar varias modificaciones. Por ejemplo, el dispositivo de detección de rayos X 10 mostrado en la figura 6 tiene la configuración en la que los rayos X que se han transmitido a través del sujeto de prueba S se dividen en rayos X transmitidos que son atenuados por el filtro 50 y rayos X que no son atenuados por el filtro 50, y los rayos X transmitidos que no han sido atenuados entran en el centelleador 24 para baja energía, y los rayos X transmitidos que han sido atenuados entran en el centelleador 25 para alta energía. Sin embargo, de acuerdo con otro ejemplo del dispositivo de detección de rayos X, el soporte 40 puede sostener el filtro 50 en la posición predeterminada de modo que los rayos X transmitidos que se han atenuado por el filtro puedan entrar tanto en el centelleador 25 para alta energía como en el centelleador 24 para baja energía.

Por ejemplo, en un dispositivo de detección de rayos X 10A mostrado en la figura 8, el soporte 40 incluye dos pies 44 y 45. Un filtro 50 está montado en el pie 44 del soporte 40 mientras que un filtro 51 está montado en el soporte 45 del soporte 40. Es decir, el filtro 50 y el filtro 51 están sujetos por el soporte 40 de tal manera que cubra toda la hendidura 42. De acuerdo con dicha configuración, los rayos X transmitidos a través del sujeto de prueba S se dividen en rayos X transmitidos atenuados por el filtro 50 y rayos X atenuados por el filtro 51, y los rayos X transmitidos atenuados por el filtro 51 entran en el centelleador 24 para baja energía, y los rayos X transmitidos que han sido atenuados por el filtro 50 entran en el centelleador 25 para alta energía. Tenga en cuenta que el dispositivo de detección de rayos X 10A se puede configurar de manera que los filtros 50 y 51 se coloquen en los soportes 44 y 45 con referencia entre sí, y los elementos de configuración, tales como las secciones de posicionamiento 44a y 44b, no están incluidos.

El soporte 40A, donde los filtros 50 y 51 pueden ser montados, se proporciona por separado como se describe anteriormente. En consecuencia, en el dispositivo de detección de rayos X 10A de acuerdo con el ejemplo de modificación, las energías de los rayos X transmitidos que entran en el centelleador 24 para baja energía y el centelleador 25 para alta energía pueden cambiarse selectivamente cambiando los tipos o espesores de los filtros 50

y 51. Es decir, como con el dispositivo de detección de rayos X 10, el dispositivo de detección de rayos X 10A, donde los sensores de línea 21 y 22 están dispuestos uno cerca del otro, permite cambiar fácilmente las sensibilidades de detección a varias bandas de energía. Cabe destacar que en el dispositivo de detección de rayos X 10A, los filtros 50 y 51 pueden ser un miembro de filtro integrado o miembros de filtro separados.

5

#### **Aplicabilidad Industrial**

La presente invención es aplicable a un dispositivo de detección de radiación que detecta radiación transmitida a través de un sujeto de prueba, un sistema de inspección de radiación y un método para ajustar el dispositivo de detección de radiación.

10

#### **Lista de signos de referencia**

1... sistema de inspección por rayos X (sistema de inspección por radiación), 3... Cinta transportadora (máquina transportadora), 5... Irradiador de rayos X (fuente de radiación), 10, 10A... Dispositivo de detección de rayos X (dispositivo de detección de radiación), 20... Detector, 21, 22... Sensor de línea, 24, 25... Centellador, 30... Carcasa, 31... Superficie principal, 32... Hendidura (segunda hendidura), 40... Soporte, 42... 511. (primera hendidura), 44a, 44b... Sección de posicionamiento, 50... Filtro, 55... Película protectora de luz.

15

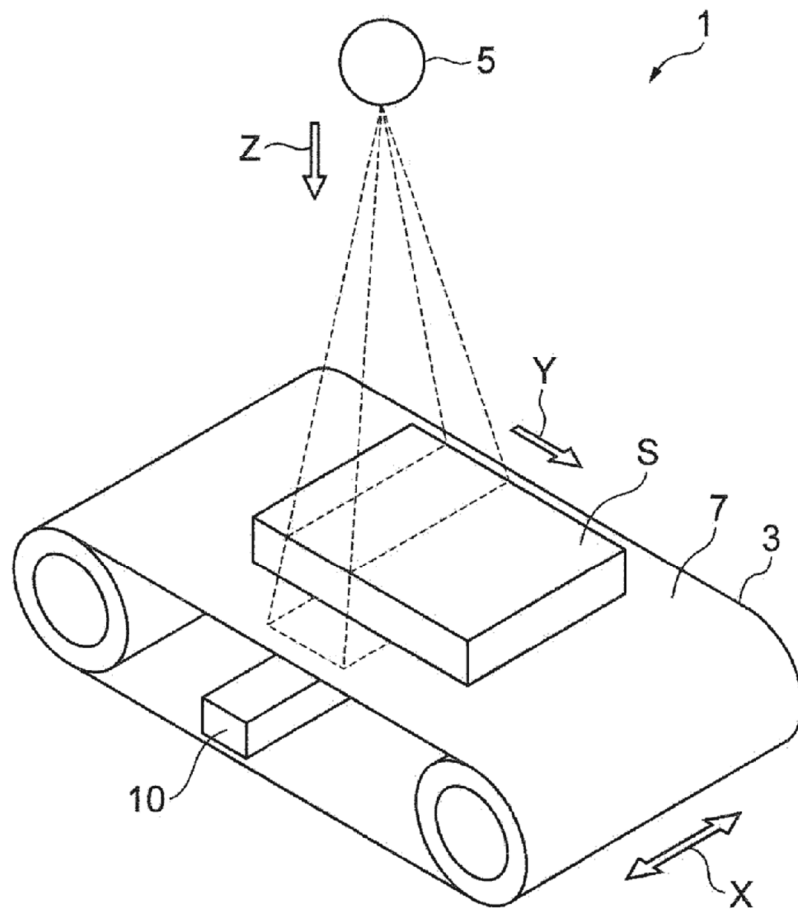
**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de detección de radiación (10, 10A) para detectar radiación que se irradia a un sujeto de prueba (S) desde una fuente de radiación (5) y se transmite a través del sujeto de prueba (S), comprendiendo el dispositivo de detección de radiación (10, 10A):
- 5 un filtro (50) que atenúa una parte de la radiación incidente;  
un detector (20) que detecta la radiación, habiendo sido atenuada una parte de la misma por el filtro (50);  
10 en donde el detector (20) comprende un primer sensor de línea (21) que incluye píxeles que tienen un primer ancho de píxel, estando los píxeles dispuestos unidimensionalmente; y un segundo sensor de línea (22) que incluye píxeles que tienen un segundo ancho de píxel, estando los píxeles dispuestos unidimensionalmente, estando dispuesto el segundo sensor de línea (22) en paralelo al primer sensor de línea (21) con un intervalo más estrecho que los anchos de píxel primero y segundo,  
15 en donde el segundo sensor de línea (22) detecta la radiación atenuada por el filtro (50), **caracterizado por que** el dispositivo de detección de radiación (10, 10A) comprende además  
una carcasa (30) que coloca el detector (20) en su interior; y  
un soporte (40) dispuesto en una superficie principal (31) de la carcasa (30) para sujetar el filtro (50), incluyendo el soporte (40) una primera hendidura (42) que permite el paso de la radiación incidente,  
20 en donde el soporte (40) sostiene el filtro (50) en una posición predeterminada de modo que el filtro (50) puede cubrir al menos una parte de la primera hendidura (42).
2. El dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el soporte (40) comprende una sección de posicionamiento (44a, 44b) que posiciona el filtro (50) de manera que la primera hendidura (42) quede parcialmente cubierta con el filtro (50).
- 25 3. El dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la sección de posicionamiento (44a, 44b) fija el filtro (50) en extremos opuestos en una dirección longitudinal.
- 30 4. El dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una distancia entre el filtro (50) y el segundo sensor de línea (22) varía de 10 a 30 mm, inclusive.
5. El dispositivo de radiación (10, 10A) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el detector (20) comprende además un primer centelleador (24) dispuesto por encima del primer sensor de línea (21) y un segundo centelleador (25) dispuesto por encima del segundo sensor de línea (22).
- 35 6. El dispositivo de radiación (10, 10A) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer sensor de línea (21) y el segundo sensor de línea (22) son detectores de radiación del tipo de conversión directa (20).
- 40 7. El dispositivo de radiación (10, 10A) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la carcasa (30) tiene una segunda hendidura (32) correspondiente a la primera hendidura (42) del soporte (40).
- 45 8. El dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además una película protectora de luz (55) que cubre la segunda hendidura (32), en donde la película protectora de luz (55) está dispuesta entre el soporte (40) y la carcasa (30).
9. El dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el primer sensor de línea (21) detecta que la radiación no ha sido atenuada por el filtro (50).
- 50 10. El dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el primer sensor de línea (21) detecta que la radiación ha sido atenuada por el filtro (50).
- 55 11. Un sistema de inspección de radiación (1), que comprende:  
una fuente de radiación (5) que irradia al sujeto de prueba (S) con radiación;  
el dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10; y  
60 una máquina transportadora (3) que transporta al sujeto de prueba (S) en una dirección que se cruza con una dirección de radiación de la radiación por la fuente de radiación (5).
12. Un método para ajustar el dispositivo de detección de radiación (10, 10A) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende:  
65 preparar una pluralidad de filtros (50) que tienen diferentes funciones de atenuación, como el filtro (50);  
mantener secuencialmente la pluralidad de filtros (50) en la posición predeterminada del soporte (40) y detectar

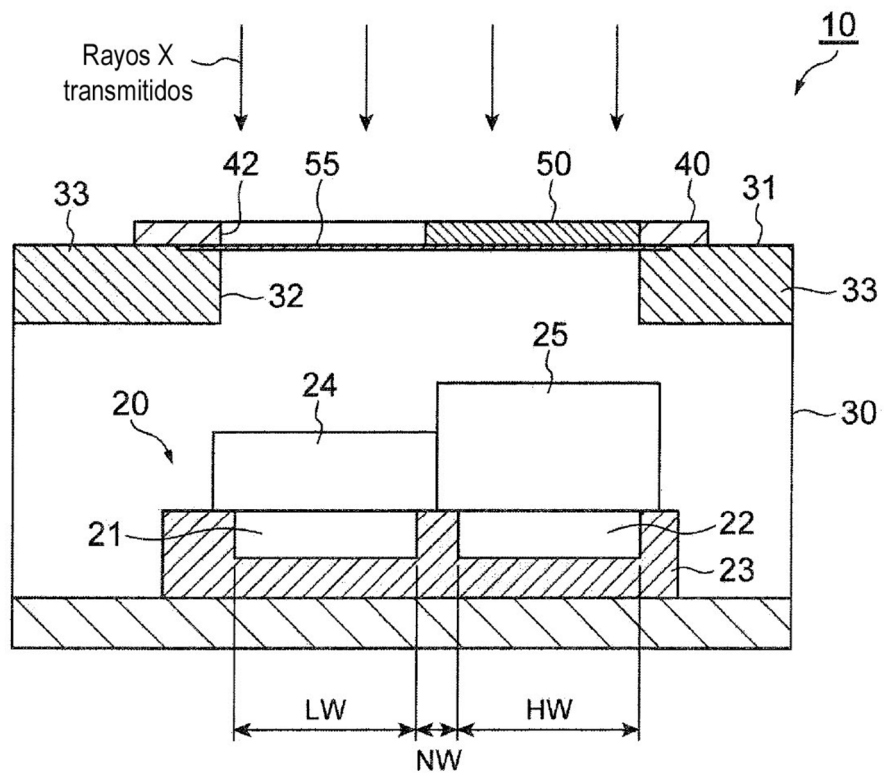
la radiación para cada filtro (50); y  
seleccionar un filtro óptimo (50) entre los filtros (50) de acuerdo con los resultados de la radiación detectada.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además sostener y fijar el filtro óptimo (50)  
5 seleccionado en la posición predeterminada.

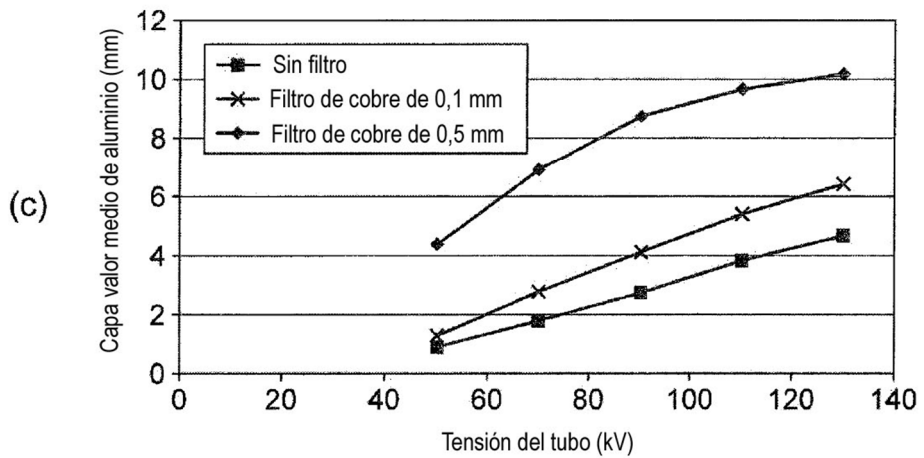
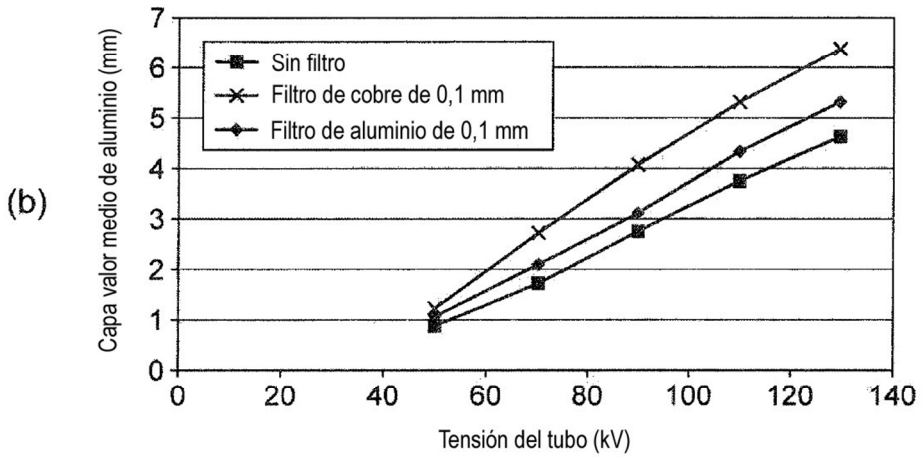
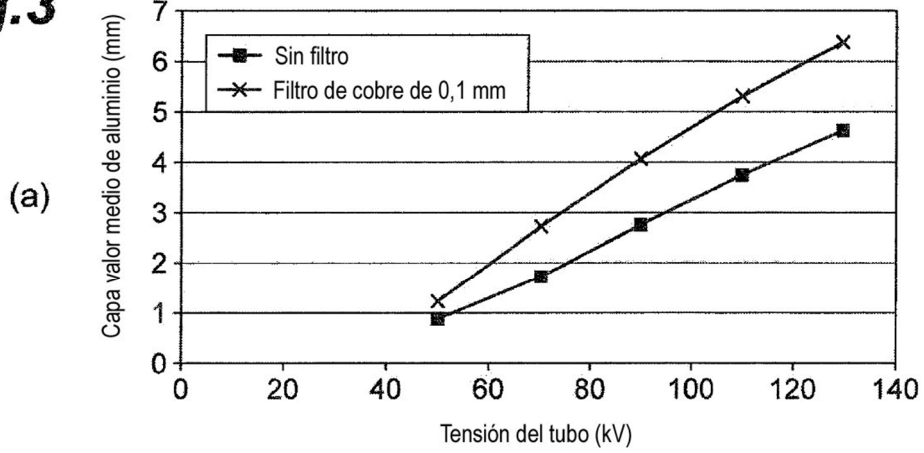
**Fig.1**



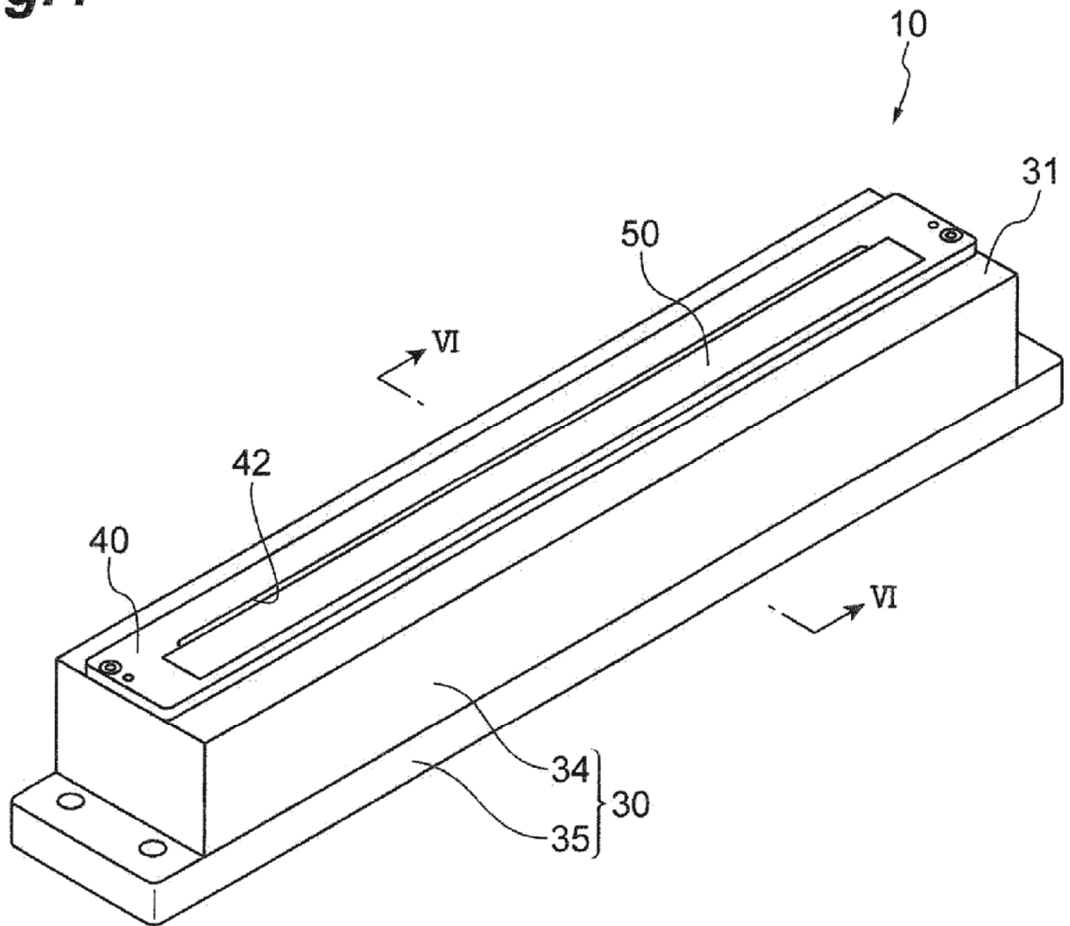
**Fig.2**



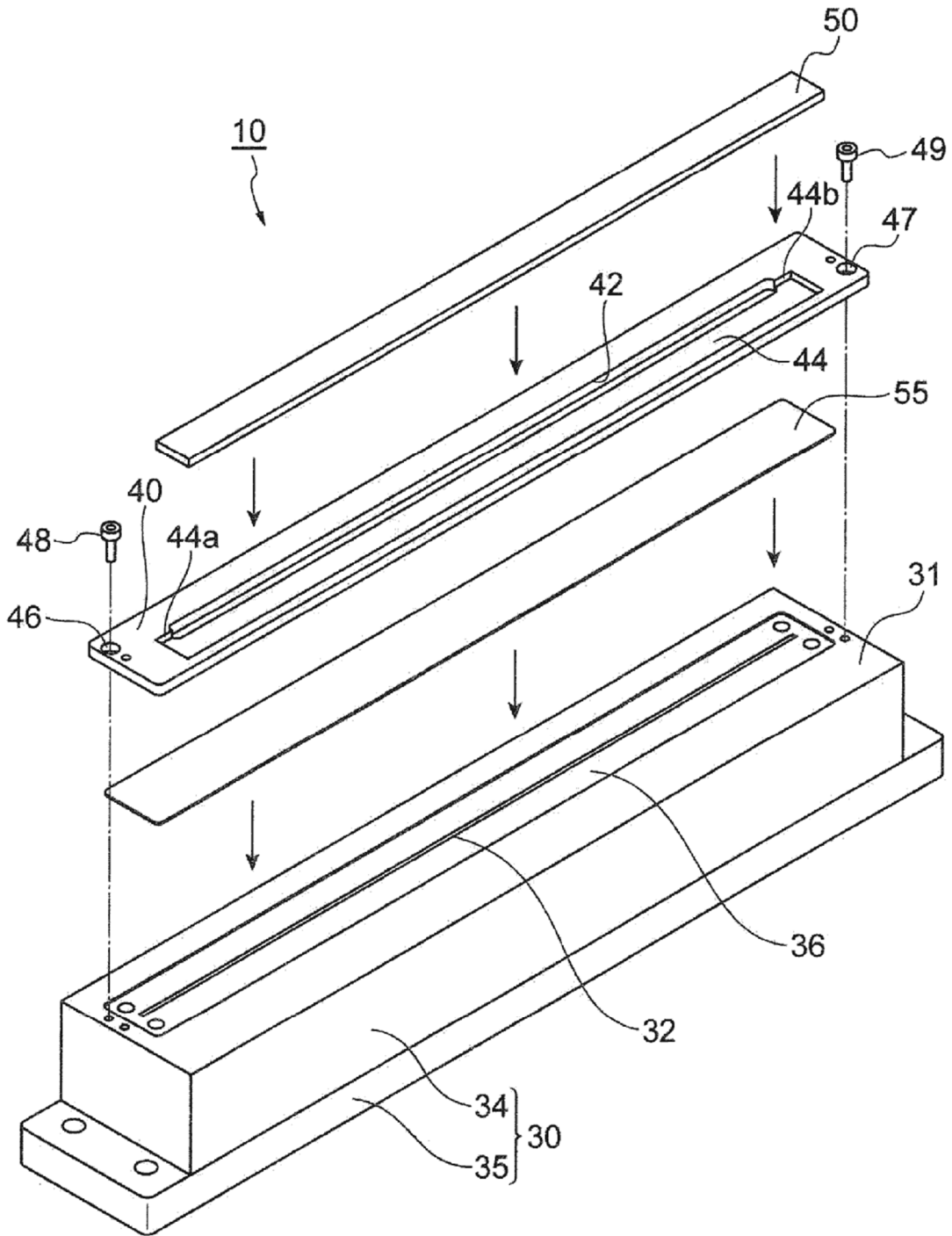
**Fig.3**



**Fig.4**



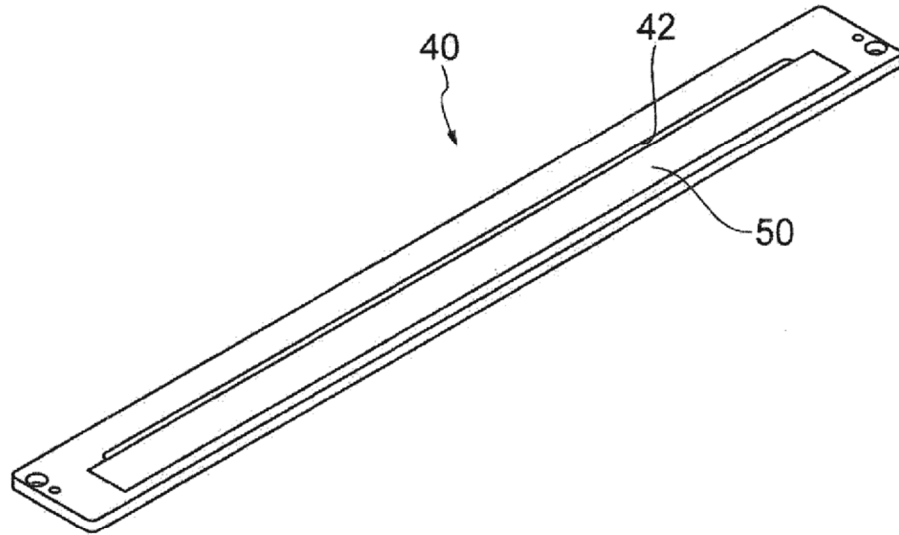
**Fig.5**



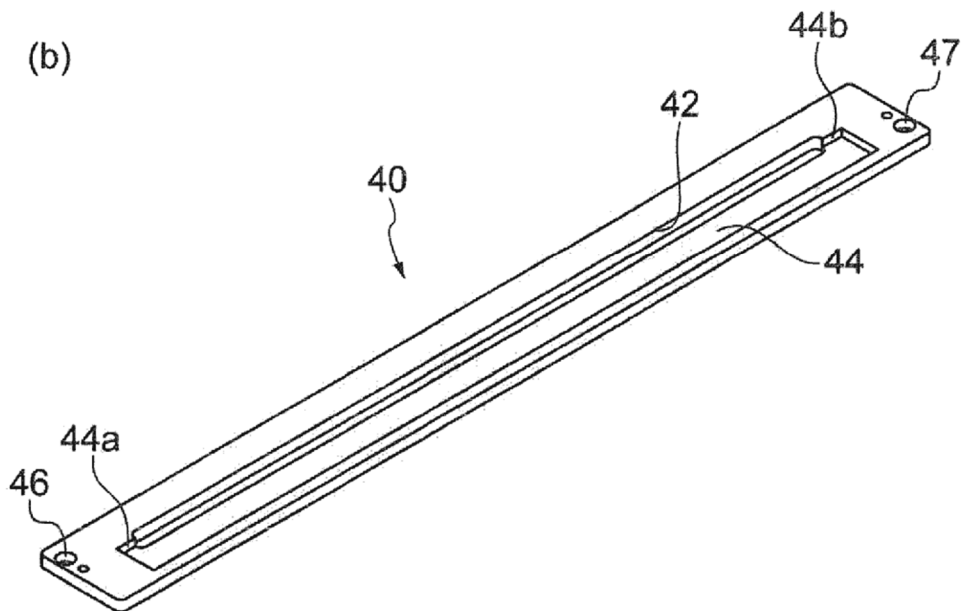


**Fig.7**

(a)



(b)



**Fig.8**

