

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 536**

51 Int. Cl.:

G01V 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2015** **E 15173496 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019** **EP 2960686**

54 Título: **Dispositivo detector, sistema de CT de energía dual y método de detección que utiliza el sistema**

30 Prioridad:

25.06.2014 CN 201410291326

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

19.02.2020

73 Titular/es:

**TSINGHUA UNIVERSITY (50.0%)
No. 1 Tsinghua Yuan, Haidian District
Beijing 100084, CN y
NUCTECH COMPANY LIMITED (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHEN, ZHIQIANG;
ZHANG, LI;
JIN, XIN;
HUANG, QINGPING;
SHEN, LE y
SUN, YUNDA**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 743 536 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 detector, sistema de CT de energía dual y método de detección que utiliza el sistema.

5 **Antecedentes de la invención**Campo de la invención

10 La presente divulgación se refiere al campo técnico de la detección por CT de energía dual, en particular, se refiere a un dispositivo detector para un sistema de CT de energía dual y a un sistema de CT de energía dual que incluye el dispositivo detector.

Descripción de la técnica relaciona

15 En la actualidad, la tecnología de tomografía computarizada (a la que se hará referencia en la presente, en lo sucesivo, como tecnología de CT) basada en la formación de imágenes por radiación de rayos X se utiliza ampliamente para inspección de seguridad, en particular, para inspeccionar artículos sospechosos en equipajes. En la tecnología de escaneo por CT basada en la formación de imágenes por radiación de rayos X, mediante reconstrucción de datos por CT se obtienen datos correspondientes a la distribución característica de un objeto que se va a escanear en la formación de imágenes por tomografía. El análisis de dichos datos característicos contribuye a la identificación de una sustancia sospechosa común en el equipaje. Un aparato de CT convencional incluye una fuente de rayos X, un dispositivo colimador, un anillo deslizante giratorio, unidades de detección, un sistema de ordenador dedicado para cálculo de datos, subsistemas de alimentación y control, etcétera...

25 En una estructura convencional de CT de energía dual, la unidad de detección comprende habitualmente unidades de cristales de detección que presentan diferentes respuestas energéticas, es decir, unidades de cristales de detección que presentan una primera respuesta de energía (por ejemplo, unidades de cristales de detección de baja energía) y unidades de cristal de detección que presentan una segunda respuesta de energía (por ejemplo, unidades de cristales de detección de alta energía). Habitualmente, el número de las unidades de cristales de detección que presentan una primera respuesta de energía es igual al de las unidades de cristales de detección que presentan una segunda respuesta de energía. Los dos tipos de unidades de cristales de detección se proporcionan en dos lados, respectivamente, de una placa de circuito impreso. Cuando se observan desde la dirección de incidencia del rayo, los dos tipos de unidades de cristales de detección están alineados entre sí (es decir, solapados), con la placa de circuito impreso interpuesta entre ellos, y las unidades de cristales de detección respectivas que presentan una primera respuesta de energía se corresponden con las unidades de cristales de detección respectivas que presentan una segunda respuesta de energía. Durante la detección, se utiliza un módulo de adquisición para adquirir señales de datos de las unidades de detección, y las señales de datos adquiridas se descomponen en datos de las unidades de cristales de detección que presentan una primera respuesta de energía y datos de las unidades de cristales de detección que presentan una segunda respuesta de energía por medio de una tecnología de descomposición de energía dual, para reconstruir imágenes de coeficientes de atenuación, imágenes de densidad electrónica e imágenes de números atómicos del objeto en escaneo con rayos X con diferentes energías. De esta manera, pueden identificarse componentes de sustancias y puede detectarse una sustancia prohibida, tal como drogas, explosivos o similares.

45 Para la inspección de seguridad por CT de energía dual, la definición de las imágenes tridimensionales y la precisión de identificación de las sustancias son factores claves para la formación de imágenes. No obstante, estos dos factores requieren las unidades detectoras de diferentes maneras. Para mejorar la definición de las imágenes tridimensionales, es necesario incrementar el número de las unidades de cristales de detección que presentan una primera respuesta de energía o las unidades de cristales de detección que presentan una segunda respuesta de energía. No obstante, para mejorar la precisión de identificación de una sustancia, es necesario incrementar los números de las unidades de cristales de detección que presentan una primera respuesta de energía y de las unidades de cristales de detección que presentan una segunda respuesta de energía. Además, el número de cristales requerido para mejorar la definición de las imágenes tridimensionales es mucho mayor que el número de cristales requerido para mejorar la precisión de identificación de una sustancia.

55 Por lo tanto, teniendo en cuenta que los cristales detectores son caros, es deseable optimizar el coste general de un detector y garantizar una alta resolución espacial para la reconstrucción de imágenes por CT, aunque cumpliendo los requisitos correspondientes a la precisión de identificación de sustancias.

60 El documento US nº 2012/236987 describe unos sistemas de escaneo por CT de múltiple energía, de diferentes diseños. En uno de los diseños descritos, elementos detectores de tipos diferentes se disponen adyacentes entre sí en un patrón que recuerda un tablero de ajedrez.

65 El documento EP 2 437 051 describe un sistema de escaneo de pseudoenergía dual para la identificación de materiales. Se describen variantes en las que elementos detectores están dispuestos en uno o dos niveles. En la disposición de dos niveles, los elementos detectores del primer nivel están alineados con elementos detectores

del segundo nivel.

El documento WO2009/073824 describe un sistema de CT que hace uso de un filtro que tiene un patrón alterno, dispuesto entre la fuente de rayos X y el detector. El filtro está configurado para facilitar la medición de datos utilizables con el fin de generar información espectral de baja energía y de alta energía.

Sumario de la invención

A la vista de lo anterior, la presente divulgación pretende resolver por lo menos uno de los problemas y defectos antes mencionados existentes en la técnica anterior.

Es un objetivo de la presente divulgación proporcionar un dispositivo detector novedoso para un sistema de CT de energía dual, que presenta una disposición tal que unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están dispuestas de manera alterna, de modo que puede lograrse una optimización del coste de detección, y puede garantizarse una alta resolución espacial para la reconstrucción de imágenes de CT al mismo tiempo que se cumplen requisitos correspondientes a la precisión de identificación de una sustancia escaneada. Este dispositivo detector se puede utilizar para inspeccionar objetos sospechosos en equipajes.

Según un aspecto de la presente exposición, se proporciona un dispositivo detector para un sistema de CT de energía dual, de manera que el dispositivo detector comprende una pluralidad de conjuntos detectores y una placa de montaje, comprendiendo cada conjunto detector:

una pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y que están dispuestas en un lado de la placa de montaje a lo largo de una primera dirección a intervalos, de manera que cada unidad de cristales de detección que tiene una primera respuesta de energía incluye una pluralidad de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía dispuestos a lo largo de una segunda dirección, siendo la segunda dirección perpendicular a la primera dirección; y

una pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y que están dispuestas en el otro lado de la placa de montaje a lo largo de una primera dirección a intervalos, de manera que cada unidad de cristales de detección que tiene una segunda respuesta de energía incluye una pluralidad de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía dispuestos a lo largo de una segunda dirección, siendo la segunda energía mayor que la primera energía;

en el que la pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y la pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están, por lo menos parcialmente, dispuestos de manera alterna a lo largo de la primera dirección cuando se observa desde una dirección de incidencia de los rayos X;

en el que el número de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía es igual o superior al de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía.

Debe indicarse que la característica o exposición de “la segunda energía es mayor que la primera energía” descrita en la totalidad de la presente significa “la segunda energía equivalente (o media) correspondiente a la segunda respuesta de energía es mayor que la primera energía equivalente (o media) correspondiente a la primera respuesta de energía”.

Con el dispositivo detector de acuerdo con la presente exposición, puesto que las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están, por lo menos parcialmente, dispuestas de manera alterna (es decir, están dispuestas de manera que no están alineadas) a lo largo de la primera dirección, en un modo de procesado de energía única, se incrementan las posiciones de muestreo espacial para detectar el rayo X, en comparación con la disposición convencional en la que las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas de modo que están alineadas entre sí. Una parte del rayo X emitido desde la fuente de rayos X es adquirida por cualquiera de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía que están dispuestas de manera alterna, y el resto de rayos X es adquirido por las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y que están alineadas entre sí. A continuación, todas las señales de datos adquiridas se utilizan para la reconstrucción de imágenes de CT del objeto escaneado, de manera que puede mejorarse la resolución espacial. Además, puesto que no se incrementa el número de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía, no aumentará significativamente el coste de fabricación correspondiente al dispositivo detector.

En una forma de realización específica, el número de las unidades de cristales de detección que tienen una primera

respuesta de energía es igual al de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía.

5 Además, puesto que la diferencia en cuanto al coste de fabricación entre los cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y los cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía es grande, cuando el coste de los cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía es mucho menor que el de los cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía, el número de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía puede ser mayor que el de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía. Por lo tanto, la resolución espacial correspondiente a la reconstrucción de imágenes de CT se puede mejorar aumentando el número de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía, sin incrementar los costes de fabricación del dispositivo detector significativamente.

15 Además, dicha por lo menos una unidad de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y dicha por lo menos una unidad de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía está dispuesta a lo largo de la primera dirección en una disposición totalmente alterna (es decir, los dos tipos de unidades de cristales de detección no están alineados entre sí en la primera dirección). Una disposición de este tipo significa que, en el modo de procesado de energía única, las posiciones de muestreo espacial para la detección de rayos X se incrementan adicionalmente disponiendo de manera alterna todas las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y una segunda respuesta de energía, sin cambiar el número total de las unidades de cristales de detección (es decir, sin incrementar el coste de fabricación total).

25 En una forma de realización, la pluralidad de conjuntos detectores está dispuesta en un soporte con forma de arco circular, centrado en un centro del túnel de escaneo, o en un soporte con forma aproximada de arco circular que consiste en una pluralidad de elementos rectos y centrados en el centro del túnel de escaneo. Específicamente, los conjuntos detectores del dispositivo detector para el sistema de CT de energía dual descrito en la presente exposición se pueden disponer en la disposición que se da a conocer en la solicitud de patente china n.º 201210350516.X (título: Sistema de inspección de seguridad de ct para equipajes y disposición de detectores correspondiente al mismo).

35 Alternativamente, la pluralidad de conjuntos detectores se puede disponer en un soporte con forma de arco circular, centrado en la fuente de rayos X, o un soporte con forma aproximada de arco circular que consiste en una pluralidad de elementos rectos.

40 Alternativamente, la pluralidad de conjuntos detectores se puede disponer en el soporte con forma de arco circular o con forma aproximada de arco circular en espiral, de modo que un trayecto de detección para detectar el objeto escaneado es un trayecto espiral cuando el objeto escaneado se transporta de manera que pase a través de un plano de escaneo.

45 En una forma de realización preferida, superficies de incidencia de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y/o las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía pueden estar provistas, en las mismas, de capas de filtración para ajustar la respuesta de energía de las unidades de cristales de detección.

50 En las formas de realización reivindicadas, el dispositivo detector comprende una placa de montaje. Las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas en un lado de la placa de montaje, de tal modo que las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas a lo largo de la primera dirección o intervalos, y las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están dispuestas en el otro lado de la placa de montaje de tal modo que las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están dispuestas a lo largo de la primera dirección a intervalos.

55 Preferentemente, la fuente de rayos X es una fuente de luz única o una fuente multihaz distribuida.

60 Según otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un dispositivo detector para un sistema de CT de energía dual. El dispositivo detector comprende una pluralidad de conjuntos detectores y una placa de montaje. Cada conjunto detector comprende una pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía dispuestas en un lado de la placa de montaje a lo largo de una primera dirección a intervalos, y cada unidad de cristales de detección que tiene una primera respuesta de energía comprende una pluralidad de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía dispuestos a lo largo de la segunda dirección, en donde la segunda dirección es perpendicular a la primera dirección; y

65 una pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía dispuestas en el otro lado de la placa de montaje a lo largo de la primera dirección a intervalos, y cada unidad de cristales de detección que tiene una segunda respuesta de energía comprende una pluralidad de cristales de detección que

tienen una segunda respuesta de energía dispuestos a lo largo de la segunda dirección, en donde la segunda energía es mayor que la primera energía;

5 en el que el número de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía es menor que el de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía, y cuando se observa desde una dirección de incidencia de los rayos X, algunas de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía se corresponden con y están dispuestas de manera para ser solapadas con unidades de cristales de detección respectivas de la pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía.

10 Tal como se ha descrito anteriormente, puesto que el coste del cristal de detección que tiene una primera respuesta de energía (por ejemplo, el cristal de detección de baja energía) es mucho menor que el de cristal de detección que tiene una segunda respuesta de energía (por ejemplo, el cristal de detección de alta energía), puede mejorarse la definición de las imágenes tridimensionales aumentando el número de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía. Al mismo tiempo, puesto que el número de los cristales de detección requerido para cumplir requisitos de precisión de identificación de sustancias es mucho menor que el número de los cristales de detección requerido para cumplir requisitos de definición de imágenes tridimensionales, puede proporcionarse una cantidad pequeña de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía. De este modo, pueden optimizarse los costes de detección, y puede garantizarse una resolución espacial mayor para la reconstrucción de imágenes de CT aunque cumpliendo los requisitos de precisión de identificación de sustancias.

25 Según otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un sistema de CT de energía dual, que comprende un túnel de escaneo a través del cual un objeto que se va a escanear, tal como equipaje, entra y sale del sistema de CT de energía dual a lo largo de una dirección de transporte, una fuente de rayos X prevista en un lado del túnel de escaneo, y un pórtico (*gantry*) previsto en un lado opuesto del túnel de escaneo. El dispositivo detector antes descrito está montado en el pórtico.

30 En una forma de realización, el sistema de CT de energía dual comprende, además, un módulo de adquisición para adquirir señales de datos de la pluralidad de conjuntos detectores y un módulo de control para controlar la emisión de radiación de la fuente de rayos X y la operación de adquisición de señales de datos, y el módulo de control y el módulo de adquisición están montados dentro del mismo pórtico.

35 En una forma de realización, el sistema de CT de energía dual según la presente exposición comprende, además, un módulo de procesado de datos. El módulo de procesado de datos está configurado para realizar un primer procesado de datos y un segundo procesado de datos. En el primer procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía única, y todas las señales de datos adquiridas se utilizan para reconstruir imágenes CT del objeto escaneado. En el segundo procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía dual, y las señales de datos adquiridas se descomponen en señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía. A continuación, las señales de datos descompuestas se utilizan para la reconstrucción para obtener imágenes de coeficientes de atenuación, imágenes de densidad electrónica e imágenes de números atómicos del artículo escaneado en el escaneo de rayos X con diferentes energías.

45 En una forma de realización específica, el módulo de procesado de datos puede estar configurado para, en el segundo procesado de datos, emplear algoritmos de interpolación para obtener unos datos de proyección de energía dual que se corresponden con una disposición de alineamiento y, a continuación, llevar a cabo una reconstrucción de imágenes de coeficientes de atenuación, imágenes de densidad electrónica e imágenes de números atómicos en el escaneo de rayos X con energías diferentes en el caso en el que las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas de manera alterna. Con una configuración de este tipo, puede resolverse el problema de que la descomposición de energía dual no pueda materializarse directamente debido a la desalineación de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y una segunda respuesta de energía.

55 Hay un método de detección de CT que utiliza el sistema de CT de energía dual antes descrito, y que comprende las etapas de: transportar

60 el objeto que se va a escanear (por ejemplo, equipaje) a través del túnel de escaneo; accionar el pórtico para girar y al mismo tiempo controlar la fuente de rayos X con el fin de emitir el rayo X; adquirir señales de datos de la pluralidad de conjuntos detectores; y llevar a cabo un primer procesado de señales de datos y un segundo procesado de señales de datos, en donde, en el primer procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía única, y las señales de datos adquiridas se utilizan para reconstruir imágenes CT del objeto escaneado, y en el segundo procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía dual, y las señales de datos adquiridas se descomponen en señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección que

5 tienen una primera respuesta de energía y señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía. A continuación, las señales de datos descompuestas se utilizan para la reconstrucción para obtener las imágenes de coeficientes de atenuación, las imágenes de densidad electrónica y las imágenes de números atómicos del artículo escaneado en el escaneo de rayos X con diferentes energías.

10 En el segundo procesado de datos, se utiliza un algoritmo de interpolación para obtener datos de proyección de energía dual que se corresponden con una disposición de alineamiento y, a continuación, llevar a cabo una reconstrucción de las imágenes de coeficientes de atenuación, las imágenes de densidad electrónica y las imágenes de números atómicos en el escaneo de rayos X con diferentes energías en el caso en el que las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas de manera alterna.

15 **Breve descripción de los dibujos**

Las características anteriores y otras del sistema de CT de energía dual y los conjuntos detectores utilizados en el mismo de acuerdo con la presente divulgación se pondrán más claramente de manifiesto mediante la descripción detallada de formas de realización ejemplificativas de los mismos en referencia a los dibujos adjuntos por medio de ejemplos. En la totalidad de los dibujos, los numerales de referencia iguales representan unos elementos iguales o similares.

20 la figura 1 es una vista esquemática de un sistema global de CT de energía dual según una forma de realización de la presente divulgación;

25 la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de componentes principales del sistema de CT de energía dual;

30 las figuras 3a a 3e muestran disposiciones ejemplificativas de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía en los conjuntos detectores del dispositivo detector según la presente divulgación; y

la figura 4 es una vista superior que muestra una vista estructural esquemática del dispositivo detector.

35 **Descripción detallada de formas de realización preferidas de la invención**

A continuación, se explicarán adicionalmente formas de realización de la presente divulgación en referencia a los dibujos adjuntos. Debe indicarse que los numerales de referencia iguales o similares representan elementos iguales o similares o los correspondientes que tienen funciones iguales o similares. Las siguientes formas de realización se explican únicamente a título de ejemplo, en lugar de estar destinadas a limitar el alcance de la presente invención.

40 En referencia a la figura 1, la misma muestra un sistema de CT (tomografía computarizada) de energía dual según una forma de realización ejemplificativa de la presente divulgación. Dicho sistema se puede utilizar para inspeccionar artículos sospechosos, por ejemplo, en equipaje. El sistema de CT de energía dual comprende un túnel de entrada de escaneo 2 y un túnel de salida de escaneo 6 a través de los cuales un objeto que debe ser escaneado (y que no se muestra), tal como equipaje, entra y sale del sistema de CT de energía dual a lo largo de una dirección de transporte mostrada con la flecha A, una fuente de rayos X 8 prevista entre el túnel de entrada de escaneo 2 y el túnel de salida de escaneo 6, un pórtico 5 previsto en un lado opuesto con respecto a la fuente de rayos X 8. Un dispositivo detector 20 está montado en el pórtico 5, y el dispositivo detector 20 comprende una pluralidad de conjuntos detectores 21. En una forma de realización preferida, el sistema de CT de energía dual comprende, además, un subsistema de anillo deslizando 3 dispuesto en torno al túnel de escaneo, y la fuente de rayos X 8 y el pórtico 5 están montados en el subsistema de anillo deslizando 3 y son giratorios con respecto al centro del túnel de escaneo.

55 Tal como se muestra en la figura 2, en el sistema de CT antes mencionado, el pórtico 5 está montado en una placa de montaje de pórtico giratorio 12 del subsistema de anillo deslizando 3 destinada al montaje del pórtico 5, y la placa de montaje de pórtico 12 está montada en un armazón de soporte de anillo deslizando 13 y es accionada por un motor de accionamiento de anillo deslizando 14. Además, el dispositivo detector 20, la fuente de rayos X 8, un primer colimador 9 y un segundo colimador 10 están montados en el pórtico 5. En esta forma de realización, solamente hay un pórtico 5 en este sistema. El pórtico 5 es una estructura cerrada en la cual está montado un módulo de control/adquisición de datos 34. El sistema completo de adquisición de datos de CT puede emplear un conjunto de módulo de adquisición de datos y módulo de control. Además, todos los datos adquiridos se pueden procesar mediante un tipo de algoritmo, de manera que puede incrementarse la velocidad para llevar a cabo una operación de escaneo en el sistema de CT, y también pueden incrementarse la velocidad de transferencia y de procesamiento de datos.

En referencia a las figuras 3(a) a (d), se muestran ilustrativamente disposiciones ejemplificativas de unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía en el conjunto detector 21 del dispositivo detector 20 según la presente divulgación. En una forma de realización, la unidad de cristales de detección que tiene una primera respuesta de energía es una unidad de cristales de detección de baja energía que consiste en por lo menos un cristal de detección de baja energía, y la unidad de cristales de detección que tiene una segunda respuesta de energía es una unidad de cristales de detección de alta energía que consiste en por lo menos un cristal de detección de alta energía. Según la presente divulgación, cada conjunto detector 21 comprende por lo menos una unidad de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía, dispuestos a lo largo de una primera dirección (según se muestra con la flecha B) a intervalos, y cada unidad de cristales de detección 22 que tiene una primera respuesta de energía comprende por lo menos un cristal de detección 22a, 22b, 22c ... que tiene una primera respuesta de energía dispuesto a lo largo de una segunda dirección. La segunda dirección (según se muestra con la flecha C) es perpendicular a la primera dirección. El conjunto detector 21 comprende, también, por lo menos una unidad de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía dispuestos a lo largo de la primera dirección a intervalos, y cada unidad de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía comprende por lo menos un cristal de detección 23a ... que tiene una segunda respuesta de energía dispuesto de acuerdo con la segunda dirección. La segunda energía es mayor que la primera energía. Cuando se observan desde una dirección de incidencia de los rayos X, dicha por lo menos una unidad de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y la por lo menos una unidad de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía están, por lo menos parcialmente, dispuestas de manera alterna a lo largo de la primera dirección. Por ejemplo, una unidad de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y una unidad de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están dispuestas de manera alterna a lo largo de la primera dirección y no están alineadas entre sí.

Alguien versado en la técnica de la detección que utiliza cristales de detección puede entender que la característica o divulgación de "la segunda energía es mayor que la primera energía" descrita en la presente, significa sustancialmente "la segunda energía equivalente (o media) correspondiente a la segunda respuesta de energía es mayor que la primera energía equivalente (o media) correspondiente a la primera respuesta de energía". En otras palabras, la característica o divulgación de "la segunda energía es mayor que la primera energía" descrita en la presente, se refiere sustancialmente a la comparación de energías equivalentes o energías medias correspondientes a las respuestas energéticas respectivas.

Con un dispositivo detector del tipo mencionado, puesto que las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía están, por lo menos parcialmente, dispuestas de manera alterna a lo largo de la primera dirección, en un modo de procesado de energía única, se incrementan las posiciones de muestreo espacial para detectar el rayo X, en comparación con la disposición convencional en la que las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas de forma que están alineadas entre sí. Una parte del rayo X emitido desde la fuente de rayos X es adquirida por cualquiera de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía y que están dispuestas de manera alterna, y el resto de rayo X es adquirido por las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y que están alineadas entre sí. A continuación, todas las señales de datos adquiridas se utilizan para la reconstrucción de imágenes de CT del objeto escaneado, de manera que puede mejorarse la resolución espacial. Además, puesto que el número de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía no se incrementa, no aumentarán los costes de fabricación para el dispositivo detector.

En una forma de realización específica, el número de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía puede ser igual al de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3(a). El número de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía puede ser igual al de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía, por ejemplo, según se muestra en las figuras 3(b) a 3(d). Puesto que el coste de los cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía es mucho menor que el del cristal de detección que tiene una segunda respuesta de energía, puede mejorarse la resolución espacial para la reconstrucción de imágenes de CT incrementando el número de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía, y, por lo tanto, el coste de fabricación del dispositivo detector no se incrementará evidentemente.

Las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía pueden estar dispuestas de una manera totalmente alterna, es decir, cualquiera de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía no está alineada con ninguna de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía, tal como se muestra en las figuras 3(a) a 3(d). Una disposición de este tipo significa que, en el modo de procesado de energía única, las exposiciones de muestreo espacial para la detección de rayos X se

incrementan adicionalmente disponiendo de manera alterna todas las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y una segunda respuesta de energía, sin cambiar el número total de las unidades de cristales de detección (es decir, sin incrementar el coste de fabricación total), mejorándose así, adicionalmente, la resolución espacial para la reconstrucción de imágenes de CT.

La figura 3(e) muestra otra disposición ejemplificativa de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía en el conjunto detector 21 del dispositivo detector 20 según la presente divulgación. En esta disposición ejemplificativa, cada conjunto detector 21 comprende por lo menos dos unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía dispuestas a lo largo de la primera dirección a intervalos, y cada unidad de cristales de detección 22 que tiene una primera respuesta de energía comprende por lo menos un cristal de detección 22a, 22b, 22c ... que tiene una primera respuesta de energía dispuesto de acuerdo con la segunda dirección. La primera dirección es paralela a la dirección de transporte del objeto escaneado. La segunda dirección es perpendicular a la primera dirección. El conjunto detector 21 comprende, también, por lo menos una unidad de cristales de detección 23 que tiene una segunda respuesta de energía, dispuesta a lo largo de la primera dirección a intervalos, y cada unidad de cristales de detección 23 que tiene una segunda respuesta de energía comprende por lo menos un cristal de detección 23a ... que tiene una segunda respuesta de energía, dispuesto de acuerdo con la segunda dirección. La segunda energía es mayor que la primera energía. El número de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía es menor que el de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía. Cuando se observan desde una dirección de incidencia de los rayos X, algunas de las por lo menos dos unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía se corresponden con y están dispuestas de manera que están alineadas con unidades de cristales de detección respectivas de la por lo menos una unidad de cristales de detección 23 que tiene una segunda respuesta de energía.

De esta manera, por un lado, puede mejorarse la definición de las imágenes tridimensionales incrementando el número de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía; por otro lado, puesto que el número de los cristales de detección requerido para cumplir los requisitos de precisión de la identificación de sustancias es mucho menor que el número de los cristales de detección requerido para cumplir los requisitos de definición de imágenes tridimensionales, la provisión de una cantidad pequeña de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía no comportará ninguna influencia negativa sobre la identificación de sustancias. Por lo tanto, pueden optimizarse los costes de detección, y se puede garantizar una mayor resolución espacial para la reconstrucción de imágenes de CT al mismo tiempo que se cumplen los requisitos de precisión de la identificación de sustancias.

Tal como se muestra de manera ejemplificativa en las figuras 3(a) a (e), en una forma de realización, el dispositivo detector comprende, además, una placa de montaje 24. Las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas en un lado de la placa de montaje 24 de tal manera que las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas a lo largo de la primera dirección a intervalos, y las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están dispuestas en el otro lado de la placa de montaje 24 de tal modo que las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están dispuestas a lo largo de la primera dirección a intervalos. Alternativamente, la por lo menos una unidad de cristales de detección que tiene una primera respuesta de energía y la por lo menos una unidad de cristales de detección que tiene una segunda respuesta de energía están montadas en el mismo lado o lados diferentes de placas de montaje diferentes. En una forma de realización, la placa de montaje 24 puede ser una placa de circuito impreso, y, en la placa de circuito impreso, se proporciona un circuito correspondiente a las unidades de cristales de detección.

En una forma de realización preferida, una superficie de incidencia de la unidad de cristales de detección en el conjunto detector según se muestra en las figuras 3(a) a (e) puede estar provista de una capa de filtración (no mostrada), tal como una capa de cobre, para ajustar una respuesta de energía de la unidad de cristales de detección. En una forma de realización, la fuente de rayos X es una fuente de luz única o una fuente multihaz distribuida.

En la solicitud de patente china n.º 201210350516.X (sistema de inspección de seguridad de CT para equipajes y disposición de detectores correspondiente al mismo) propiedad del solicitante de la presente solicitud se dio a conocer una disposición mejorada de conjuntos detectores. La pluralidad de conjuntos detectores descrita en la presente divulgación se puede disponer en la disposición que se da a conocer en la solicitud de patente china n.º 201210350516.X, para reducir el tamaño del sistema de inspección de seguridad de CT y para mejorar la eficiencia del escaneo. Específicamente, la pluralidad de conjuntos detectores 21 se puede disponer en un soporte con forma de arco circular centrado en un centro del túnel de escaneo o en un soporte con forma aproximada de arco circular que consiste en una pluralidad de elementos rectos. No obstante, debe señalarse que la pluralidad de conjuntos detectores se puede disponer en un soporte con forma de arco circular centrado en la fuente de rayos X o un soporte con forma aproximada de arco circular que consiste en una pluralidad de elementos rectos de una manera convencional.

En una forma de realización, la pluralidad de conjuntos detectores se puede disponer en el soporte con forma de arco circular o con forma aproximada de arco circular en espiral, de manera que el trayecto de detección para detectar el objeto escaneado sea un trayecto espiral cuando el objeto escaneado se transporta para pasar a través de un plano de escaneo. El trayecto espiral se define como un trayecto espacial a través del cual pasa un punto fijo (tal como una fuente de luz y similares) en el anillo deslizante cuando el objeto escaneado se transporta para pasar a través del plano de escaneo, tomándose el objeto escaneado como referente de reposo. Específicamente, en referencia a la figura 2, en la pluralidad de conjuntos detectores, por ejemplo, en el orden de izquierda a derecha/de derecha a izquierda, un conjunto detector se mueve hacia una dirección de *page-in*/una dirección de *page-out* secuencialmente una distancia con respecto a otro conjunto detector adyacente.

En una forma de realización, el sistema de CT de energía dual según la presente divulgación comprende, además, un módulo de procesamiento de datos (no mostrado). El módulo de procesamiento de datos puede estar integrado en el sistema de CT de energía dual, o se puede proporcionar de manera independiente. El módulo de procesamiento de datos está configurado para llevar a cabo un primer procesamiento de datos y un segundo procesamiento de datos. En el primer procesamiento de datos, se utiliza un modo de procesamiento de energía única, y no se diferencian señales de datos de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía, señales de datos de las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y señales de datos de un bloque unitario formado por las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía y que están alineadas entre sí. Todas las señales de datos adquiridas se utilizan para reconstruir imágenes de CT del objeto escaneado, tal como equipaje, con el fin de detectar artículos prohibidos, tales como cuchillos o armas. En el segundo procesamiento de datos, se utiliza un modo de procesamiento de energía dual, y las señales de datos adquiridas se descomponen en señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección 22 que tiene una primera respuesta de energía y señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección 23 que tiene una segunda respuesta de energía, por medio de una técnica de descomposición de energía dual. A continuación, las señales de datos descompuestas se utilizan para la reconstrucción para obtener unas imágenes de coeficientes de atenuación, unas imágenes de densidad electrónica e imágenes de números atómicos del artículo escaneado en el escaneo de rayos X con diferentes energías, con vistas a identificar sustancias y detectar artículos prohibidos, tales como drogas o explosivos.

Tal como alguien versado en la técnica puede conocer, en un caso en el que las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía estén dispuestas de una manera totalmente alterna o estén dispuestas de una manera parcialmente alterna, la descomposición de energía dual no se puede realizar directamente ya que algunas de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y una segunda respuesta de energía no están alineadas entre sí. Por consiguiente, los inventores proponen que el módulo de procesamiento de datos se puede configurar para emplear unos algoritmos de interpolación para obtener datos de proyección de energía dual que se corresponden con una disposición de alineamiento y, a continuación, reconstruir las imágenes de densidad electrónica y las imágenes de números atómicos en el caso en el que las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía están, por lo menos parcialmente, dispuestas de manera alterna, durante la ejecución del segundo procesamiento de datos. Con una configuración de este tipo, puede resolverse el problema antes mencionado de que la descomposición de energía dual no se puede materializar directamente debido a la desalineación de las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía.

La figura 4 es una vista superior que muestra una vista estructural esquemática del sistema de CT de energía dual según la presente divulgación. El sistema de CT de energía dual comprende, además, el primer colimador 9 y el segundo colimador 10. El primer colimador 9 incluye rejillas de colimador 39 para descomponer el rayo emitido por la fuente de rayos X 8 y controlar la intensidad de energía de los haces de rayos X a los que se da salida desde cada una de las rejillas. El segundo colimador 10 incluye rejillas 37 para blindar el rayo X incidente sobre los conjuntos detectores, de tal manera que pueda garantizarse que el rayo X que llega a una cara receptora de un cristal detector proviene de una cara principal del cristal de detección, en lugar de ser dispersado por bordes de la cara receptora del cristal detector. Tal como se muestra en la figura 4, las rejillas 39 del primer colimador 9 incluyen por lo menos dos secciones para descomponer el rayo emitido por la fuente de rayos X 8 en dos o más haces de rayos sectoriales. Además, tal como se muestra en la figura 4, a lo largo de la dirección del túnel de escaneo 2 o 6, los haces de rayos sectoriales descompuestos respectivos se corresponden con caras receptoras respectivas de la pluralidad de unidades de cristales de detección 22 y 23 para adquirir de forma sincrónica datos de una pluralidad de columnas de detectores a lo largo de la dirección del túnel de escaneo 2 o 6. La pluralidad de conjuntos detectores 21 puede consistir en una pluralidad de unidades de cristales detectores montadas dentro de una caja de montaje de detectores 35 a través de un soporte de montaje de cristales detectores. La caja de montaje de detectores está sellada para reducir las perturbaciones sobre el rendimiento de los cristales detectores provocadas por la luz, el polvo y la humedad ambiental. La caja de montaje de detectores 35 está montada en el pórtico de CT por medio de un soporte de fijación 42. Para reducir el blindaje de los rayos X en la dirección principal al mismo tiempo que se garantiza un sellado y un sombreado, en una posición en frente de las caras receptoras de los cristales detectores se monta una pantalla de sombreado antipolvo 38, hacia el blanco de la fuente de rayos

X. Preferentemente, el grosor de la pantalla de sombreado antipolvo 38 no es mayor de 3 mm. La pantalla de sombreado antipolvo está realizada con material ligero, que incluye, aunque sin carácter limitativo, Teflón, plástico, baquelita y hoja de aluminio. En la forma de realización preferida, las rejillas de colimador 39 del primer colimador se materializan en forma de una o más curvas de ajuste por puntos en relación con la distribución de la energía de los rayos, en donde rendijas de algunas de las rejillas en la parte central son relativamente estrechas mientras que rendijas de algunas de las rejillas en los márgenes son relativamente amplias, de tal manera que las intensidades de energía que llegan a las diferentes caras receptoras de los cristales detectores son sustancialmente iguales. En una forma de realización específica, las rejillas de colimador 39 del primer colimador están provistas de una pluralidad de rendijas, por lo menos dos, por ejemplo, tres, tal como se muestra en la figura 4.

A continuación, se introducirá una breve descripción sobre el funcionamiento específico del sistema de CT de energía dual de acuerdo con la presente divulgación. A través del túnel de entrada de escaneo 2, el objeto que debe ser escaneado (y que no se muestra), tal como equipaje, se transporta hacia el sistema de CT de energía dual. Al mismo tiempo, en la entrada se acciona una barrera de luz, y con órdenes de adquisición emitidas por un módulo de control del sistema, el anillo deslizante 3 es accionado por el motor de accionamiento de anillo deslizante 14 para girar y, con ello, el pórtico 5 comienza a girar junto con la rotación del anillo deslizante 3. El rayo X emitido por la fuente de rayos X 8 en el sistema de CT pasa a través del primer colimador 9 el cual se utiliza como dispositivo de colimación de energía frontal, y este último divide el rayo de energía en una pluralidad de columnas de haces de rayos X sectoriales. A continuación, los conjuntos detectores 21 comienzan a adquirir los datos sobre estos haces de rayos X. Finalmente, los datos adquiridos se utilizan para la reconstrucción por medio del módulo de procesado de datos. Específicamente, el módulo de procesado de datos está configurado para llevar a cabo un primer procesado de datos y un segundo procesado de datos. En el primer procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía, y todas las señales de datos adquiridas se utilizan para reconstruir imágenes de CT del objeto escaneado, tal como equipaje, para obtener las imágenes estructurales y de forma del objeto escaneado, detectando así artículos prohibidos, tales como cuchillos o armas. En el segundo procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía dual, y las señales de datos adquiridas se descomponen en señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección 22 que tiene una primera respuesta de energía y señales de datos de la por lo menos una unidad de cristales de detección 23 que tiene una segunda respuesta de energía mediante, por ejemplo, una técnica convencional de descomposición de energía dual. A continuación, las señales de datos descompuestas se utilizan para la reconstrucción para obtener imágenes de coeficientes de atenuación, imágenes de densidad electrónica e imágenes de números atómicos del artículo escaneado en el escaneo de rayos X con diferentes energías, con vistas a identificar sustancias y detectar artículos prohibidos, tales como drogas o explosivos. En una forma de realización preferida, en el segundo procesado de datos, se emplean unos algoritmos de interpolación para obtener datos de proyección de energía dual que se corresponden con una disposición de alineamiento y, a continuación, reconstruir las imágenes de densidad electrónica y las imágenes de números atómicos en el caso en el que las unidades de cristales de detección 23 que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección 22 que tienen una primera respuesta de energía están, por lo menos parcialmente, dispuestas de manera alterna.

Aunque se han mostrado y descrito varias formas de realización ejemplificativas, la presente invención no se limita a ellas y aquellos versados en la materia apreciarán que, en estas formas de realización, se pueden aplicar varios cambios o modificaciones sin desviarse con respecto a los principios de la divulgación, y que los mismos deben situarse dentro del alcance de la presente invención. El alcance de la invención queda definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo detector para un sistema de CT de energía dual, comprendiendo el dispositivo detector una pluralidad de conjuntos detectores y una placa de montaje (24), comprendiendo cada conjunto detector (21):

una pluralidad de unidades de cristales de detección (22) que tienen una primera respuesta de energía que están dispuestas sobre un lado de la placa de montaje (24) a lo largo de una primera dirección (B) a intervalos, incluyendo cada unidad de cristales de detección que tiene una primera respuesta de energía una pluralidad de cristales de detección (22a, 22b, 22c) que tienen una primera respuesta de energía dispuestos a lo largo de una segunda dirección (C), siendo la segunda dirección perpendicular a la primera dirección; y

una pluralidad de unidades de cristales de detección (23) que tienen una segunda respuesta de energía que están dispuestas sobre el otro lado de la placa de montaje (24) a lo largo de la primera dirección a intervalos, incluyendo cada unidad de cristales de detección que tiene una segunda respuesta de energía una pluralidad de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía dispuestos a lo largo de la segunda dirección, siendo la segunda energía mayor que la primera energía;

en el que la pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y la pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están, por lo menos parcialmente, dispuestas de manera alterna a lo largo de la primera dirección cuando se observa desde una dirección de incidencia de los rayos X;

en el que el número de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía es igual o superior al de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía.

2. Dispositivo detector para el sistema de CT de energía dual según la reivindicación 1, en el que, cuando se observa desde la dirección de incidencia de rayos X, la pluralidad de unidades de cristales de detección (22) que tienen una primera respuesta de energía y la pluralidad de unidades de cristales de detección (23) que tienen una segunda respuesta de energía están dispuestas a lo largo de la primera dirección en una disposición totalmente alterna.

3. Dispositivo detector para el sistema de CT de energía dual según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de conjuntos detectores está dispuesta sobre un soporte con forma de arco circular centrado en un centro de un túnel de escaneo o una fuente de rayos X del sistema de CT de energía dual o un soporte con forma aproximada de arco circular que consiste en una pluralidad de elementos rectos en espiral, de modo que un trayecto de detección para detectar el objeto escaneado sea un trayecto espiral cuando el objeto escaneado es transportado para pasar a través de un plano de escaneo.

4. Dispositivo detector para el sistema de CT de energía dual según la reivindicación 1, en el que unas superficies de incidencia de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y/o las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están previstas sobre las mismas de unas capas de filtración para ajustar la respuesta de energía de las unidades de cristales de detección.

5. Dispositivo detector para un sistema de CT de energía dual, en el que el dispositivo detector comprende una pluralidad de conjuntos detectores y una placa de montaje, comprendiendo cada conjunto detector:

una pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía dispuestas sobre un lado de la placa de montaje a lo largo de una primera dirección a intervalos, y comprendiendo cada unidad de cristales de detección que tiene una primera respuesta de energía una pluralidad de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía dispuestos a lo largo de la segunda dirección, siendo la segunda dirección perpendicular a la primera dirección; y

una pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía dispuestas sobre el otro lado de la placa de montaje a lo largo de la primera dirección a intervalos, y comprendiendo cada unidad de cristales de detección que tiene una segunda respuesta de energía una pluralidad de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía dispuestos a lo largo de la segunda dirección, siendo la segunda energía mayor que la primera energía;

en el que el número de las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía es menor que el de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía, y cuando se observa desde una dirección de incidencia de los rayos X, algunas de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía se corresponden con y están dispuestas para ser solapadas con unas respectivas unidades de cristales de detección de entre la pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía.

6. Dispositivo detector para el sistema de CT de energía dual según la reivindicación 5, en el que la pluralidad de

- 5 conjuntos detectores está dispuesta sobre un soporte con forma de arco circular centrado en un centro de un túnel de escaneo o una fuente de rayos X del sistema de CT de energía dual o un soporte con forma aproximada de arco circular que consiste en una pluralidad de elementos rectos en espiral, de manera que un trayecto de detección para detectar el objeto escaneado sea un trayecto espiral cuando el objeto escaneado es transportado para pasar a través de un plano de escaneo.
- 10 7. Dispositivo detector para el sistema de CT de energía dual según la reivindicación 5, en el que unas superficies de incidencia de las unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y/o las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía están previstas sobre las mismas de capas de filtración para ajustar la respuesta de energía de las unidades de cristales de detección.
- 15 8. Sistema de CT de energía dual, que comprende:
un túnel de escaneo (2, 6) a través del cual un objeto que debe ser escaneado entra/sale del sistema de CT de energía dual a lo largo de una dirección de transporte;
una fuente de rayos X (8) prevista en un lado del túnel de escaneo; y
20 un pórtico (5) previsto en un lado opuesto del túnel de escaneo;
en el que el dispositivo detector según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 está montado en el pórtico.
- 25 9. Sistema de CT de energía dual según la reivindicación 8, que comprende asimismo:
un módulo de adquisición para adquirir unas señales de datos de la pluralidad de conjuntos detectores; y
un módulo de control para controlar la emisión de radiación de la fuente de rayos X y la operación de adquisición de señales de datos,
30 en el que el módulo de control y el módulo de adquisición están montados dentro del mismo pórtico;
y/o que comprende asimismo un módulo de procesado de datos, y el módulo de procesado de datos está configurado para realizar un primer procesado de datos y un segundo procesado de datos,
35 en el que en el primer procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía única, y todas las señales de datos adquiridas se utilizan para reconstruir unas imágenes CT del objeto escaneado; en el segundo procesado de datos, se utiliza un modo de procesado de energía dual, y las señales de datos adquiridas se descomponen en unas señales de datos de entre la pluralidad de unidades de cristales de detección que tienen una primera respuesta de energía y unas señales de datos de entre la pluralidad de unidades de cristales de detección que
40 tienen una segunda respuesta de energía, y las señales de datos descompuestas se utilizan para la reconstrucción para obtener unas imágenes de coeficientes de atenuación, unas imágenes de densidad electrónica y unas imágenes de números atómicos del artículo escaneado en el escaneo de rayos X con diferentes energías.
- 45 10. Sistema de CT de energía dual según la reivindicación 9, en el que el módulo de procesado de datos está configurado para, en el segundo procesado de datos, emplear unos algoritmos de interpolación para obtener unos datos de proyección de energía dual que se corresponden con una disposición de alineamiento y, a continuación, llevar a cabo una reconstrucción de imágenes de coeficientes de atenuación, imágenes de densidad electrónica e imágenes de números atómicos en el escaneo de rayos X con energías diferentes en el caso en el que las unidades de cristales de detección que tienen una segunda respuesta de energía y las unidades de cristales de detección
50 que tienen una primera respuesta de energía están dispuestas de manera alterna.

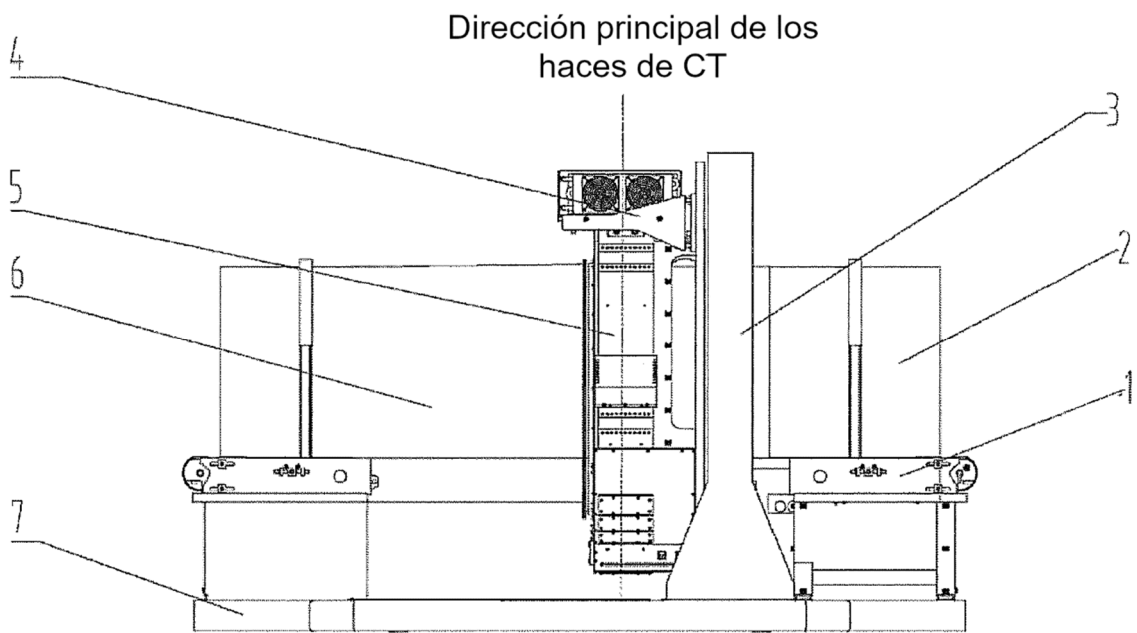


Fig. 1

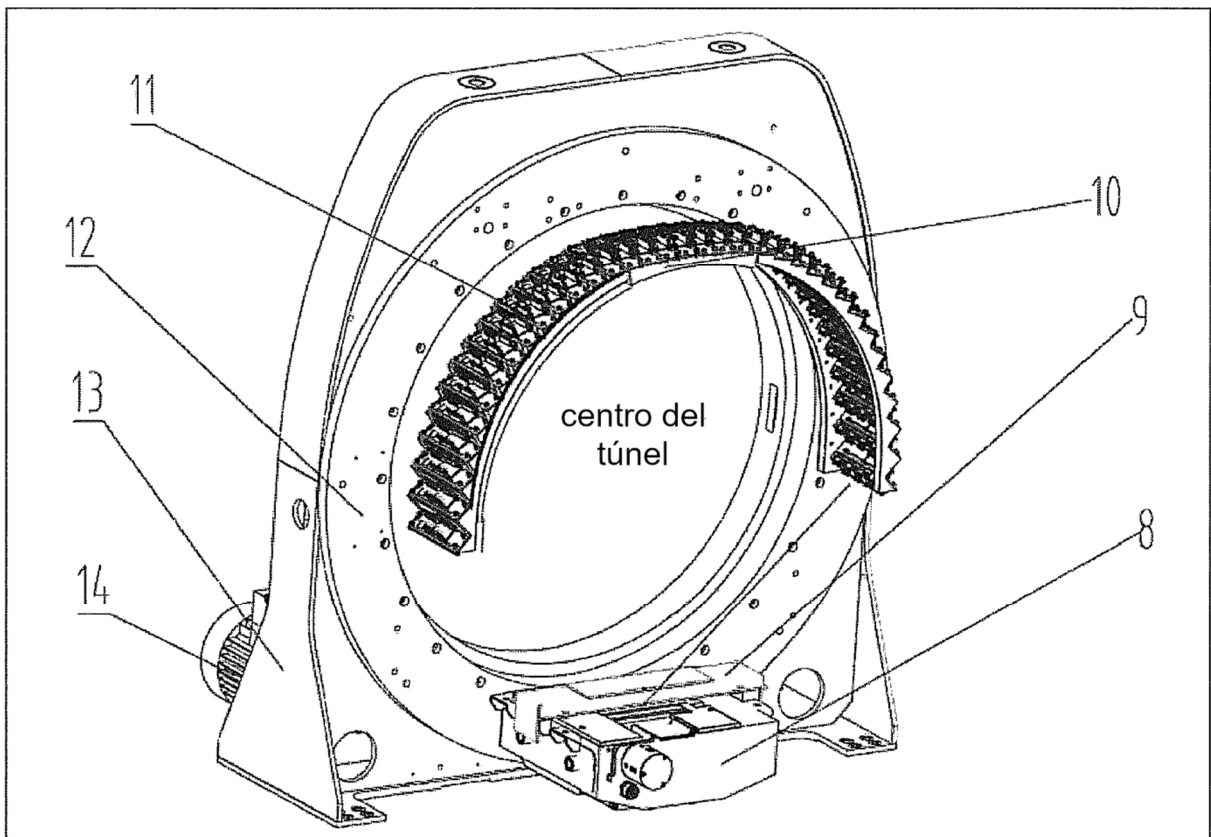


Fig. 2

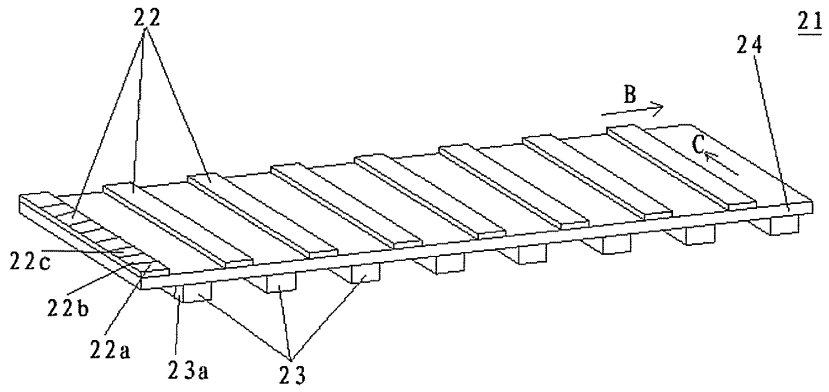


Fig. 3(a)

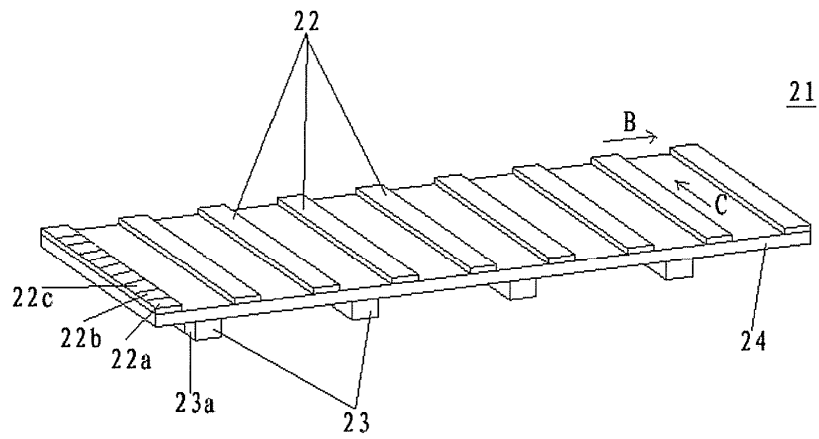


Fig. 3(b)

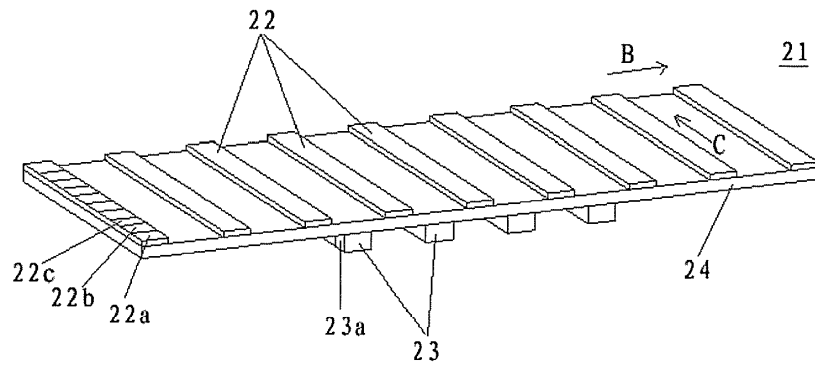


Fig. 3(c)

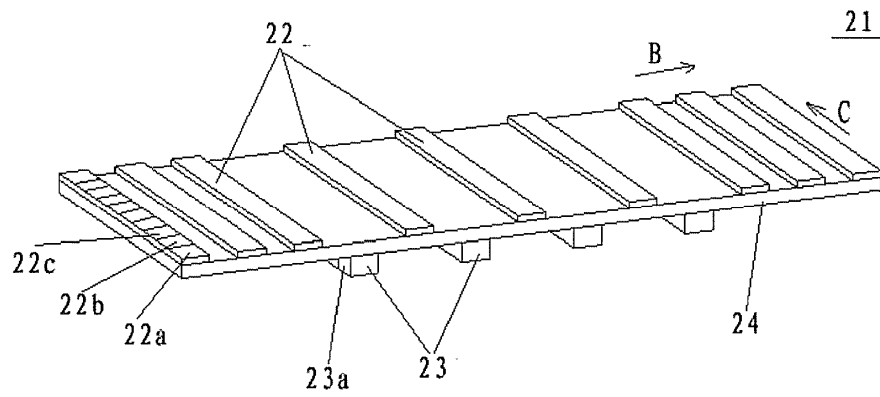


Fig. 3(d)

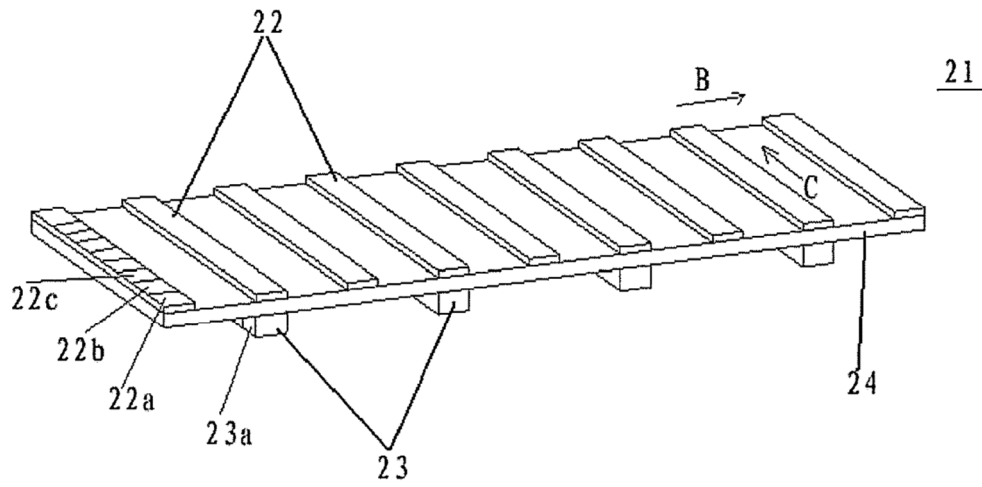


Fig. 3(e)

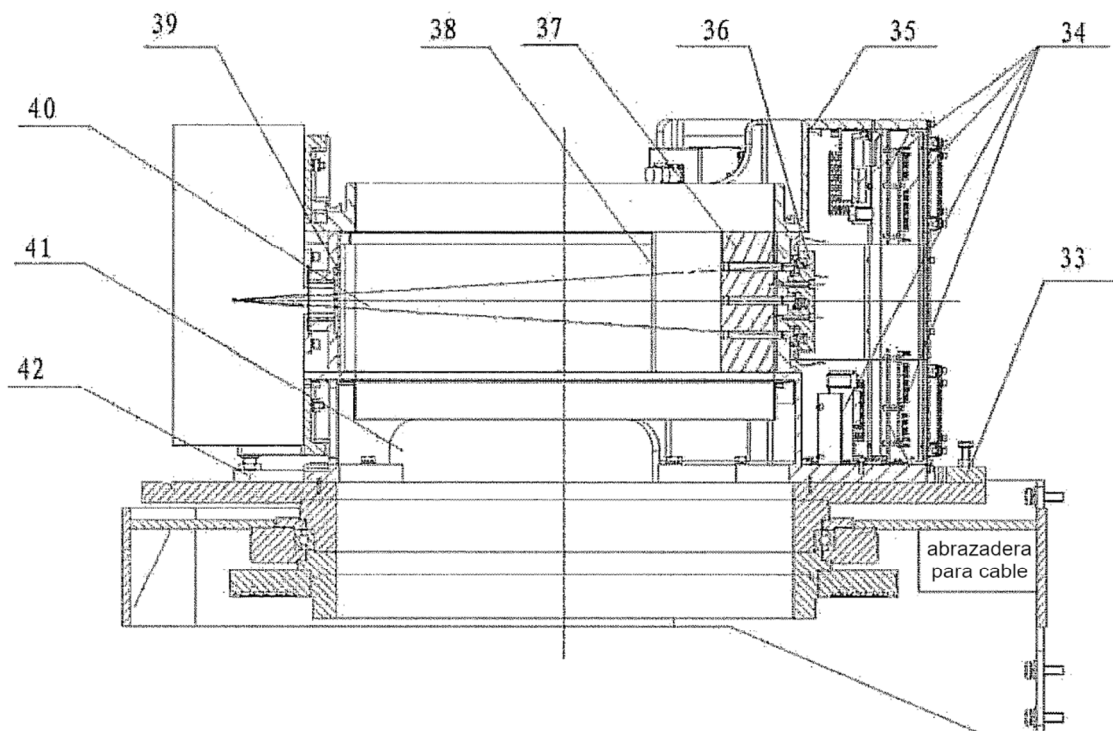


Fig. 4