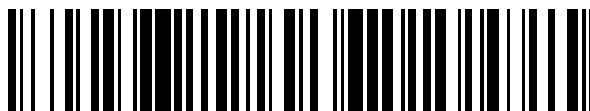


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 729**

51 Int. Cl.:

**G01V 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2014** **E 14199265 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019** **EP 2889649**

54 Título: **Sistemas de TC y procedimientos de los mismos**

30 Prioridad:

**26.12.2013 CN 201310739803**

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

**23.03.2020**

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:

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

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

**ES 2 749 729 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

Sistemas de TC y procedimientos de los mismos

## 5 CAMPO TÉCNICO

[0001] Las realizaciones de la presente descripción se refieren a la radiografía y la tecnología de inspección de seguridad, y más particularmente, al sistema y procedimiento de tomografía computarizada (TC) estática de múltiples fuentes para la inspección de seguridad de equipaje y artículos.

10

## ANTECEDENTES

[0002] La tecnología de TC ha desempeñado un papel importante en ocasiones como la inspección de seguridad, gracias a su capacidad de eliminar la influencia de la superposición de objetos. Los aparatos de TC convencionales usan un dispositivo de anillo deslizante y adquieren datos de proyección en diferentes ángulos mediante la rotación de detectores y fuentes de rayos X. Además, los aparatos de TC reconstruyen una imagen de tomografía para obtener información del interior del equipaje o artículos inspeccionados. En combinación con la tecnología de imagen de energía dual o múltiple, los aparatos de inspección existentes pueden reconstruir el número atómico y la densidad de electrones del objeto inspeccionado, e identificar los materiales contenidos en el artículo, logrando buenos efectos en la detección de explosivos o drogas, por ejemplo.

[0003] La tecnología de TC existente para la inspección de seguridad tiene desventajas. Primero, hay un problema con la velocidad de escaneo. Una alta velocidad es útil para mitigar la presión causada por una gran cantidad de pasajeros y cargas. Sin embargo, un escaneo de alta velocidad generalmente requiere un anillo colector que puede girar a alta velocidad. Debido a las dificultades en la precisión y fiabilidad de la fabricación, por ejemplo, el anillo colector de alta velocidad es muy costoso en cuanto a fabricación y mantenimiento, y por lo tanto es de difícil popularización. En segundo lugar, existen problemas como los de falsa alarma y no alarma. Es difícil para la identificación automática y las funciones de alarma en la tecnología de TC lograr una precisión del 100 % y, por lo tanto, la detección de contrabando aún requiere un examen auxiliar manual, y a veces incluso requiere abrir un equipaje para su examen. Dicho examen a menudo toma varios o decenas de minutos, lo que aumenta el coste de la mano de obra y tiempo y limita la mejora en la eficiencia del examen. Para abordar estos problemas, se introdujo en el mercado un aparato que utiliza tecnología de escaneo secundario, que puede reducir la frecuencia de apertura del equipaje al realizar un escaneo secundario de alta precisión en cualquier equipaje sospechoso para mejorar la calidad de la imagen de TC. Sin embargo, este escaneo secundario también aumenta el tiempo de escaneo y la interrupción en el procedimiento de inspección de seguridad.

[0004] En los últimos años, la tecnología del tubo de rayos X de nanotubos de carbono se ha introducido en aplicaciones prácticas. A diferencia de las fuentes de rayos X normales, el tubo de rayos X de nanotubos de carbono no requiere alta temperatura para generar rayos. En cambio, genera rayos catódicos basados en el principio de descarga de la punta de nanotubos de carbono, y utiliza los rayos catódicos para golpear un objetivo y generar rayos X. Dicha fuente de rayos X tiene ventajas de encendido / apagado rápido y un volumen más pequeño. Se puede formar un aparato de «TC estática» sin rotación colocando la fuente de rayos X adecuadamente e irradiando rayos X sobre el objeto desde diferentes direcciones. Esto acelera significativamente el procedimiento de radiografía mientras omite la estructura de anillo deslizante y ahorra en costes, contribuyendo así considerablemente al campo de la inspección de seguridad.

[0005] El documento WO 2004/0 090 576 A2 describe un sistema de resolución de amenazas por TC. El documento US 7 233 644 B1 describe un escáner de rayos X de tomografía computarizada de alta velocidad. El documento US 2008/0 056 436 A1 describe un sistema para adquirir y reconstruir datos de proyección que son matemáticamente completos o suficientes usando un sistema de tomografía computarizada.

50

## RESUMEN

[0006] En vista de uno o más problemas con la tecnología convencional, las realizaciones de la presente descripción proporcionan un sistema de TC con las características de la reivindicación 1 y un procedimiento con las características de la reivindicación 14.

55

[0007] En una realización, cuando la segunda etapa de escaneo escanea una parte del objeto, el dispositivo de control ajusta el parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento correspondiente a la parte, para hacer que la segunda etapa de escaneo emita la segunda señal digital.

60

[0008] En una realización, el sistema de TC comprende además una tercera etapa de escaneo que comprende una tercera fuente de rayos X, un tercer detector y un tercer dispositivo de adquisición de datos, el dispositivo de control está configurado para ajustar un parámetro de escaneo de la tercera etapa de escaneo basado en la imagen

65

de TC de al menos la primera calidad de imagen para hacer que la tercera etapa de escaneo emita una tercera señal digital, y el dispositivo de procesamiento está configurado para reconstruir una imagen de TC del objeto con una tercera calidad de imagen superior a la primera calidad de imagen basado al menos en la tercera señal digital.

- 5 **[0009]** En una realización, cuando la tercera etapa de escaneo escanea una parte del objeto, el dispositivo de control ajusta el parámetro de escaneo de la tercera etapa de escaneo basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento correspondiente a la parte, para hacer que la tercera etapa de escaneo emita la tercera señal digital.
- 10 **[0010]** En una realización, cada una de la primera, segunda y tercera etapa de escaneo utiliza un modo de escaneo de vista dispersa.
- [0011]** En una realización, cada una de la primera, segunda y tercera etapa de escaneo utiliza un modo de escaneo de ángulo limitado.
- 15 **[0012]** En una realización, cada una de la primera, segunda y tercera fuente de rayos X comprende una pluralidad de puntos de origen provistos en una pluralidad de planos de escaneo perpendiculares o casi perpendiculares a la dirección del movimiento del objeto, y en cada uno de los planos de escaneo, los puntos de origen se distribuyen a lo largo de uno o más segmentos continuos o discontinuos de línea o arco.
- 20 **[0013]** En una realización, los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo están preestablecidos para usar un mayor voltaje para aumentar la energía de rayos X cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento indica que se requiere una mayor penetrabilidad para discernir un objeto metálico y su vecindad.
- 25 **[0014]** En una realización, los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo están preestablecidos para usar un mayor número de fuentes de rayos X para aumentar una resolución espacial cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento indica que es necesario discernir objetos pequeños.
- [0015]** En una realización, los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo se ajustan para tener un número predeterminado de fuentes de rayos activados cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento indica que es necesario completar el escaneo dentro de un período de tiempo prescrito.
- 30 **[0016]** En una realización, se ajusta un espectro de haz para los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento indica que se requiere una identificación de material más precisa.
- 35 **[0017]** En una realización, la intensidad del haz de los puntos de origen de cada una de la primera, segunda y tercera etapa de escaneo se puede ajustar de acuerdo con un número de fuentes de rayos X preestablecidas en el plano donde se proporcionan los puntos de origen.
- 40 **[0018]** En una realización, cuando el número de los puntos de origen es grande, la intensidad del haz se incrementa para reducir el tiempo de emisión del haz de cada punto de origen y así asegurar la finalización del escaneo dentro de un período de tiempo prescrito; cuando el número de puntos de origen es pequeño, se usa una intensidad de haz alta para aumentar la relación de señal con respecto a ruido de los datos escaneados.
- 45 **[0019]** Según otro aspecto de la descripción, se proporciona un procedimiento para un sistema de TC según la reivindicación 14.
- [0020]** Según las realizaciones de la presente descripción, el escaneo basado en parámetros de escaneo adaptativo y de múltiples planos se realiza en un único proceso de escaneo. Esto logra un escaneo de alta precisión y acelera el procesamiento de escaneo al tiempo que obtiene una mejor calidad de imagen y una mayor precisión de identificación.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 55 **[0021]** Para una mejor comprensión de la presente descripción, a continuación, se describirán realizaciones de la presente descripción con referencia a figuras en las que:
- La figura 1 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de TC según una realización de la descripción;
- la figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para un sistema de TC según una realización de la descripción; las figuras 3A, 3B y 3C son diagramas esquemáticos que ilustran un modo de escaneo de vista dispersa utilizado en las respectivas etapas de escaneo de un sistema de TC según una realización de la descripción; y

las figuras 4A, 4B y 4C son diagramas esquemáticos que ilustran un modo de escaneo de ángulo limitado utilizado en las respectivas etapas de escaneo de un sistema de TC según una realización de la descripción.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

- [0022]** Las realizaciones particulares de la descripción se describen a continuación de manera detallada. Cabe señalar que las realizaciones en esta invención se usan solo con fines ilustrativos y no limitan la descripción. En la descripción a continuación, se explica un número de detalles particulares con el fin de proporcionar un mejor entendimiento de la descripción. Sin embargo, para los expertos en la materia, será evidente que la descripción puede implementarse sin estos detalles particulares. En otros ejemplos, no se describen los circuitos, materiales o procedimientos bien conocidos para no complicar la descripción.
- [0023]** A través de la memoria descriptiva, la referencia a «una realización», «un ejemplo» significa que las características, estructuras o propiedades específicas descritas en conjunto con la realización o ejemplo se incluyen en al menos una realización de la presente descripción. Por lo tanto, las frases «en una realización» o «en un ejemplo» que aparecen en varias posiciones a lo largo de la memoria descriptiva podrían no hacer referencia a una y la misma realización o ejemplo. Además, las características, estructuras y propiedades específicas pueden combinarse en una o varias realizaciones o ejemplos en cualquier manera adecuada. Además, los expertos en la materia deben entender que las figuras aquí son para fines ilustrativos, y no están necesariamente dibujadas a escala. Debe apreciarse que «conectar» o «acoplar» un componente a otro componente puede significar que el componente está directamente conectado o acoplado al otro componente o que puede haber un componente que interviene entre ellos. Por el contrario, «conectar directamente» o «acoplar directamente» un componente a otro componente significa que no hay ningún componente intermedio. Los signos de referencia similares se refieren a elementos similares en todas las figuras. El término «y / o» utilizado en esta invención se refiere a cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los artículos enumerados.
- [0024]** En vista del problema con la tecnología convencional, las realizaciones de la presente descripción proponen un sistema de TC estático que tiene múltiples fuentes de rayos X. Cuando un mecanismo transportador transporta y mueve linealmente un objeto bajo inspección, una primera etapa de escaneo escanea el objeto y genera una primera señal digital. A continuación, se reconstruye una imagen de TC de una primera calidad de imagen para el objeto basándose en la primera señal digital, y se analiza la imagen de TC. Posteriormente, se ajusta un parámetro de escaneo de una segunda etapa de escaneo en función del resultado del análisis, de modo que la segunda etapa de escaneo emite una segunda señal digital. La segunda etapa de escaneo se proporciona aparte de la primera etapa de escaneo a una distancia preestablecida en la dirección del movimiento del objeto. A continuación, se reconstruye una imagen de TC de una segunda calidad de imagen para el objeto basándose al menos en la primera señal digital y la segunda señal digital. La segunda calidad de imagen es superior a la primera calidad de imagen. Al utilizar fuentes de rayos X distribuidas, es posible evitar el uso de un anillo colector de alta velocidad y aumentar la velocidad de inspección al tiempo que se reducen los costes de fabricación y mantenimiento del dispositivo. El procedimiento de escaneo basado en parámetros de escaneo adaptativos y de múltiples planos puede integrar los dos procesos de escaneo de alta precisión en la solución de anillo colector en un solo flujo de escaneo, y lograr una mayor calidad de imagen y una mayor precisión de identificación mientras se ahorra en tiempo y mano de obra. La presente descripción puede contribuir a acelerar el proceso de escaneo de TC en la inspección de seguridad y mejorar la precisión en la identificación del contrabando, y puede ser ampliamente utilizado en lugares públicos como estaciones, aeropuertos y aduanas.
- [0025]** La figura 1 ilustra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de TC según una realización de la descripción. Como se muestra en la figura 1, el sistema de TC estático de múltiples fuentes para la inspección de seguridad de equipajes y artículos puede incluir múltiples etapas de escaneo (es decir, la primera etapa de escaneo A, la segunda etapa de escaneo B, la tercera etapa de escaneo C, etc.), un mecanismo transportador 110, un dispositivo de control 140 y un dispositivo de procesamiento 130. Las respectivas etapas de escaneo se proporcionan separadas entre sí a una distancia preestablecida en la dirección del movimiento del objeto. Cada etapa de escaneo incluye una fuente de rayos X, un detector y un dispositivo de adquisición. En este caso, las fuentes de rayos X pueden incluir una pluralidad de puntos de origen de rayos X distribuidos.
- [0026]** En las realizaciones mostradas, el mecanismo transportador 110 transporta y mueve linealmente el objeto bajo inspección 120. La primera etapa de escaneo A incluye una primera fuente de rayos X, un primer detector y un primer dispositivo de adquisición de datos, y está configurada para escanear el objeto y generar una primera señal digital. La segunda etapa de escaneo B está configurada para separarse de la primera etapa de escaneo a una distancia preestablecida en una dirección del movimiento del objeto, e incluye una segunda fuente de rayos X, un segundo detector y un segundo dispositivo de adquisición de datos. El dispositivo de procesamiento 130 está configurado para reconstruir una imagen de TC del objeto con una primera calidad de imagen basada en la primera señal digital y analizar la imagen de TC. El dispositivo de control 140 está acoplado con las respectivas etapas de escaneo y el dispositivo de procesamiento 130. El dispositivo de control 140 ajusta un parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento 130 para hacer

que la segunda etapa de escaneo emita una segunda señal digital. El dispositivo de procesamiento 130 reconstruye una imagen de TC del objeto con una segunda calidad de imagen superior a la primera calidad de imagen al menos en función de la primera y segunda señal digital.

5 **[0027]** Según algunas realizaciones, cuando la segunda etapa de escaneo escanea una parte del objeto, el dispositivo de control ajusta el parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento correspondiente a la parte, para hacer que la segunda etapa de escaneo emita la segunda señal digital. En un ejemplo en el que se deben reconstruir 100 segmentos (tomogramas) para el caso de un equipaje objetivo, después de que la primera etapa de escaneo escanee el octavo segmento, el dispositivo  
10 de procesamiento (por ejemplo, un ordenador) reconstruye y analiza este segmento y estima un parámetro de escaneo para la segunda y posteriores etapas de escaneo para escanear este segmento. Cuando la parte del objeto correspondiente al octavo segmento pasa a través de la segunda etapa de escaneo, la segunda etapa de escaneo ajusta el parámetro en función del resultado del análisis y escanea el objeto. Es decir, el parámetro de escaneo se ajusta de manera diferente cuando diferentes partes del objeto pasan por la segunda etapa de escaneo.

15 **[0028]** La tercera etapa de escaneo C incluye una tercera fuente de rayos X, un tercer detector y un tercer dispositivo de adquisición de datos. El dispositivo de control 140 ajusta un parámetro de escaneo de la tercera etapa de escaneo C en función de la imagen de TC de la primera calidad de imagen (por ejemplo, la primera resolución) para hacer que la tercera etapa de escaneo emita una tercera señal digital, y el dispositivo de procesamiento  
20 reconstruye una imagen de TC del objeto con una tercera calidad de imagen superior a la primera calidad de imagen, al menos basada en la tercera señal digital (es decir, basada en la tercera señal digital o basada en la tercera señal digital y al menos una de la primera y segunda señal digital). Cuando la tercera etapa de escaneo escanea una parte del objeto, el dispositivo de control ajusta el parámetro de escaneo de la tercera etapa de escaneo basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento correspondiente a la parte, para hacer que la tercera etapa de  
25 escaneo emita la tercera señal digital.

**[0029]** Cada uno de los módulos fuente de rayos X distribuidos multipunto puede tener, por ejemplo, uno o más puntos de origen. Se puede establecer la energía para cada punto de origen y se puede establecer el orden en que se activan los puntos de origen. En el sistema, los puntos de origen se distribuyen en múltiples planos de escaneo  
30 (que son perpendiculares o casi perpendiculares a la dirección de desplazamiento del canal). En cada plano, los puntos de origen se distribuyen en uno o más segmentos continuos o discontinuos de línea o arco. Dado que se puede establecer la energía para cada punto de origen, se pueden implementar varios modos de escaneo durante el proceso de emisión del haz en el que los diferentes puntos de origen pueden tener diferentes espectros de energía o la energía para los puntos de origen en diferentes planos puede ser diferente. Los puntos de origen pueden dividirse en diferentes  
35 grupos. Por ejemplo, los puntos de origen en cada módulo o en cada plano pueden clasificarse en un grupo. El orden en que los puntos de origen en el mismo grupo provocan que los electrones golpeen un objetivo es ajustable, y es posible implementar una emisión de haz secuencial o alternativa. Los puntos de origen en diferentes grupos pueden activarse simultáneamente para escanear y, por lo tanto, la velocidad de escaneo aumenta.

40 **[0030]** Cada una de las etapas de escaneo incluye un conjunto completo de detector de rayos X de matriz superficial, circuito de detección, circuito de señal de disparo de adquisición y circuito de transferencia de datos. Las fuentes de rayos X se distribuyen en múltiples planos y, por lo tanto, se proporciona una matriz de detector correspondiente para cada plano. El conjunto de detectores está dispuesto en un círculo o un arco. La columna central de detectores puede estar en el mismo plano donde se encuentran las fuentes de rayos (cuando los puntos de origen  
45 se proporcionan en una parte del círculo, los detectores se pueden colocar en la parte restante del círculo) o en un plano paralelo al plano donde se encuentran las fuentes de rayos (cuando los puntos de origen se distribuyen a lo largo del círculo, no queda espacio para colocar los detectores). La distancia entre los dos planos donde se encuentran las fuentes de rayos y los detectores, respectivamente, debe mantenerse lo más pequeña posible para aliviar el efecto oblicuo debido al hecho de que las fuentes de rayos y los puntos de origen no están en el mismo plano. La matriz de  
50 detectores puede tener una o más filas, y los detectores pueden ser del tipo de energía única, energía dual o espectral.

**[0031]** El mecanismo transportador 110 incluye una mesa de soporte o una cinta transportadora. El dispositivo de control 140 controla la máquina de rayos X y una bandeja para los detectores. Al controlar el modo de emisión del haz de las fuentes de rayos X distribuidas o el movimiento de traslación del objeto o una combinación de los mismos,  
55 es posible implementar el escaneo con una trayectoria espiral, circular u otra trayectoria especial.

**[0032]** El dispositivo de control 140 es responsable del control sobre las operaciones del sistema de TC, incluida la rotación mecánica, el control eléctrico y el control de interbloqueo de seguridad. El dispositivo de control 140 controla particularmente la energía del haz y la secuencia de las fuentes de rayos, y la lectura de los datos del detector y la  
60 reconstrucción de datos.

**[0033]** La figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para un sistema de TC según una realización de la descripción. Como se muestra en la figura 2, el objeto es escaneado por la primera etapa de escaneo durante el movimiento del objeto, y se genera una primera señal digital en la etapa S210. Cuando el objeto 120 (por ejemplo,  
65 maleta de equipaje) se importa al sistema mediante el mecanismo transportador 110, las fuentes de rayos y los

detectores en el primer plano A del sistema escanean la maleta de equipaje y transfieren los datos de escaneo al dispositivo de procesamiento 130 para su reconstrucción de TC. Al mismo tiempo, el sistema registra la hora y el lugar en el que la parte escaneada de la maleta de equipaje pasa a través del primer plano. Es posible calcular cuándo la parte escaneada pasará a través del plano posterior en función de la velocidad y la codificación de la cinta.

5

**[0034]** En la etapa S220, se reconstruye una imagen de TC del objeto con una primera calidad de imagen basada en la primera señal digital, y se analiza la imagen de TC.

**[0035]** En un ejemplo, el dispositivo de procesamiento 130 determina la característica general de la parte escaneada de la maleta de equipaje según el resultado de la reconstrucción de TC. Se puede determinar si hay muchos materiales de alta densidad (por ejemplo, metales), si hay muchas sustancias minuciosas (artículos pequeños) y si hay algún objeto sospechoso en la pieza de equipaje.

**[0036]** En la etapa S230, se ajusta un parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento para hacer que la segunda etapa de escaneo emita una segunda señal digital.

**[0037]** El dispositivo de control 140 establece de antemano el parámetro de escaneo (por ejemplo, el voltaje de fuente de rayos, la corriente, el número de fuentes de rayos a activar) para la etapa de escaneo posterior en función del resultado del análisis. Por ejemplo, los puntos de origen de la etapa de escaneo posterior pueden preestablecerse para usar un mayor voltaje para aumentar la energía de rayos X cuando se requiere una mayor penetrabilidad para discernir un objeto metálico y su vecindad. Los puntos de origen de la etapa de escaneo posterior pueden preajustarse para usar un mayor número de fuentes de rayos X para aumentar, por ejemplo, una resolución espacial cuando se requiere discernir objetos pequeños. La intensidad del haz de cada punto de origen también se puede ajustar según el número de fuentes de rayos activadas preestablecidas en el plano donde se proporciona el punto de origen, de modo que el proceso de escaneo se pueda completar con un período de tiempo prescrito. Por ejemplo, cuando el número de puntos de origen es grande, la intensidad del haz aumenta para reducir el tiempo de emisión del haz de cada punto de origen; cuando el número de puntos de origen es pequeño, se usa una alta intensidad de haz para aumentar la relación de señal con respecto a ruido de los datos escaneados y mejorar el nivel de ruido en la imagen reconstruida.

**[0038]** En la etapa S240, se reconstruye una imagen de TC del objeto con una segunda calidad de imagen superior a la primera calidad de imagen, al menos en función de la primera señal digital y la segunda señal digital.

**[0039]** Por ejemplo, cuando una parte del objeto 120 pasa a través del plano de escaneo posterior, el dispositivo de control 140 controla el plano de escaneo para escanear el objeto según el parámetro de escaneo preestablecido para esta parte, y para obtener datos de escaneo.

**[0040]** En algunas realizaciones, cuando la segunda etapa de escaneo escanea una parte del objeto, el dispositivo de control ajusta el parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento correspondiente a la parte, para hacer que la segunda etapa de escaneo emita la segunda señal digital.

**[0041]** Como tal, cuando la parte del objeto 120 ha pasado a través de todos los planos de escaneo, el sistema integra todos los datos de escaneo y reconstruye el objeto utilizando un algoritmo de reconstrucción de TC de energía única o espectral para obtener un resultado final de reconstrucción de TC 3D, así como identifica el contrabando y genera alarmas.

**[0042]** En algunas realizaciones, las fuentes de rayos X distribuidas y los detectores se distribuyen en tres anillos circulares separados entre sí. Los planos A, B y C son el primer, segundo y tercer plano de escaneo respectivamente, como se muestra en la figura 1. Las fuentes en cada plano pueden disponerse de forma dispersa como se muestra en las figuras 3A, 3B y 3C o disponerse de forma densa dentro de un intervalo de ángulo limitado como se muestra en las figuras 4A, 4B y 4C.

**[0043]** En las realizaciones anteriores, se utiliza un dispositivo de emisión de rayos X de múltiples fuentes para irradiar el equipaje desde diferentes ángulos y, por lo tanto, se puede omitir un dispositivo de rotación en el sistema de TC normal, reduciendo así el coste del sistema y aumentando la precisión de detección. El modo de escaneo multiplano mejora aún más la velocidad de escaneo. El uso de fuentes de rayos X distribuidas proporciona flexibilidad. Al ajustar la energía para las fuentes de rayos X en función de los resultados del preprocesamiento e incorporar la tecnología de detección de rayos X multispectro, es posible mejorar la identificación de objetos peligrosos y sospechosos, como material inflamable, explosivos y drogas, y satisfacer los requisitos de inspección de seguridad en varios escenarios.

**[0044]** Las realizaciones aprovechan al máximo las fuentes de rayos distribuidos y desarrollan un nuevo procedimiento de control. La distribución de las fuentes de rayos en múltiples planos de escaneo permite ajustar el

espectro, la intensidad del haz y el número de fuentes de rayos según las características del objeto. Cuando el objeto pasa a través del primer plano, se puede obtener un resultado previo a la reconstrucción utilizando un procedimiento de reconstrucción de ángulo limitado o de visión dispersa, y luego el espectro, la intensidad del haz y el número de los dos planos posteriores se pueden cambiar según el resultado del análisis y los requisitos. De esta manera, se puede obtener un resultado de reconstrucción óptimo por un lado, y los resultados de reconstrucción a diferentes niveles de energía también se pueden obtener por otro lado para realizar la identificación del material.

**[0045]** En algunas realizaciones, debe abordarse el problema de la sincronización de datos entre diferentes planos cuando las fuentes de rayos y los detectores se distribuyen en múltiples ubicaciones. Al activar las fuentes de rayos X para emitir haces en un procedimiento de codificación de cinta, es posible garantizar que los detectores en diferentes planos adquieran datos del mismo plano del objeto. Alternativamente, las diferencias de tiempo entre los puntos de tiempo cuando el objeto pasa a través de varios planos de detectores pueden determinarse según las ubicaciones fijas de los diversos planos, y por lo tanto, pueden extraerse los datos correspondientes.

**[0046]** En algunas realizaciones donde los datos a diferentes niveles de energía y diferentes ángulos se deben combinar para la reconstrucción, los datos en todos los ángulos se pueden reconstruir primero usando el algoritmo de reconstrucción de TC de energía única normal. El resultado de la reconstrucción mantiene una estructura geométrica precisa. Luego, al usar la estructura geométrica como conocimiento a priori, los datos de escaneo pueden agruparse y reconstruirse de forma grupal según la energía del haz de los puntos de origen, para obtener un resultado de reconstrucción de diferentes niveles de energía de rayos X.

**[0047]** La descripción detallada mencionada anteriormente ha establecido varias realizaciones del sistema y procedimiento de TC por medio del uso de diagramas de bloque, diagramas de flujo y / o ejemplos. En la medida en que dichos diagramas de bloque, diagramas de flujo y / o ejemplos contengan una o más de las funciones y / u operaciones, los expertos en la materia entenderán que cada función y / u operación dentro de dichos ejemplos puede implementarse de manera individual y / o colectiva, mediante una amplia gama de hardware, software, firmware o prácticamente cualquier combinación de los mismos. En una realización, varias porciones del asunto en cuestión descrito en el presente documento pueden implementarse por medio de circuitos integrados de aplicación específica (CIAE), conjuntos de compuertas programables desde el campo (FPGA), procesadores de señales digitales (PSD) u otros formatos integrados. Sin embargo, los expertos en la materia reconocerán que algunos aspectos de las reivindicaciones descritas en el presente documento, en su totalidad o en parte, pueden implementarse de manera equivalente en circuitos integrados, como uno o más programas informáticos ejecutados en uno o más ordenadores (por ejemplo, como uno o más programas ejecutados en uno o más sistemas informáticos), como uno o más programas ejecutados en uno o más procesadores (por ejemplo, como uno o más programas ejecutados en uno o más microprocesadores), como firmware o prácticamente cualquier combinación de los mismos, y que el diseño de los sistemas de circuitos y / o la escritura del código para el software o firmware estaría bien dentro de la habilidad de los expertos en la materia en vista de esta descripción. Además, los expertos en la materia apreciarán que los mecanismos del asunto en cuestión descrito en el presente documento son capaces de ser distribuidos como un producto de programa en una variedad de formas, y que una realización ilustrativa del asunto en cuestión descrito en el presente documento se aplica sin importar el tipo particular de medio de señal portadora usado para, de hecho, llevar a cabo la distribución. Los ejemplos de un medio de señal portadora incluyen, entre otros, los siguientes: un medio de tipo grabable como un disquete flexible, una unidad de disco duro, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), una cinta digital, una memoria de ordenador, etc.; y un medio de tipo de transmisión como un medio digital y / o de comunicación analógica (por ejemplo, un cable de fibra óptica, una guía de ondas, un enlace de comunicación por cable, un enlace de comunicación inalámbrica, etc.).

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de tomografía computarizada, TC, que comprende:
  - 5 un mecanismo transportador (110) configurado para transportar y mover un objeto (120) bajo inspección linealmente;
  - una primera etapa de escaneo (A) que comprende una primera fuente de rayos X, un primer detector y un primer dispositivo de adquisición de datos, y está configurada para escanear el objeto (120) y generar una primera señal digital;
  - 10 una segunda etapa de escaneo (B) configurada para separarse de la primera etapa de escaneo (A) a una distancia preestablecida en una dirección del movimiento del objeto (120), y que comprende una segunda fuente de rayos X, un segundo detector y un segundo dispositivo de adquisición de datos;
  - un dispositivo de procesamiento (130) configurado para reconstruir una imagen de TC del objeto (120) con una primera calidad de imagen basada en la primera señal digital y analizar la imagen de TC. y
  - 15 un dispositivo de control (140) configurado para ajustar un parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo (B) basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento (130) para hacer que la segunda etapa de escaneo (B) emita una segunda señal digital,
  - caracterizado porque** el dispositivo de procesamiento (130) está configurado para reconstruir una imagen de TC del objeto (120) con una segunda calidad de imagen superior a la primera calidad de imagen al menos en función de la primera señal digital y la segunda señal digital.
2. El sistema de TC según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control (140) está configurado para, cuando la segunda etapa de escaneo (B) escanea una parte del objeto (120), ajustar el parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo (B) basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento (130) correspondiente a la parte, para hacer que la segunda etapa de escaneo (B) emita la segunda señal digital.
3. El sistema de TC según la reivindicación 1, que comprende además una tercera etapa de escaneo (C) que comprende una tercera fuente de rayos X, un tercer detector y un tercer dispositivo de adquisición de datos,
  - 30 el dispositivo de control (140) está configurado para ajustar un parámetro de escaneo de la tercera etapa de escaneo (C) basado en la imagen de TC de al menos la primera calidad de imagen para hacer que la tercera etapa de escaneo (C) emita una tercera señal digital, y el dispositivo de procesamiento (130) está configurado para reconstruir una imagen de TC del objeto (120) con una tercera calidad de imagen superior a la primera calidad de imagen, al menos en función de la primera señal digital, la segunda señal digital y la tercera señal digital.
4. El sistema de TC según la reivindicación 3, en el que el dispositivo de control (140) está configurado para, cuando la tercera etapa de escaneo (C) escanea una parte del objeto (120), ajustar el parámetro de escaneo de la tercera etapa de escaneo (C) basándose en un resultado de análisis del dispositivo de procesamiento (130) correspondiente a la parte, para hacer que la tercera etapa de escaneo (C) emita la tercera señal digital.
5. El sistema de TC según la reivindicación 3, en el que cada una de la primera, segunda y tercera etapa de escaneo (C) usa un modo de escaneo de vista dispersa.
6. El sistema de TC según la reivindicación 3, en el que cada una de la primera, segunda y tercera etapa de escaneo (C) usa un modo de escaneo de ángulo limitado.
7. El sistema de TC según la reivindicación 3, en el que cada una de la primera, segunda y tercera fuente de rayos X comprende una pluralidad de puntos de origen provistos en una pluralidad de planos de escaneo perpendiculares o casi perpendiculares a la dirección del movimiento del objeto (120), y en cada uno de los planos de escaneo, los puntos de origen se distribuyen a lo largo de uno o más segmentos continuos o discontinuos de línea o arco.
8. El sistema de TC según la reivindicación 7, en el que los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo (B) están preestablecidos para usar un mayor voltaje para aumentar la energía de rayos X cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento (130) indica que se requiere una mayor penetrabilidad para discernir un objeto metálico (120) y su vecindad.
9. El sistema de TC según la reivindicación 7, en el que los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo (B) están preestablecidos para usar un mayor número de fuentes de rayos X para aumentar una resolución espacial cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento (130) indica que es necesario discernir objetos pequeños (120).
10. El sistema de TC según la reivindicación 7, en el que los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo (B) se ajustan para tener un número predeterminado de fuentes de rayos activados cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento (130) indica que es necesario completar el escaneo dentro de un período de



tiempo prescrito.

11. El sistema de TC según la reivindicación 7, en el que se ajusta un espectro de haz para los puntos de origen de la segunda etapa de escaneo (B) cuando el resultado del análisis del dispositivo de procesamiento (130) indica que se requiere una identificación de material más precisa.
12. El sistema de TC según la reivindicación 7, en el que una intensidad del haz de los puntos de origen de cada una de la primera, segunda y tercera etapa de escaneo (C) se puede ajustar según un número de fuentes de rayos X preestablecidas en el plano donde se proporcionan los puntos de origen.
13. El sistema de TC según la reivindicación 12, en el que cada una de la primera, segunda y tercera fuente de rayos X está configurada para, cuando el número de puntos de origen es grande, aumentar la intensidad del haz para reducir el tiempo de emisión del haz de cada punto de origen y así asegurar la finalización del escaneo dentro de un período de tiempo prescrito; y cuando el número de los puntos de origen es pequeño, se usa una alta intensidad de haz para aumentar una relación de señal con respecto a ruido de los datos escaneados.
14. Un procedimiento para un sistema de tomografía computarizada, TC, que comprende una primera etapa de escaneo (A) y una segunda etapa de escaneo (B) espaciadas desde la primera etapa de escaneo (A) a una distancia preestablecida en una dirección de movimiento de un objeto (120) bajo inspección, el procedimiento comprende:
- escanear (S210) el objeto (120) por la primera etapa de escaneo (A) durante el movimiento del objeto (120), y generar una primera señal digital;
  - reconstruir (S220) una imagen de TC del objeto (120) con una calidad de imagen de TC basada en la primera señal digital y analizar la imagen de TC; y
  - ajustar (S230) un parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo (B) basándose en un resultado de análisis para hacer que la segunda etapa de escaneo (B) escanee el objeto y emita una segunda señal digital; y
  - reconstruir (S240) una imagen de TC del objeto (120) con una segunda calidad de imagen superior a la primera calidad de imagen, al menos en función de la primera señal digital y la segunda señal digital.
15. El procedimiento según la reivindicación 14, en el que cuando la segunda etapa de escaneo (B) escanea una parte del objeto (120), se ajusta el parámetro de escaneo de la segunda etapa de escaneo (120) basándose en un resultado de análisis correspondiente a la parte, para hacer que la segunda etapa de escaneo (B) emita la segunda señal digital.

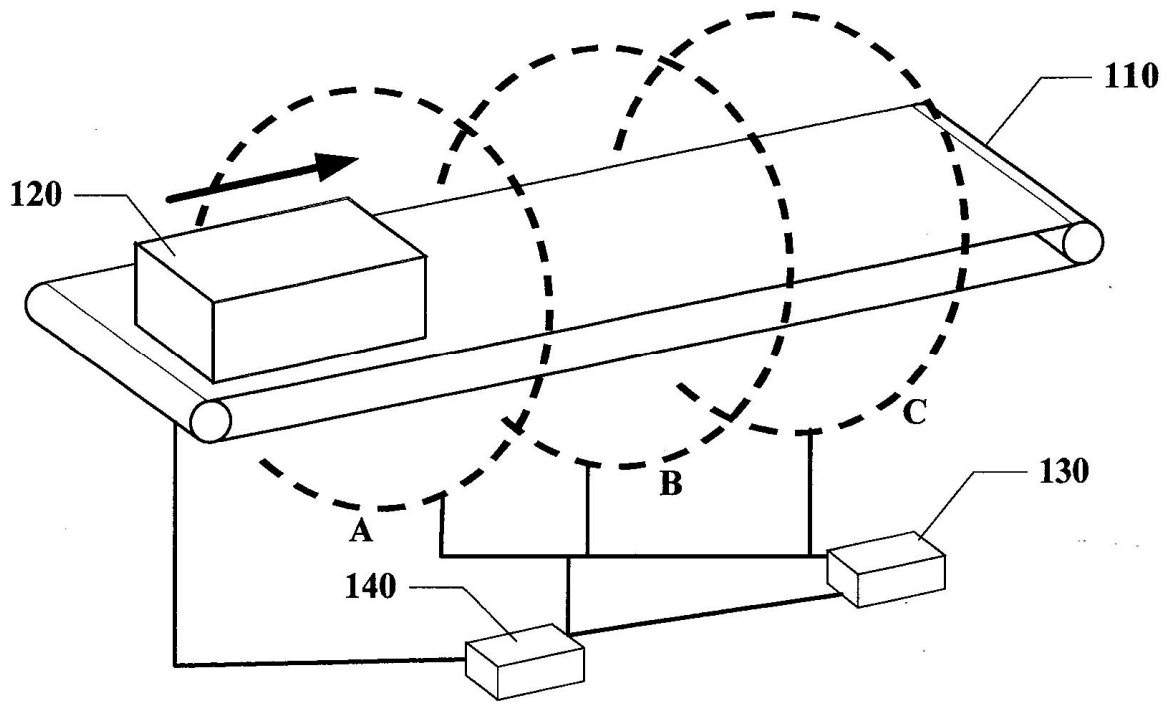


Fig. 1

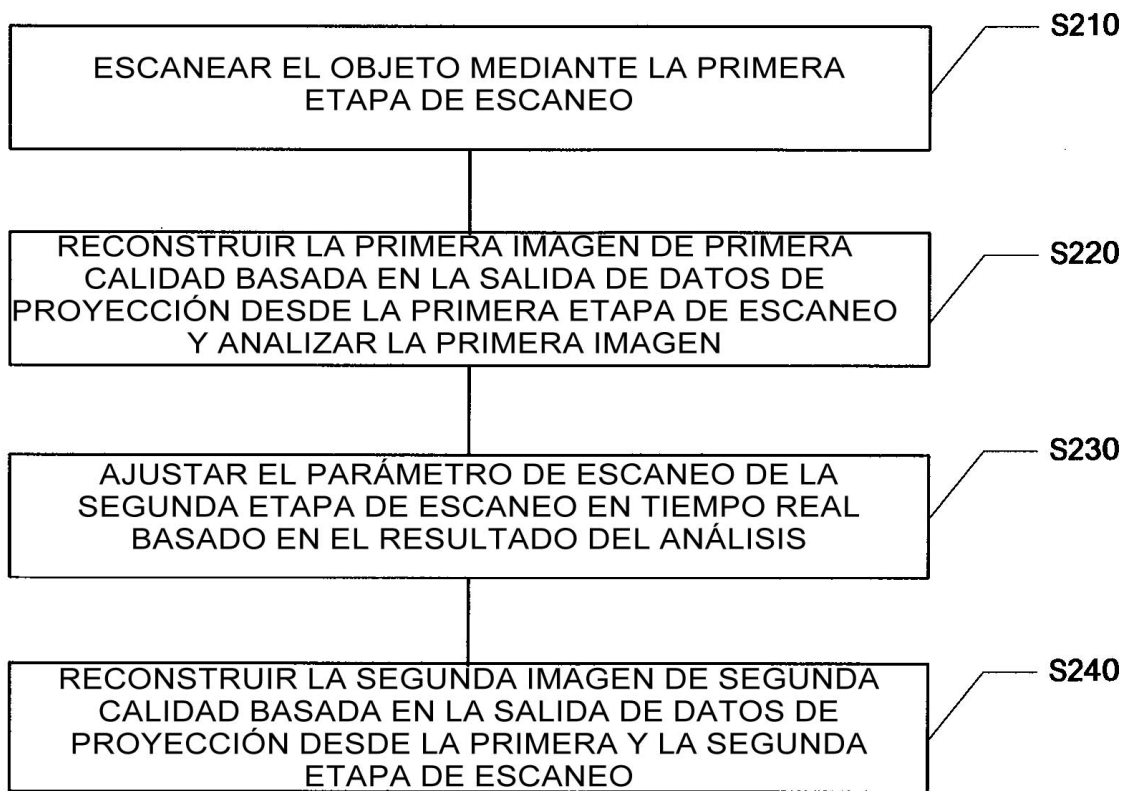
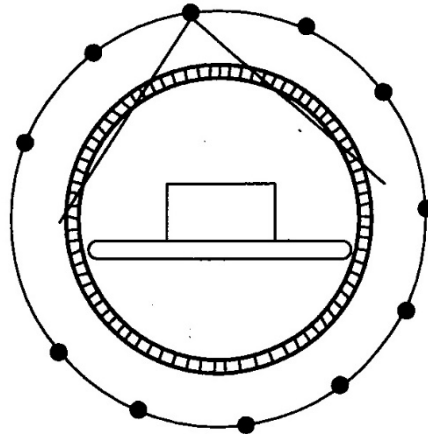
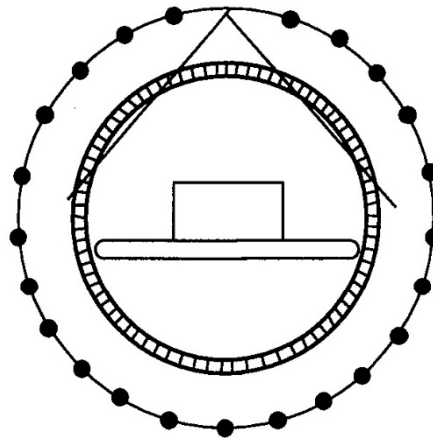


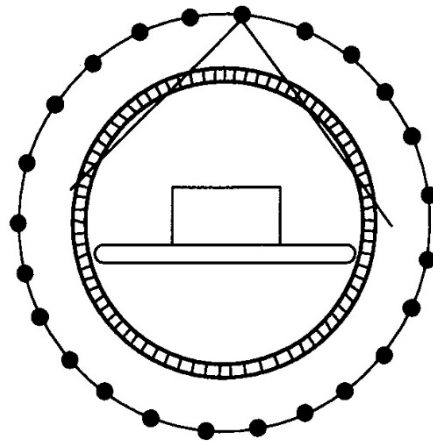
Fig. 2



**Fig. 3A**



**Fig. 3B**



**Fig. 3C**

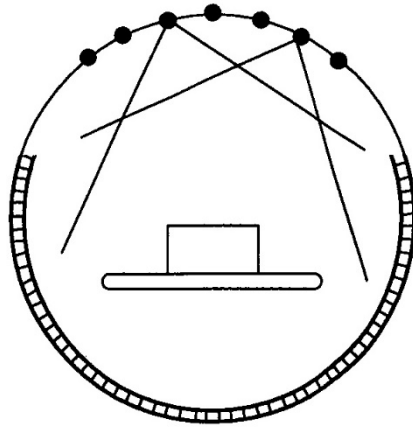


Fig. 4A

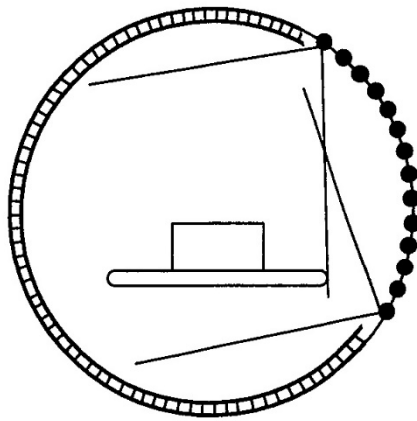


Fig. 4B

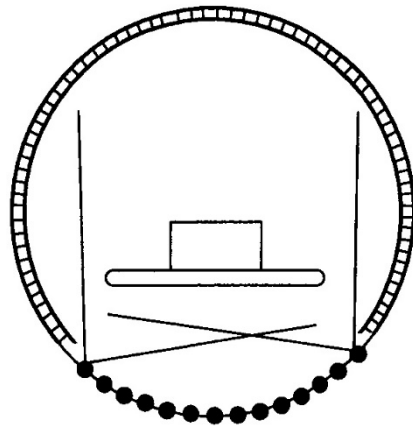


图 4C