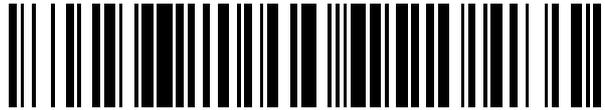


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 620**

51 Int. Cl.:

G01V 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2008 E 08736867 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 2130068**

54 Título: **Formación de imágenes de materiales**

30 Prioridad:

29.03.2007 GB 0706089

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

25.09.2015

73 Titular/es:

**KROMEK LIMITED (100.0%)
NetPark, Thomas Wright Way
Sedgefield, Durham TS21 3FD, GB**

72 Inventor/es:

ROBINSON, MAX

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 546 620 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

Formación de imágenes de materiales

Esta invención se refiere a un método y un aparato para detectar, formar imágenes y caracterizar materiales en el espacio tridimensional.

5 La invención se refiere, en particular, a un aparato y un método que hacen uso de radiación de alta energía, tal como rayos X o rayos gamma, para escanear objetos en los que es deseable conseguir información sobre su composición y/o contenido internos. La invención se refiere, en particular, a un aparato y un método que funcionan según el principio de escaneo por líneas, en el que se hace que objetos tridimensionales se muevan a través de una zona de escaneo y se forman imágenes de la información recogida. Estos principios se emplean ampliamente, por ejemplo
10 en la industria de seguridad, para escanear objetos en los que es deseable conseguir información sobre su contenido interno, pero se podrían emplear también en otras áreas, por ejemplo, sin limitación, la formación de imágenes médicas, la formación de imágenes con fines de control de calidad o fines de determinar la integridad de la estructura, o similares.

15 Es bien conocido un aparato de formación de imágenes que emplea el principio de escaneo por líneas. Típicamente, dicho aparato consiste en una fuente de radiación de alta energía, tal como una fuente de rayos X, y con el fin de ejemplificación en esta memoria la explicación adicional describirá, en particular, sistemas de rayos X. El haz de la fuente se puede colimar como una cortina, denominado usualmente "haz cortina", y se detecta a continuación mediante un detector de agrupación lineal que comprende, por ejemplo, una agrupación de fotodiodos lineal. Se obtiene la información de la imagen haciendo que el objeto de interés se mueva linealmente, por ejemplo en ángulo
20 recto con respecto al haz, y almacenando escaneos sucesivos de la información de transmisión de rayos X, obtenida de la agrupación lineal, desde la que se puede compilar un cuadro de imagen completo.

Si el objeto que se está escaneando es transmisor de modo heterogéneo de radiación de rayos x y consiste en o contiene, por ejemplo, múltiples objetos y/o componentes más pequeños de materiales distintos, puede ser posible formar una imagen del objeto y, en un caso particular, del contenido o los componentes. La imagen se puede
25 visualizar a continuación en una pantalla de visión. Esta imagen puede ser útil, por ejemplo, con relación a las posibles aplicaciones descritas anteriormente. En particular, puede ser útil para determinar el contenido de un recipiente o la estructura interna de un objeto o cuerpo.

Incluso así, la imagen generada por dicho aparato de rayos X es limitada. En el mejor de los casos, constituye una silueta bidimensional del objeto del que se están formando imágenes. Esto puede hacer que sea difícil de interpretar.

30 La patente europea número 610084 describe un método para crear una imagen en "2,5 D" de un modelo macizo para su visión. Se obtiene un par estereoscópico de imágenes de rayos X usando dos haces cortina divergentes obtenidos de una fuente de rayos X. Los mismos están separados en secciones conjugadas y la imagen en 2,5 D está formada a partir de la información de secciones resultante.

35 La imagen resultante no es estrictamente una imagen tridimensional (aunque a menudo así se hace referencia a la misma), ya que se presenta sobre una pantalla bidimensional, en lugar de mediante un aparato estereoscópico completo. Una representación en 2,5 D de este tipo contiene, de hecho, indicaciones funcionales en profundidad tales como la perspectiva lineal, la interposición, el sombreado y el oscurecimiento, en lugar de la indicación fisiológica en profundidad completa, conocida como paralaje binocular o estereoscopia, que se requiere para una imagen tridimensional completa.

40 El método del documento EP610084 sigue dotando a un usuario de una imagen final que se puede hacer girar y mirar desde direcciones diferentes y que puede dar información considerable en cuanto al posicionamiento relativo de diferentes objetos o compuestos. No obstante, no da información en cuanto a la naturaleza de los artículos que están situados.

45 Las patentes del Reino Unido números 2329817 y 2360685 son ejemplos de métodos y sistemas que se pueden usar para producir pares de imágenes estereoscópicas completas. Se obtienen, en última instancia, de los principios establecidos en el documento EP0261984. En particular, están sometidos a la condición establecida en la columna 4, líneas 31 a 48, del mismo, que impone restricciones considerables sobre la forma geométrica de los detectores y los haces de la fuente. Aunque la formación de imágenes estereoscópicas puede ser una técnica relativamente potente, aprovechar las indicaciones fisiológicas completas con relación a la información en profundidad, y ofrecer, así, la posibilidad de que un usuario del aparato de rayos X identifique objetos o componentes de modo mucho más
50 fácil y claro, puede ser complejo durante el funcionamiento práctico. Para aprovechar el efecto estereoscópico, es necesario que el observador reciba simultáneamente diferentes imágenes en cada ojo. Esto necesitará el uso de un aparato especial. Además, una técnica estereoscópica completa requiere un control preciso del proceso de recogida de imágenes habiéndose considerado las condiciones identificadas anteriormente. Si el par estereoscópico ha de ser eficaz, las imágenes respectivas se deben recoger con una paralaje que se aproxime mucho a lo que sería tolerado
55 por los ojos del observador. Por estas razones, la formación de imágenes estereoscópicas completas no ha conseguido una amplia aceptación para máquinas de escaneo de este tipo.

No solamente los aparatos y métodos no estereoscópicos convencionales tienden a dar información limitada en una tercera dimensión, sino que también las imágenes que producen dan asimismo información limitada sobre el contenido material. En esencia, en su forma más sencilla, todo lo que se está midiendo es la transmisibilidad de rayos X.

5 En la mayoría de los sistemas prácticos, incluso esto se mide indirectamente. En su forma más sencilla, un detector típico de agrupación lineal comprende, en combinación, un material centelleador sensible a los rayos X transmitidos, que se hace a continuación que emita radiación de frecuencia más baja, y, por ejemplo, luz en o alrededor de la zona visible, en combinación con un detector semiconductor, tal como un detector con base de arseniuro de silicio o de galio, que es sensible a esta radiación de frecuencia más baja. El detector simplemente recoge información de amplitudes y no discrimina espectroscópicamente.

10 No obstante, se sabe que la información espectroscópica procedente de los rayos X transmitidos se podría usar para dar información adicional sobre el contenido material de los objetos o los componentes que se están escaneando. Esto ha conducido al desarrollo de detectores de doble banda, que son capaces de identificar separadamente bandas de baja y de alta energía a partir del espectro completo de emisiones de rayos X. Un sensor de doble energía de este tipo comprende típicamente un par intercalado de agrupaciones de fotodiodos semiconductores o similares, junto con una configuración centelleadora que está dispuesta de manera que los detectores respectivos detectan la transmisión de rayos X de baja energía y de alta energía. Se sabe que las propiedades de absorción de los rayos X de cualquier material pueden variar espectroscópicamente, y que la cantidad que varían las propiedades de absorción depende, en particular, del número atómico. Esto es aprovechado por el detector de doble energía para diferenciar, en general, entre objetos que tienen elementos predominantes de número atómico más bajo y más alto.

15 Cuando se aprovecha como parte de un sistema de identificación de seguridad o de materiales, se puede realizar una aproximación muy imprecisa de que los materiales orgánicos tienden a estar en la primera categoría y la mayoría de los materiales inorgánicos en la última categoría. No obstante, incluso un sistema de este tipo confiere solamente información limitada sobre la composición. La división orgánico/inorgánico es imprecisa y aproximada, puede ser fácilmente confusa debido a objetos que se superponen en la trayectoria de rayos X, y no dará ninguna información respecto a la naturaleza cristalina o policristalina de un objeto.

20 La patente de EE. UU. número 5313511 describe un dispositivo de formación de imágenes de rayos X para aumentar la capacidad de reconocer, en las imágenes producidas de rayos x, materiales de bajo número atómico por visualización independiente de imágenes obtenidas de datos producidos por rayos x para número atómico más alto y más bajo.

25 Las patentes del Reino Unido números 2329817 y 2360685 incorporan detectores de transmisión de doble energía. Incluso así, la información sobre la composición dada por la disposición sigue siendo limitada, por ejemplo debido a que el efecto de la dualidad de energía baja/mayor puede dar solamente una aproximación imprecisa de una división orgánica/inorgánica y no puede distinguir por sí mismo materiales policristalinos.

30 Por esta razón, las referencias incluyen detectores de dispersión adicionales. Los rayos X son dispersados por los materiales a través de los que pasan y estas señales dispersadas pueden contener información que se puede usar para identificar los materiales de dispersión. Existe un gran campo de aplicación para estos detectores, ya que muchos de los materiales que plantean problemas de seguridad, tales como los explosivos, las drogas y los materiales semiconductores, tienen una estructura policristalina y producen, por lo tanto, buenas señales dispersoras. Esta técnica de identificar materiales a partir de la señal dispersada, aunque posible, no se usa comercialmente en la actualidad ya que los detectores de dispersión adicionales introducen una mayor complejidad en el sistema y los haces dispersados son débiles y, por ello, el rendimiento total es limitado.

35 La técnica de rayos X de escaneo por líneas se usa ampliamente en aplicaciones de seguridad en las que la detección y diferenciación de objetos de forma y composición complejas y variadas es una característica importante. Una mejor resolución de la forma y posición exactas de dichos objetos en el espacio tridimensional sería una mejora considerable sobre las técnicas actuales, especialmente si la composición pudiera también estar mejor caracterizada.

Un objeto de la presente invención es mitigar algunas o todas las desventajas anteriores de los sistemas de escaneo por líneas de la técnica anterior.

40 Un objeto particular de la presente invención es proporcionar un método y un aparato para el escaneo por líneas de objetos, y especialmente de recipientes de múltiples objetos o de objetos que comprenden múltiples componentes, lo que proporciona información adicional sobre su forma y/o su posición en el espacio tridimensional.

45 Un objeto particular de la invención es proporcionar un método y un aparato que generan una imagen que da información sobre la forma y/o la posición de los objetos en el espacio tridimensional, que no requiere un aparato de visión especial, sino que se puede presentar eficazmente en una pantalla de visión bidimensional.

Un objeto particular de la invención es proporcionar un método y un aparato que generan una imagen que da información sobre la composición de los objetos en el espacio tridimensional para ayudar en la resolución de su forma y/o su posición en dicho espacio tridimensional.

5 Por lo tanto, según un aspecto de la invención, se ha previsto un aparato para generar y visualizar una imagen de un objeto, que comprende:

una fuente de radiación de alta energía, tal como una fuente de rayos X o rayos gamma, y una serie de, al menos, dos detectores de radiación lineal, pero preferiblemente tres o más, tales como, en la medida en que sean aplicables, detectores de rayos X o rayos gamma, separados de la misma para definir una zona de escaneo entre sí, siendo los detectores capaces de resolver espectroscópicamente radiación incidente;

10 medios para hacer que un objeto se mueva con relación a la zona de escaneo y a través de la misma, en uso;

un aparato de generación de imágenes para generar, al menos, una primera imagen procedente de la salida de un primer detector lineal, una segunda imagen procedente de la salida de un segundo detector lineal y una tercera imagen, de manera que cada imagen de este tipo incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;

15 un monitor de imagen adaptado para visualizar sucesivamente, al menos, dichas imágenes primera, segunda y tercera y visualizar, así, la paralaje del movimiento monocular entre las imágenes, de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2.

Por analogía, de acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se ha previsto un método para obtener una imagen de un objeto, que comprende las etapas de:

20 disponer una fuente de radiación de alta energía, tal como una fuente de rayos X o rayos gamma, y una serie de, al menos, dos detectores de radiación lineal, pero preferiblemente tres o más, tales como, en la medida en que sean aplicables, detectores de rayos X o rayos gamma, separados de la misma para definir una zona de escaneo entre sí, siendo los detectores capaces de resolver espectroscópicamente radiación incidente;

hacer que un objeto se mueva con relación a la zona de escaneo y a través de la misma; y por ello

25 generar, al menos, una primera imagen procedente de la salida de un primer detector lineal, cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;

generar, al menos, una segunda imagen procedente de la salida de un segundo detector lineal, que tiene una perspectiva diferente respecto a la primera imagen; cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;

30 generar, al menos, una tercera imagen que está también resuelta espectroscópicamente;

visualizar, al menos, dichas imágenes primera, segunda y tercera sucesivamente y visualizar, así, la paralaje del movimiento monocular entre las imágenes, de acuerdo con la reivindicación 15 o la reivindicación 16.

35 Además, como una imagen se puede crear a diferentes energías conocidas, es posible obtener imágenes a muchas energías distintas. El efecto de paralaje del movimiento monocular se puede crear a partir de cada nivel de energía o a partir de una combinación de muchos niveles de energía.

40 Así, de acuerdo con el aparato y el método de los aspectos primero y segundo de la invención, se generan imágenes sucesivas a medida que se efectúa el movimiento relativo entre un objeto y una disposición de fuente/detector. Se prevén medios adecuados para efectuar el movimiento relativo del objeto y la zona de escaneo, que comprenden, por ejemplo, un elemento manipulador de objetos. A menudo, puede ser conveniente que un objeto sea desplazado, por ejemplo mediante un elemento manipulador o transportador de objetos adecuado, a través de una zona estática de escaneo, pero se apreciará que es también válido hacer que el objeto se mantenga estático y trasladar el detector y la fuente a fin de crear el movimiento relativo.

45 Se generan al menos tres imágenes a partir de, al menos, un par separado (y preferiblemente una serie de tres) de detectores de radiación de rayos X lineales o de otro tipo. Dos características particulares de la invención funcionan de modo colaborador para ayudar a que un usuario resuelva las imágenes y, en particular, resuelva múltiples objetos, componentes o partes de una imagen. En primer lugar, aunque se genera una pluralidad de imágenes, las imágenes no se recogen y visualizan como imágenes emparejadas, con la intención de proporcionar un efecto estereoscópico. Más bien, la invención se aprovecha de la paralaje del movimiento monocular entre las imágenes sucesivas. En segundo lugar, cada imagen incluye una representación de la información espectroscópica diferenciada recogida mediante el uso de detectores de radiación de rayos X lineales o de otro tipo capaces de resolver espectroscópicamente radiación incidente de rayos X o de otro tipo. Los dos efectos se refuerzan entre sí ayudando en la interpretación de las imágenes.

50

La paralaje del movimiento monocular únicamente puede proporcionar algunas indicaciones fisiológicas eficaces con relación a objetos situados en el espacio tridimensional, en particular si se usa una serie múltiple sucesiva de imágenes, aunque el efecto estará presente para cualquier par de imágenes. No obstante, tiene varias ventajas de sencillez sobre un sistema estereoscópico completo.

5 En particular, las imágenes se visualizan sucesivamente como imágenes bidimensionales individuales, y no requieren ningún aparato especial. El sistema se aprovecha de una paralaje monocular. No es necesario generar simultáneamente diferentes imágenes para cada ojo de un usuario, como sería el caso para visión estereoscópica. No se requiere un aparato de visión estereoscópica complejo binocular o de otro tipo. Es suficiente una pantalla
10 monocular sencilla. Además, no se aplica el control relativamente estricto de producción de imágenes que es necesario para aprovecharse eficazmente de una paralaje binocular. Por ejemplo, para un par de imágenes de paralaje binocular eficaz, la imágenes se tienen que generar de tal modo que la paralaje entre las mismas concuerde mucho con la que es tolerable por un observador humano. En contraste con esto, se puede producir una ilusión de movimiento de paralaje monocular eficaz en tres dimensiones en un intervalo mucho mayor de imágenes sucesivas. No es necesario cumplir con las condiciones estrictas para la forma geométrica del haz que se aplican a la formación
15 de imágenes estereoscópicas en la técnica anterior según se establece numéricamente, como se ha señalado con anterioridad en el documento EP0261984. La técnica es, así, potencialmente mucho más robusta en la práctica.

El sistema y el método de acuerdo con los aspectos primero y segundo de la invención son, así, potencialmente más sencillos en muchas circunstancias prácticas que un método y un aparato binoculares, y, significativamente, la
20 invención tiende, a su vez, a prestarse mucho más a la aplicación con modificaciones limitadas a aparatos y técnicas existentes. Por ejemplo, en el campo de la seguridad en el que se usa ampliamente escaneo por líneas de rayos X utilizando agrupaciones lineales de detectores de rayos X, las imágenes producidas de acuerdo con el método de la invención se pueden visualizar en un monitor de vídeo bidimensional y un usuario sentado frente a una pantalla de ese tipo puede obtener información de dichas imágenes de manera esencialmente convencional.

El efecto de paralaje del movimiento monocular está presente, en teoría, únicamente en un par de imágenes, y las
25 indicaciones visuales en una tercera dimensión que permiten que un usuario resuelva objetos que se están escaneando, y en particular contenido y/o componentes individuales de los mismos, se pueden obtener de un sencillo par de imágenes de este tipo. No obstante, se mejora el efecto, y en particular se puede obtener una impresión más eficaz de movimiento en tres dimensiones, si se genera y se visualiza una serie de más de dos imágenes sucesivas. De acuerdo con la invención, se generan al menos tres imágenes. Más preferiblemente, se
30 generan al menos cinco y, más preferiblemente, incluso al menos seis imágenes.

Existen dos modos en los que se pueden generar imágenes adicionales. En primer lugar, puede estar dispuesta una serie lateralmente separada de más de dos detectores de radiación de rayos X lineales o de otro tipo, por ejemplo al
35 menos tres detectores y, más preferiblemente, al menos cinco detectores. La salida de cada uno de dichos detectores se puede usar a continuación por separado para generar una imagen representativa de los datos recogidos en el detector.

En caso de que se disponga una serie múltiple de detectores lineales separados lateralmente, el espacio entre los
mismos es, con preferencia, generalmente constante, por ejemplo, ya que cada par de detectores lineales adyacentes en la serie está sustancialmente igual de lateralmente separado y/o a una separación angular sustancialmente igual con relación a la fuente de radiación de rayos X o de otro tipo.

40 Los detectores de radiación de rayos X lineales o de otro tipo que forman la serie lateralmente separada son, con preferencia, generalmente paralelos. Pueden estar dispuestos en un plano común o a lo largo de un arco común. Cada detector de radiación de rayos X lineal o de otro tipo puede ser de cualquier configuración adecuada, por ejemplo de una configuración convencional sencilla o plegada.

Preferiblemente, los detectores lineales que forman la serie lateralmente separada están dispuestos de manera que
45 la distancia entre los mismos cambia para mantener una separación angular constante entre cada agrupación. Esto es de importancia crítica para detectores en forma de L que se encuentran comúnmente en muchas industrias de escaneo. Esta innovación es también de importancia crítica cuando la fuente de la radiación no está situada en el punto central de cada agrupación.

Preferiblemente, el aparato comprende medios de alineación para permitir alinear con precisión cada detector lineal,
50 como se ha descrito anteriormente.

Preferiblemente, el aparato comprende medios para suministrar múltiples haces, preferiblemente desde una única
fuente de radiación de rayos X o de otro tipo. Por ejemplo, un haz se dirige a cada detector lineal. Preferiblemente, los medios para suministrar múltiples haces permiten que un usuario seleccione un número deseado de haces para
55 corresponderse con el número de detectores en una agrupación múltiple. Convenientemente, el aparato comprende un colimador adaptado para permitir que un usuario seleccione de dos a cinco haces procedentes de una única fuente de radiación.

Adicional o alternativamente, se pueden generar imágenes adicionales por interpolación de pares de imágenes
recogidas de detectores lineales adyacentes. Así, de acuerdo con la realización preferida de la invención, el método

comprende adicionalmente generar, al menos, una imagen intermedia procedente de, al menos, un par adyacente y, cuando sea aplicable, generar, al menos, preferiblemente una imagen intermedia procedente de una pluralidad de pares adyacentes, y por ejemplo cada par adyacente, de detectores lineales, al procesar la salida del o de cada par de detectores citado y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas detectadas citadas.

El aparato de la invención incluye preferiblemente un generador de imágenes intermedias que comprende unos medios que tienen esta funcionalidad.

En caso de que una única imagen intermedia se genere entre un par adyacente de imágenes detectadas, la imagen intermedia extrapola preferiblemente puntos de imagen sobre la imagen intermedia para un punto intermedio entre puntos de imagen equivalentes sobre las dos imágenes detectadas. En caso de que una pluralidad de imágenes intermedias esté dispuesta entre un par de imágenes detectadas, las mismas se basan preferiblemente en una extrapolación similar uniformemente separada. Más preferiblemente, la separación relativa de detectores y la configuración de la generación de imágenes intermedias es tal que todas las imágenes se generan aproximadamente con la misma separación del movimiento relativo. Por ejemplo, los detectores están uniformemente separados y se genera el mismo número de imágenes intermedias entre cada par de una agrupación múltiple.

De acuerdo con lo anterior, se usan cualquier o ambos enfoques para generar una serie de imágenes de un objeto en una zona de escaneo en la que equivalen, en efecto, a posiciones diferentes. En el primer enfoque, una pluralidad de detectores separados producen una pluralidad correspondiente de imágenes directas. En el segundo enfoque, se usan datos reales procedentes de detectores lineales adyacentes para generar una imagen indirecta, intermedia a las imágenes directas, y representativa, así, de una posición del objeto intermedio.

Se pueden usar cualquier o ambos métodos para generar una serie sucesiva de imágenes de las que se puede obtener, mediante la paralaje del movimiento monocular entre cada par de imágenes sucesivas, información sobre una tercera dimensión y, en particular, una impresión de movimiento a través de una tercera dimensión. Se requiere un número relativamente pequeño de imágenes para producir un movimiento eficaz similar a una animación en tres dimensiones por un usuario que observa una sencilla pantalla bidimensional.

De acuerdo con la invención, se generan al menos tres imágenes. Se apreciará, de acuerdo con lo anterior, que una tercera imagen requiere el uso de un tercer detector para generar una tercera imagen directa o el uso del método de interpolación para generar una tercera imagen indirecta procedente de la salida de un único par de detectores. En la práctica, se pueden aprovechar ambos efectos juntos y se podría preferir una mayor pluralidad de imágenes, por ejemplo, al menos tres detectores que generan, al menos, cinco imágenes, directamente y por el método de interpolación. No obstante, un gran número de detectores no es necesariamente deseable y puede requerir un aparato más complejo. Por ejemplo, podría ser deseable disponer cinco o menos detectores para generar más imágenes que los detectores que hay.

Por lo tanto, en una realización preferida, el generador de imágenes intermedias está configurado de manera que se generan cinco o más imágenes, y preferiblemente seis o más, en total a partir de cinco o menos detectores, y de manera que, en todo caso, se generan más imágenes que los detectores que hay. En esta realización preferida, un aparato comprende una serie lateralmente separada de no más de cinco detectores de radiación de rayos X lineales o de otro tipo, un aparato de generación de imágenes directas configurado para generar una imagen procedente de la salida de, al menos, un detector lineal, y preferiblemente de cada uno de ellos, y un aparato de generación de imágenes intermedias configurado para generar, al menos, una imagen intermedia procedente de, al menos, un par adyacente de detectores lineales, y preferiblemente cada uno de ellos, y adaptado de manera que se generan, al menos, cinco imágenes, y preferiblemente al menos seis, en total. En esta realización preferida, el método comprende generar una imagen directa procedente de la salida de, al menos, un detector lineal, y preferiblemente de cada uno de ellos; generar, al menos, una imagen intermedia procedente de, al menos, un par adyacente de detectores lineales, y preferiblemente de cada uno de ellos, al procesar la salida del o de cada par de detectores citado y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas de detector citadas; de manera que se generan, al menos, cinco imágenes directas e intermedias, y preferiblemente al menos seis, en total.

Se generan suficientes imágenes intermedias para crear, al menos, cinco imágenes, y preferiblemente al menos seis, en total (es decir, cuando se suman las imágenes directas recogidas de la salida detectada directa de cada detector y las imágenes intermedias generadas por interpolación). En caso de que se desee, se crean imágenes adicionales al sintetizar más de una imagen intermedia virtualmente separada entre suficientes pares de detectores para dar como resultado el número requerido de imágenes. El generador de imágenes intermedias se configura a continuación para generar dos o más imágenes intermedias procedentes de, al menos, un par adyacente, que muestran una transición gradual entre las imágenes producidas por cada par adyacente, al procesar la salida del o de cada par de detectores citado y al generar imágenes representativas de una transición entre las dos salidas detectadas citadas.

Así, la realización genera, al menos, cinco imágenes, y preferiblemente seis, para una resolución óptima del efecto de paralaje por un observador humano, pero preferiblemente, en todos los casos, con no más de cinco agrupaciones de detectores lineales. Se genera suficiente información visual procedente de un aparato simplificado.

5 El efecto de paralaje está complementado, de acuerdo con la invención, por un segundo efecto que ayuda en la resolución de diferentes objetos, componentes o partes de una imagen al presentar información espectroscópica de modo diferencial en la imagen (y presentando, así, información que tiene una relación de modo diferencial con la composición).

10 Los detectores de semiconductores centelleadores convencionales de la técnica anterior no dan ninguna información espectroscópica real sobre el espectro de rayos X transmitidos. Estos detectores sencillos detectan simplemente la presencia o no de los rayos X transmitidos. Incluso los detectores de doble energía funcionan, por último, según el mismo principio, aunque detectan la presencia o no de los rayos X dentro de dos bandas distintas del espectro.

15 No obstante, de acuerdo con la invención, al menos algunos de los detectores lineales en la serie comprenden detectores que pueden generar información espectroscópica sobre los rayos X o la radiación de otro tipo transmitidos. Es decir, el detector presenta una respuesta espectroscópicamente variable a través de, al menos, una parte sustancial del espectro, permitiendo que sea recuperada la información espectroscópica.

20 La resolución apropiada de información espectroscópica confiere dos ventajas. Ofrece el potencial directamente para caracterizar la composición de diferentes componentes u objetos, o partes de la imagen y, al distinguir entre objetos, componentes o partes de diferente composición, por ejemplo al representarlos de modo distinto (tal como en colores diferentes) en la imagen resultante, ayuda en la resolución de diferentes objetos, componentes o partes de la imagen.

25 No obstante, de acuerdo con la invención, la resolución espectroscópica de los rayos X o la radiación de otro tipo transmitidos obtenida desde la salida de cada uno de dichos detectores lineales se representa en la imagen generada. Por ejemplo, la diferenciación espectroscópica en los datos recogidos se representa en la imagen como color, sombreado o marcado diferenciado. Por ejemplo, se crea una correspondencia funcional entre la información espectroscópica recogida por el detector y el espectro visual, y una visualización de imágenes coloreada obtenida según esta relación funcional. Alternativamente, se usa una correspondencia de bandas, ya que el espectro está dividido en una pluralidad de bandas, por ejemplo entre cuatro y ocho bandas, y se usan diferentes colores para representar cada banda de este tipo en la imagen visualizada. Convenientemente, el aparato incluye medios de procesamiento de imágenes adecuados para efectuar esta correspondencia. También como se ha mencionado previamente, se pueden visualizar imágenes como bandas de energía únicas o como combinaciones de bandas de energía.

35 Es necesario que se permita que el sistema detector detecte radiación de manera que pueda ser resuelta espectroscópicamente por el aparato de procesamiento de datos. Preferiblemente, un sistema detector lineal de acuerdo con la invención, o algunos o todos los elementos detectores discretos que forman un sistema detector de múltiples elementos de acuerdo con la invención, puede estar adaptado intrínsecamente para producir una resolución espectroscópica, ya que presenta una respuesta espectroscópica directa. En particular, un sistema o elemento se fabrica a partir de un material seleccionado para presentarse intrínsecamente como una propiedad material directa, una respuesta eléctrica variable directa, y por ejemplo fotoeléctrica, a diferentes partes del espectro de la fuente. Por ejemplo, el sistema o elemento detector comprende un material semiconductor de amplia anchura de banda directa. Por ejemplo, el sistema o elemento detector comprende un material o materiales semiconductores formados preferiblemente como un cristal volumétrico y, por ejemplo, como un único cristal volumétrico (en el que cristal volumétrico indica, en este contexto, un grosor de, al menos, 500 μm , y preferiblemente de, al menos, 1 mm). Los materiales que forman el semiconductor están seleccionados preferiblemente a partir de telururo de cadmio, telururo de cadmio-cinc (CZT), telururo de cadmio-manganeso (CMT), germanio, bromuro de lantano y bromuro de torio. Los semiconductores de los Grupos II-VI, y especialmente los enumerados, son particularmente preferidos a este respecto. Los materiales que forman el semiconductor están seleccionados preferiblemente a partir de telururo de cadmio, telururo de cadmio-cinc (CZT), telururo de cadmio-manganeso (CMT) y aleaciones de los mismos, y comprenden, por ejemplo, $\text{Cd}_{1-(a+b)}\text{Mn}_a\text{Zn}_b\text{Te}$ cristalino, en el que a y/o b pueden ser nulos.

45 Se puede considerar la combinación de estos materiales y de cualquier otro tipo similar que proporcionan una detección espectroscópica, en lugar de detectar simplemente la amplitud de la radiación transmitida.

55 El uso de detectores de agrupación lineal, que confieren información espectroscópica completa de acuerdo con la invención, es una mejora significativa ya que, además de las ventajas intrínsecas de dar información sobre la composición procedente de la espectroscopia, la capacidad de este tipo para identificar materiales funcionará de modo colaborador con la capacidad para obtener indicaciones tridimensionales a través de la paralaje del movimiento monocular, para ayudar adicionalmente en la resolución de múltiples objetos, componentes o elementos de imagen en la tercera dimensión.

La forma geométrica básica que comprende, al menos, dos detectores de agrupación lineal en agrupación en serie, y preferiblemente una pluralidad de los mismos, para permitir la generación de múltiples imágenes y para verlas

como una secuencia animada es fundamental para la invención, al proporcionar una capacidad mejorada para interpretar la configuración y la forma del objeto.

5 No obstante, la capacidad muy mejorada de identificación de materiales, conferida por usar detectores lineales espectroscópicos, mejora tanto la capacidad para identificar intrínsecamente la composición de objetos como la capacidad de resolución de diferentes objetos en una imagen a través de varias etapas que podrían ser aditivas y de refuerzo.

10 En particular, por ejemplo, se pueden accionar detectores espectroscópicos de manera selectiva en energía, dando lugar a la capacidad de presentar una imagen resuelta en un número significativamente aumentado de bandas de energía de rayos X o de otro tipo de radiación comparadas con las dos que están disponibles por los detectores de doble energía estándares de la técnica anterior. Esta información se puede usar para proporcionar un grado muy superior de identificación de materiales que el que es posible actualmente y, además, al identificar separadamente objetos de composiciones diferentes dentro de una imagen compuesta, para mejorar la capacidad de resolución de dichos objetos.

15 Como un efecto adicional, el modo en el que la forma geométrica está dispuesta con múltiples detectores lineales agrupados en serie a través de la zona de escaneo significa que cada una de las trayectorias de rayo vista por un detector individual es diferente. De nuevo, los detectores espectroscópicos serán capaces de conseguir mucha más información a través de estas trayectorias diferentes. Se puede ver alguna similitud con la técnica de múltiples trayectorias de rayo utilizada en la tecnología CT estándar.

20 Al combinar los efectos de los dos aspectos anteriores de la resolución espectroscópica usando algoritmos apropiados se puede conseguir una interpretación mucho más precisa del tipo de material que se está escaneando.

25 Convenientemente, las imágenes sucesivas se visualizan bajo el control de un observador, por ejemplo, ya que se prevén medios de control para permitir que un usuario visualice imágenes sucesivas bajo control y, por ejemplo, a una velocidad elegida y/o en un orden hacia delante y hacia atrás en los medios de pantalla de imagen, para crear una manipulación eficaz de indicaciones tridimensionales a partir de la serie de imágenes. Por ejemplo, esto permite que un usuario visualice imágenes sucesivas a velocidades variables a fin de permitir una transición suave para el observador humano entre cada imagen y/o para correr las imágenes en un orden hacia delante y hacia atrás. De acuerdo con el método de la invención, las imágenes sucesivas se visualizan, así, con frecuencias de refresco y direcciones definibles a medida, bajo el control de un observador, para facilitar la interpretación.

30 Los medios de visualización son convenientemente un sencillo monitor bidimensional, por ejemplo un monitor convencional de vídeo (término que está destinado a abarcar cualquier sistema de visualización o proyección directa que aprovecha cualquier tubo de rayos catódicos, pantalla de plasma, pantalla de cristal líquido, cristal líquido sobre pantalla de silicio, pantalla de diodos emisores de luz o tecnología similar). Es una ventaja particular que el método pueda estar previsto para su uso con, y el aparato para la invención incorporado en, los monitores estándares de sistemas existentes comparables, por ejemplo, en la seguridad de los campos de la formación de imágenes médicas.

35 En particular, la fuente de radiación es preferiblemente una fuente de haces cortina, como se está familiarizado a partir de un aparato de escaneo por líneas convencional. La fuente puede comprender una única fuente principal adaptada para generar una serie de haces, tales como haces cortina, alineados para ser incidentes en cada detector lineal de la agrupación en serie lateralmente separada a una separación angular adecuada, por ejemplo mediante un aparato adecuado de división de haz. Alternativamente, se pueden disponer múltiples fuentes, generando cada una de ellas un haz, tal como un haz cortina, incidente en un detector lineal en la agrupación en serie. La fuente puede comprender una fuente que combine ambos principios anteriores.

40 Cada detector lineal en la serie lateralmente separada es un detector para la detección de radiación de la fuente de rayos X transmitidos o de otro tipo de radiación. Por ejemplo, cada detector está adaptado para generar un impulso eléctrico en respuesta a la radiación de la fuente de rayos X transmitidos o de otro tipo de radiación, permitiendo así que se puedan recoger datos a partir de los que se puede construir una imagen cuando se hace que un objeto se mueva a través de la zona de escaneo. Cada detector presenta convenientemente una respuesta fotoeléctrica y puede comprender, por ejemplo, una agrupación lineal de fotodiodos.

45 En su modo principal de funcionamiento, una serie lateralmente separada de detectores de agrupación lineal está configurada para recibir múltiples haces procedentes de la fuente, que puede ser, por ejemplo, procedentes de una única fuente de radiación de rayos X o de otro tipo de fuente. En una realización particular de este modo de funcionamiento, se pueden usar una o más fuentes para generar una serie de haces incidentes y, por ejemplo, haces cortina en ángulos relativos apropiados para la distribución de los detectores lineales independientes. En este modo de funcionamiento, el método y el aparato de la invención pueden aprovecharse de las anteriores ventajas.

55 La forma geométrica admite también un modo alternativo de funcionamiento. De acuerdo con este modo alternativo de funcionamiento, se genera un único haz cortina principal, por ejemplo dirigido, en general, hacia un punto medio de la serie lateralmente separada de detectores de agrupación lineal, y en particular en la dirección de un detector lineal en o alrededor del punto medio de la serie. El aparato de la invención incluye preferiblemente un colimador

adecuado para colimar la salida de la fuente de radiación de rayos X o de otro tipo de fuente para producir un haz principal de este tipo.

5 Con un objeto en su sitio, este único haz principal es dirigido hacia un detector lineal central dentro de la serie de detectores. En estas circunstancias, este detector detecta rayos X transmitidos, pero los otros detectores solamente podrían estar detectando haces secundarios difractados. Sometidas a una calibración apropiada, las señales que aparecen en los detectores secundarios darían información adicional respecto a los rayos X dispersados. Se sabe que la dispersión es característica de los materiales policristalinos, cuya estructura es relevante con relación a muchos de los materiales explosivos y similares a los que un aparato detector de seguridad podría estar dirigido durante la identificación. En consecuencia, en este modo de funcionamiento, se ofrece una mejora significativa de la capacidad de poder detectar dichos artículos. Esto se consigue sin necesidad de detectores de dispersión secundarios, sino más bien mediante el procesamiento adecuado de datos desde el modo secundario de funcionamiento.

15 En una realización preferida particular, se pueden aplicar ambos modos de funcionamiento de manera secuencial o muy sucesiva o eficazmente simultánea para recoger la máxima información. Es decir, se pueden formar imágenes usando un único haz principal dirigido a través de toda la zona de escaneo creada por los detectores lineales en la serie, y un único haz principal colimado puede estar dirigido de modo posterior o muy sucesivo o eficazmente simultáneo a un detector lineal individual, tal como un detector lineal situado generalmente en el centro de la serie, e información dispersada recogida procedente de los otros detectores.

20 Una ventaja particular de la invención es, ya que se usan detectores que son capaces de resolver espectroscópicamente la información, que los datos recogidos por estos dos métodos se pueden resolver más fácilmente para proporcionar una mejora sustancial de la información sobre la composición que se puede obtener por funcionamiento del sistema.

25 Para poner en práctica el método de la invención, es necesario causar un movimiento relativo entre un objeto a escanear y el aparato, a fin de hacer que el objeto a escanear se mueva con relación a la zona de escaneo y a través de la misma. En la práctica, para la mayoría de los objetivos prácticos, un objeto es desplazado con relación a una zona de escaneo estacionaria. Por ejemplo, el aparato de la invención incluye medios de transporte de objetos para transportar un objeto a escanear a través de una zona de escaneo. Los medios de transporte de objetos pueden estar constituidos, por ejemplo, por un transportador plano, que transporta preferiblemente un objeto en un plano paralelo a otro en el que está dispuesta la serie de detectores de agrupación lineal. Por ejemplo, el transportador es un transportador de cinta sin fin o similar. No obstante, es también válido hacer que el objeto se mantenga estático y trasladar el detector y la fuente para crear el movimiento relativo.

30 La fuente debe producir una distribución de energías. Preferiblemente, la fuente es una fuente de rayos X. El volfranio es el objetivo más apropiado, pero se podrían usar otros. Se pueden usar múltiples fuentes para producir la distribución deseada de energías.

35 Una o más de estas características de la invención se pueden combinar para proporcionar información mejorada a un operario, y la realización específica descrita en lo que sigue muestra dichas combinaciones.

La invención se describirá a continuación a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una vista lateral de una representación de una realización de la invención;

40 la figura 2 ilustra el efecto creado por imágenes sucesivas generadas mediante la realización de la figura 1;

la figura 3 es una vista lateral de la realización de la invención en un modo alternativo de funcionamiento;

la figura 4 es una representación esquemática de un sistema de procesamiento y visualización de imágenes.

Haciendo referencia a la figura 1, se usa una fuente de rayos X 1 adecuada para dirigir rayos X a través de una zona de escaneo en la dirección de tres detectores de agrupación lineal 3a a 3c.

45 En la realización, los detectores de agrupación lineal 3a a 3c comprenden un material capaz de resolver espectroscópicamente rayos X incidentes, y comprenden, en el ejemplo específico, telururo de cadmio, aunque el experto en la técnica apreciará que pueden ser apropiadas otras selecciones de materiales. Para aprovechar esta resolución espectral, la fuente de rayos X emite rayos X por un amplio espectro de energía. En el ejemplo, se usa una fuente de volfranio, aunque el experto en la técnica apreciará que podrían ser apropiados otros materiales.

50 Se muestran unas trayectorias 5a a 5c de rayos incidentes a través de la zona de escaneo entre la fuente de rayos X 1 y, respectivamente, los detectores 3a a 3c.

Un transportador de cinta sin fin 7 hace que un objeto a escanear 9 se mueva en una dirección d para interceptar las trayectorias de rayo 5a a 5c en la zona de escaneo. La aplicación prevista de esta realización de la invención es como un escáner de seguridad, y se puede considerar típicamente que un objeto 9 es un recipiente que se espera

que contenga una variedad de objetos distintos en los que sería útil y deseable caracterizar su composición y ver eficazmente en una tercera dimensión. No obstante, el experto en la técnica apreciará fácilmente que se pueden aplicar los mismos principios, por ejemplo, al escaneo de objetos con fines de examen interno, al escaneo médico y a aplicaciones similares.

- 5 Se generan imágenes formando la información transmitida desde cada uno de los tres detectores 3a a 3c. En la figura 4 está representado esquemáticamente el sistema de procesamiento de imágenes.

Haciendo referencia a la figura 4, cuando un objeto pasa a través de la zona de escaneo se recogen datos de las tres agrupaciones de detectores 3a a 3c y se transmiten a una unidad de recogida y procesamiento de datos 21 que ensambla y ordena los datos y produce, por lo tanto, imágenes individuales características de los datos recogidos de cada detector. Los mismos se hacen pasar a un registro 22 de almacenamiento de imágenes.

La unidad de recogida y procesamiento de datos 21 incluye un módulo de imágenes directas y un módulo de imágenes intermedias (no identificados separadamente), por ejemplo en forma de software de procesamiento adecuado. El módulo de imágenes directas genera un conjunto de datos de imagen que representa el conjunto de datos de información incidente en cada una de las tres agrupaciones de detectores 3a a 3c. El módulo de imágenes intermedias genera conjuntos de datos de imagen virtual basándose en el procesamiento numérico del conjunto de datos de información incidente de cada par adyacente de las agrupaciones de detectores 3a a 3c. En la realización ilustrada, el generador de imágenes intermedias está configurado para generar dos o más imágenes intermedias procedentes de cada par adyacente, que muestran una transición gradual entre las imágenes directas producidas por cada par adyacente, al procesar la salida del o de cada par de detectores citado y al generar elementos representativos de imagen de una transición entre las dos salidas detectadas citadas.

La clave para la interpretación de las imágenes de la manera prevista por la invención se encuentra en el modo en que se visualizan las imágenes. Se prevé una pantalla sencilla, 25, que comprende, en este ejemplo, un monitor de vídeo bidimensional. Se hacen pasar imágenes de manera sucesiva y secuencial procedentes del registro de imágenes 22 a visualizar en el mismo. El resultado de esta visualización secuencial sucesiva es que un observador que ve la pantalla 25 es capaz de deducir información de las imágenes sucesivas, y en particular las indicaciones tridimensionales, mediante paralaje del movimiento monocular entre las mismas.

La figura 2 ilustra una característica particular de esto. Cuando un objeto 9 pasa a través de unas trayectorias 5a a 5c de rayos incidentes (véase la figura 2a), se generan tres imágenes en las que el objeto está orientado de modo distinto con relación a la fuente de rayos X 1. La visualización sucesiva de estas imágenes hará que el objeto parezca que gira, como se ilustra en la figura 2b.

En efecto, esta capacidad para conseguir una vista del objeto que puede girar efectivamente en una tercera dimensión se puede ver que es análoga a los beneficios visuales que se observan en una imagen CT renderizada volumétrica. La capacidad para ver objetos en seudo 3D ayuda al observador humano a realizar suposiciones correctas sobre el objeto a la vista. La imagen generada de acuerdo con la presente invención ofrece estos beneficios como consecuencia de las múltiples trayectorias de rayo proporcionadas por el aparato, pero con una forma geométrica menos compleja que las máquinas CT típicas, y se puede implementar fácilmente, por ejemplo, en un transportador lineal sencillo, tal como se usa en los sistemas de escaneo de seguridad.

La figura 2 ilustra imágenes recogidas sólo directamente. Como la realización tiene tres detectores, se pueden generar tres imágenes recogidas directamente del objeto en posiciones diferentes. No obstante, en la realización preferida, además de imágenes obtenidas directamente, el procesador de imágenes 21 está adaptado para generar imágenes intermedias por extrapolación de los datos directamente recogidos.

En una realización posible, se genera una única imagen intermedia para cada par colectivo. Así, el registro de datos 22 almacena cinco imágenes que se pueden visualizar de manera secuencial. En una segunda realización posible, se generan dos imágenes intermedias virtualmente separadas para cada par colectivo. Así, el registro de datos 22 almacena, al menos, siete imágenes que se pueden visualizar de manera secuencial. Se pueden aplicar otros protocolos de agrupación e imagen intermedia.

Por supuesto, los principios de la invención no están limitados a tres detectores lineales y no están limitados a una o dos imágenes intermedias generadas por cada par adyacente, sino que se aplican a cualquier serie de tres o más imágenes que muestran, en efecto, un objeto en una posición sucesivamente variable, y de modo particularmente preferido seis o más imágenes, especialmente cuando se generan desde cinco o menos detectores.

La visualización secuencial de imágenes en la pantalla 25 está bajo control del usuario gracias a los medios de control 27. Esto permite que un usuario genere secuencias animadas a partir de la sucesión de imágenes almacenadas en el registro de datos 22 y manipule eficazmente la recogida de imágenes, para conseguir indicaciones tridimensionales significativas a partir de los datos recogidos. Opcionalmente, para mejorar más esto, los medios de control 27 incluyen unos medios para controlar una correa de transmisión 29 que actúa accionando la cinta transportadora 7, permitiendo que el propio objeto se haga pasar y volver a pasar a través de la zona de escaneo en casos de incertidumbre.

En la realización ilustrada, se usan detectores que son capaces de resolver espectroscópicamente los rayos X transmitidos. Esta información espectroscópica resuelta forma parte de los datos que se procesan posteriormente para proporcionar la identificación de los materiales de los objetos en la imagen.

5 Las ventajas particulares de la presente invención sobre los sistemas estereoscópicos más complejos están bien ilustradas por las figuras 1 y 4. No se requiere ningún aparato de visión estereoscópica particular, sino simplemente una pantalla bidimensional 25. La forma geométrica del sistema se presta, a su vez, simplemente a un aparato de transporte por cinta y, así, el sistema de la presente invención requiere pocos cambios fundamentales de las características básicas del aparato o del método de uso cuando se compara con un escáner de rayos X convencional. No obstante, ofrece una capacidad significativa para mejorar tanto la resolución de objetos en tres 10 dimensiones como la caracterización de materiales, en particular gracias al efecto ilustrado en la figura 2.

La figura 3 representa un modo alternativo de funcionamiento para el escáner, y se ilustra con un objeto 9 en posición en una zona de escaneo.

15 La fuente de rayos X 1 tiene su salida colimada en un único haz cortina 13 mediante un colimador 11. El único haz de trayectoria está dirigido al detector intermedio 3b. El detector intermedio 3b recibe el rayo X transmitido a través de la trayectoria de rayo 15b. Los otros detectores 3a y 3c reciben rayos X dispersados a través de las trayectorias de rayo 15a y 15c respectivas. Así, el aparato de la invención se puede adaptar fácilmente mediante este modo de funcionamiento para detectar simultáneamente tanto el rayo X transmitido como el dispersado, y para hacer uso de la información que se puede obtener del mismo a fin de caracterizar los materiales policristalinos. No se requieren detectores de dispersión independientes. La resolución de los rayos X transmitidos y dispersados, en la realización, 20 recibe ayuda de la resolución espectroscópica conferida por los detectores de telururo de cadmio.

Los datos desde el modo de funcionamiento representado en la figura 3 se pueden recoger y procesar junto con los datos procedentes del modo de funcionamiento representado en la figura 1, de la manera representada esquemáticamente en la figura 4. Por ejemplo, los dos modos de funcionamiento se pueden accionar de manera 25 secuencial, muy sucesiva o simultánea para proporcionar una información de caracterización mejorada para la composición de objetos de los que se están formando imágenes.

De acuerdo con la realización a modo de ejemplo, se ilustran en serie tres detectores de agrupación lineal. Sería comprensible que incluso un par de detectores generaran un par de imágenes de las que se podría obtener la paralaje del movimiento monocular y que, en un sistema práctico, podría ser bien deseable tener un mayor número de detectores en serie. Se presentan tres detectores solamente a modo de ilustración. No obstante, una serie de 30 imágenes que se pueden manipular y animar eficazmente se pueden obtener de un número relativamente pequeño de detectores lineales en serie, especialmente si se usan algoritmos adecuados dentro del sistema de formación de imágenes, para generar imágenes intermedias a partir de los datos recogidos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para generar y visualizar una imagen de un objeto, que comprende:
- 5 una fuente de radiación (1) y una serie de, al menos, dos detectores de radiación lineal (3a, 3b, 3c) capaces de resolver espectroscópicamente radiación incidente, separados de la misma para definir una zona de escaneo entre sí;
- medios (7) para hacer que un objeto (9) se mueva con relación a la zona de escaneo y a través de la misma, en uso;
- un aparato de generación de imágenes (21) configurado para generar, al menos, una primera imagen procedente de la salida de un primer detector lineal y una segunda imagen procedente de la salida de un segundo detector lineal, y caracterizado por dicho aparato de generación de imágenes (21) que comprende
- 10 un módulo de imágenes intermedias configurado para generar una tercera imagen procedente de un par adyacente de detectores lineales, al procesar la salida de dicho par de detectores y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas detectadas citadas, de manera que cada imagen de este tipo incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- y por un monitor de imagen (25) adaptado para visualizar, al menos, dichas imágenes primera, segunda y tercera sucesivamente y visualizar, así, la paralaje del movimiento monocular entre las imágenes.
- 15 2. Un aparato para generar y visualizar una imagen de un objeto, que comprende:
- una fuente de radiación (1) y una serie lateralmente separada de, al menos, tres detectores de radiación lineal (3a, 3b, 3c) capaces de resolver espectroscópicamente radiación incidente, separados de la misma para definir una zona de escaneo entre sí;
- 20 medios (7) para hacer que un objeto (9) se mueva con relación a la zona de escaneo y a través de la misma, en uso;
- un aparato de generación de imágenes (21) configurado para generar, al menos, una primera imagen procedente de la salida de un primer detector lineal, una segunda imagen procedente de la salida del segundo detector lineal y una tercera imagen procedente de la salida del tercer detector lineal, de manera que cada imagen de este tipo incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- 25 un monitor de imagen (25) adaptado para visualizar, al menos, dichas imágenes primera, segunda y tercera sucesivamente y visualizar, así, la paralaje del movimiento monocular entre las imágenes.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además un generador de imágenes intermedias configurado para generar una imagen intermedia procedente de, al menos, un par adyacente de detectores lineales, al procesar la salida del o de cada par de detectores citado y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas detectadas citadas.
- 30 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende un generador de imágenes intermedias configurado para generar, al menos, una imagen intermedia procedente de cada par adyacente de detectores lineales, al procesar la salida del o de cada par de detectores citado y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre cada una de las dos salidas detectadas citadas.
- 35 5. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la pantalla de imagen es una pantalla monocular adaptada para visualizar sucesivamente imágenes como imágenes bidimensionales individuales.
6. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los detectores lineales que forman la serie lateralmente separada son generalmente paralelos.
7. El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los detectores lineales que forman la serie lateralmente separada están dispuestos de manera que la distancia entre los mismos cambia para mantener una separación angular constante entre cada agrupación.
- 40 8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende una serie lateralmente separada de no más de cinco detectores lineales, y un generador de imágenes intermedias configurado para generar, al menos, una imagen intermedia procedente de cada par adyacente de detectores lineales y adaptado de manera que se generan, al menos, cinco imágenes en total.
- 45 9. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el generador de imágenes intermedias está configurado para generar dos o más imágenes intermedias procedentes de, al menos, un par adyacente de detectores que muestran una transición gradual entre las imágenes producidas por el par adyacente de detectores, al procesar la salida de dicho par de detectores y al generar imágenes representativas de una transición entre las dos salidas detectadas citadas.
- 50

10. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además medios de control (27) para permitir que un usuario visualice imágenes sucesivas a velocidades variables a fin de permitir una transición suave para el observador humano entre cada imagen y/o en un orden hacia delante y hacia atrás.
- 5 11. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que incluye medios de procesamiento de imágenes adaptados para representar una resolución espectroscópica del espectro de la fuente en la imagen generada, al procesar los datos resueltos espectroscópicamente en una pluralidad de bandas y al aplicar colores diferentes para representar cada banda de este tipo en la imagen generada.
- 10 12. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el detector lineal presenta una respuesta espectroscópica directa ya que está fabricado a partir de un material seleccionado para presentar intrínsecamente como una propiedad material directa una respuesta eléctrica variable directa, y por ejemplo fotoeléctrica, a diferentes partes del espectro de la fuente.
13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el detector comprende un material o materiales seleccionados a partir de telururo de cadmio, telururo de cadmio-cinc (CZT), telururo de cadmio-manganeso (CMT), germanio, bromuro de lantano y bromuro de torio.
- 15 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12 ó 13, en el que el detector comprende un material o materiales semiconductores formados como un cristal volumétrico que incluye un material semiconductor de los Grupos II-VI.
15. Un método para obtener una imagen de un objeto, que comprende las etapas de:
- 20 disponer una fuente de radiación (1) y una serie de, al menos, dos detectores de radiación lineal (3a, 3b, 3c) capaces de resolver espectroscópicamente radiación incidente, separados de la misma para definir una zona de escaneo entre sí;
- hacer que un objeto (9) se mueva con relación a la zona de escaneo y a través de la misma; y por ello
- generar, al menos, una primera imagen procedente de la salida de un primer detector lineal, cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- 25 generar, al menos, una segunda imagen procedente de la salida de un segundo detector lineal, cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- caracterizado por generar, al menos, una tercera imagen como una imagen intermedia procedente de un par adyacente de detectores lineales, al procesar la salida de dicho par de detectores y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas detectadas citadas, cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- 30 visualizar, al menos, dichas imágenes primera, segunda y tercera sucesivamente y visualizar, así, la paralaje del movimiento monocular entre las imágenes.
16. Un método para obtener una imagen de un objeto, que comprende las etapas de:
- 35 disponer una fuente de radiación (1) y una serie lateralmente separada de, al menos, tres detectores de radiación lineal (3a, 3b, 3c) capaces de resolver espectroscópicamente radiación incidente, separados de la misma para definir una zona de escaneo entre sí;
- hacer que un objeto (9) se mueva con relación a la zona de escaneo y a través de la misma; y por ello
- generar, al menos, una primera imagen procedente de la salida de un primer detector lineal, cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- 40 generar, al menos, una segunda imagen procedente de la salida de un segundo detector lineal, cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- generar, al menos, una tercera imagen procedente de la salida de un tercer detector lineal, cuya imagen incluye una representación de radiación incidente resuelta espectroscópicamente;
- visualizar, al menos, dichas imágenes primera, segunda y tercera sucesivamente y visualizar, así, la paralaje del movimiento monocular entre las imágenes.
- 45 17. El método de acuerdo con la reivindicación 16, en el que el método comprende adicionalmente generar, al menos, una imagen intermedia procedente de, al menos, un par adyacente de detectores lineales, al procesar la salida de dicho par de detectores y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas detectadas citadas.
- 50 18. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en el que el método comprende adicionalmente generar, al menos, una imagen intermedia procedente de cada par adyacente de detectores lineales, al procesar la salida de

cada par de detectores citado y al generar una imagen representativa de una salida intermedia entre cada una de las dos salidas detectadas citadas.

5 19. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 18, que comprende disponer una serie lateralmente separada de no más de cinco detectores de rayos X lineales, una imagen directa desde la salida de cada detector lineal;

generar, al menos, una imagen intermedia procedente de cada par adyacente de detectores lineales; de manera que se generan, al menos, cinco imágenes en total.

10 20. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 19, en el que las imágenes sucesivas se visualizan en frecuencias de refresco y direcciones definibles a medida, bajo el control de un observador, para facilitar la interpretación.

21. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 20, en el que se usa una correspondencia de bandas para representar una resolución espectroscópica en la imagen generada ya que el espectro de la fuente se divide en una pluralidad de bandas y se usan diferentes colores para representar cada banda de este tipo en la imagen visualizada.

15 22. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 21, que comprende:

en un primer modo de funcionamiento, generar una pluralidad de imágenes procedentes de una serie lateralmente separada de agrupaciones lineales de detectores de manera similar a una de las reivindicaciones 15 a 21; y además

en un segundo modo de funcionamiento, generar un único haz cortina principal colimado, dirigido a un detector lineal particular dentro de la serie de detectores,

20 usar los otros detectores para detectar haces secundarios difractados, procesando esta información procedente de los otros detectores para dar información adicional respecto a la radiación dispersada,

en el que ambos modos de funcionamiento se aplican de manera secuencial o muy sucesiva o eficazmente simultánea.

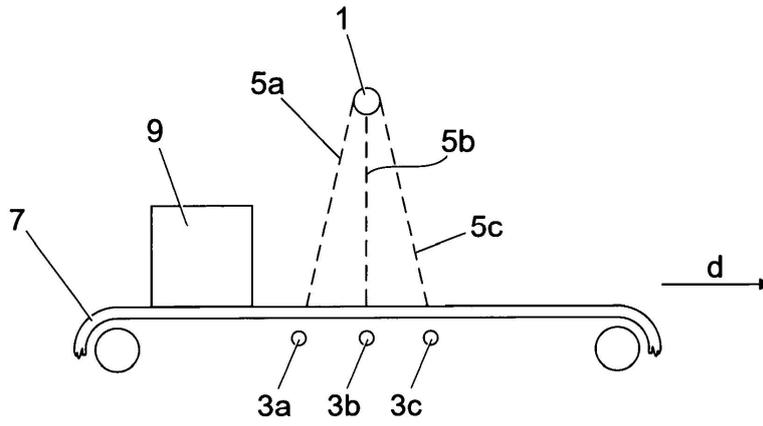


Fig. 1

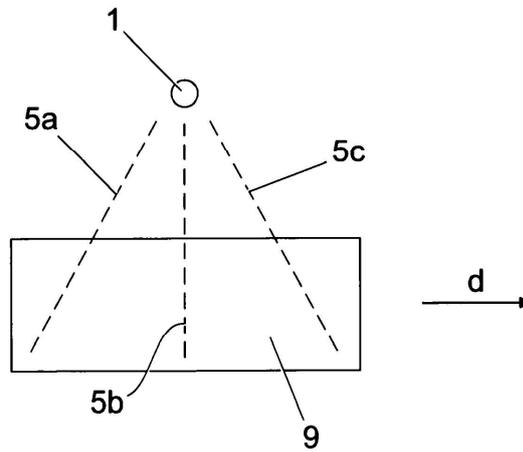


Fig. 2a

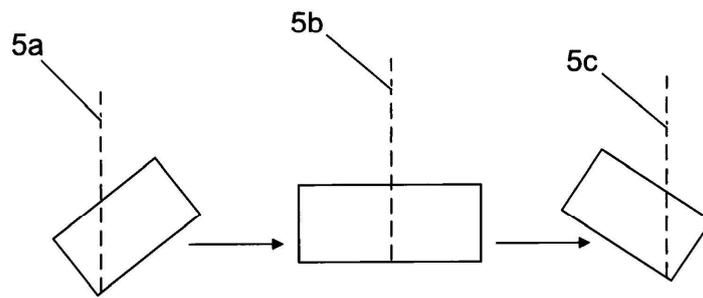


Fig. 2b

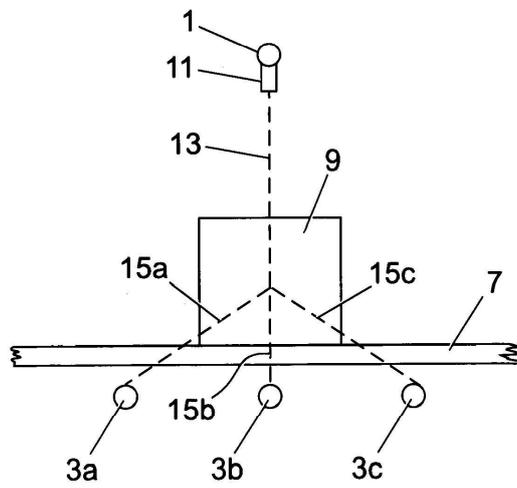


Fig. 3

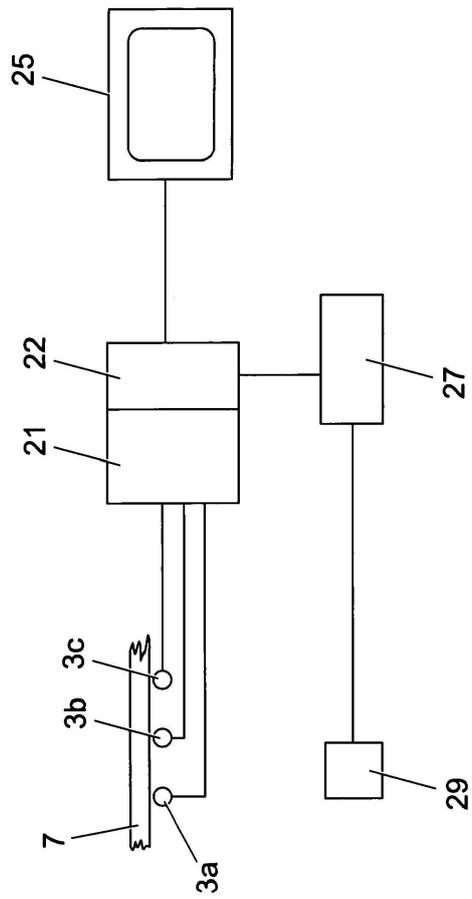


Fig. 4