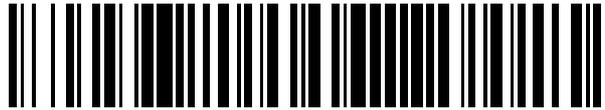


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 467**

51 Int. Cl.:

**G01T 1/29**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2010 E 10712118 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2396672**

54 Título: **Aparato y método para visionar un objeto**

30 Prioridad:

**10.02.2009 GB 0902138**

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

**23.09.2015**

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 2 546 467 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**

Aparato y método para visionar un objeto

Esta invención se refiere a un aparato y a un método para realizar una imagen de un objeto en un espacio de tres dimensiones utilizando escaneo de radiación de elevada energía, por ejemplo, rayos x.

5 La invención se refiere en particular a un aparato y método que funcionan según el principio de escaneo de línea, en el que se hace que objetos en tres dimensiones se muevan a través de una zona de escaneo y se realiza la imagen de la información recogida. Este principio se utiliza ampliamente, por ejemplo sin limitación, en la industria de la seguridad, para escanear objetos de los que es deseable obtener información acerca de sus contenidos internos, y en la generación de imágenes médicas, generación de imágenes para fines de control de calidad o con el fin de  
10 determinar la integridad de la estructura o similares.

El aparato de generación de imágenes que emplea el principio de escaneo en línea es bien conocido. Típicamente, tales aparatos constarán de una fuente de rayos x, cuyo rayo puede estar colimado en una cortina, normalmente denominada "rayo de cortina" y después es detectado por un detector de disposición lineal por ejemplo que comprende una disposición de fotodiodo lineal. La información de imagen es obtenida haciendo que el objeto de interés se mueva linealmente, por ejemplo en ángulo recto con respecto al rayo y almacenando los sucesivos  
15 escaneos de la información de transmisión de rayos x enviados desde la disposición lineal a partir de la cual se puede compilar un fotograma de imagen completo.

Si el objeto que está siendo escaneado es transmisor de radiación de rayos x de forma heterogénea y por ejemplo consta o contiene múltiples objetos y/o componentes más pequeños de materiales no similares, puede ser posible  
20 construir una imagen del objeto, y en un caso particular de los contenidos o componentes. La imagen puede ser entonces presentada en una pantalla de visionado. Esta imagen puede ser útil, por ejemplo, con relación a las posibles aplicaciones resumidas anteriormente. En particular, puede ser útil en la determinación de los contenidos de un recipiente o estructura interna de un objeto o cuerpo.

Incluso así, la imagen generada por tal aparato de rayos x es limitada. En el mejor de los casos constituye una radiografía del objeto del que se está formando la imagen. Esto puede hacer que sea muy difícil la interpretación.  
25

La Patente Europea N° 0610084 describe un método para crear una fotografía de modelo sólido en "2,5 D" para su visionado. Una par estereoscópico de imágenes de rayos x se obtiene utilizando dos rayos de cortina divergentes provenientes de una fuente de rayos x. Estos son separados en rebanadas conjugadas y la imagen en 2,5D es construida a partir de la información de las rebanadas resultantes.

30 La imagen resultante no es estrictamente una imagen en tres dimensiones (aunque a menudo se le denomine así) dado que está presentada en una pantalla de dos dimensiones en lugar de por medio de un aparato totalmente estereoscópico. Dicha representación en 2,5D de hecho contiene apuntes psicológicos para profundizar, tales como perspectiva lineal, interposición, sombreado en lugar de los apuntes de profundidad psicológicos conocidos como paralaje binocular o estereoscopia que se requiere para una imagen en tres dimensiones completas.

35 Las patentes del Reino Unido N° 2329817 y 2360685 son ejemplos de métodos y sistemas que se pueden utilizar para producir pares de imágenes totalmente estereoscópicas. Proviene en última instancia de los principios establecidos en la patente Europea N° 0261984. En particular, están sometidos a la condición establecida en la columna 4, líneas 31 a 48 en la misma, que impone considerables restricciones sobre el detector y la geometría del rayo fuente. Aunque la generación de imágenes estereoscópicas puede ser una técnica relativamente potente, el aprovechamiento de los apuntes psicológicos completos con relación a la información de profundidad, y de este modo el ofrecimiento del potencial para un usuario de un aparato de rayos x para identificar objetos o componentes de manera mucho más fiable y clara, puede ser complejo en el funcionamiento práctico. Para aprovechar el efecto estereoscópico, es necesario que el observador reciba diferentes imágenes en cada ojo de manera simultánea. Esto requerirá el uso de un aparato especial. Además, una técnica estereoscópica total requiere el control preciso del proceso de recogida de imagen con referencia a las condiciones identificadas anteriormente. Si el par estereoscópico va a ser efectivo, las imágenes respectivas deben ser recogidas con un paralaje muy próximo al que sería tolerado por los ojos del observador. Por estas razones, la generación de imágenes estereoscópicas no ha obtenido amplia aceptación para las máquinas de escaneo de este tipo.  
40  
45

Algunos de estos problemas son mitigados por la publicación PCT WO2008/119967 en la que se utiliza el principio de escaneo lineal para generar sucesivas imágenes cuando el movimiento relativo es efectuado a lo largo de un único eje lineal entre un objeto y una disposición de fuente/detector, de manera que se presenta el paralaje de movimiento monocular entre tales imágenes sucesivas y se ofrecen algunos apuntes adicionales en tres dimensiones.  
50

La técnica de rayos x de escaneo de línea podría encontrar aplicación con relación a la generación de imágenes para fines médicos u otros fines de examen de investigación, control de calidad, etc., en donde es deseable visionar un objeto de múltiples componentes. Una mejor resolución de la forma exacta y la localización de los componentes de objetos en el espacio tridimensional sería una mejora considerable en las presentes técnicas, especialmente si la  
55

composición pudiera también ser caracterizada mejor.

Es un objeto de la presente invención mitigar algunas o todas las desventajas anteriormente mencionadas de los sistemas de escaneo de línea de la técnica anterior.

5 Por lo tanto, de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, se proporciona un aparato para generar y presentar una imagen de un objeto que comprende:

una fuente de radiación, y una serie de al menos dos, pero preferiblemente tres o más, detectores lineales capaces de detectar la radiación incidente, separados entre sí para definir una zona de escaneo entre los mismos;

medios para hacer que un objeto se mueva con relación a, y a través de, la zona de escaneo, en uso, en sucesivas pasadas a lo largo de al menos dos direcciones lineales que forman un ángulo entre sí;

10 un aparato de generación de imágenes para generar, para cada pasada sucesiva, 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;

15 un aparato de procesamiento de imágenes adaptado para procesar los datos de imágenes recogidos desde la salida de los detectores lineales de manera que se reduzca la distorsión atribuible al rayo que se dispersa en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo;

una presentación de imágenes adaptada para presentar sucesivamente al menos la primera, segunda y tercera imágenes y de este modo presentar el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.

Mediante analogía, de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11, se proporciona un método para obtener una imagen de un conjunto que comprende las etapas de:

20 proporcionar una fuente de radiación y una serie de al menos dos, pero preferiblemente tres o más, detectores lineales capaces de detectar radiación incidente, separados entre sí, para definir una zona de escaneo entre los mismos;

hacer que un objeto se mueva con relación a, y a través de, la zona de escaneo, en sucesivas pasadas en al menos dos direcciones lineales que forman un ángulo entre sí; y con ello

25 generar para cada sucesiva pasada al menos una primera imagen a partir de la salida de un primer detector lineal, al menos una segunda imagen a partir de la salida de un segundo detector lineal; y

al menos una tercera imagen;

procesar los datos de imagen recogidos para cada imagen de tal manera que se reduzca la distorsión atribuible al rayo que se dispersa en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo;

30 presentar al menos dicha primera, segunda y tercera imágenes sucesivamente y de este modo, presentar el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.

35 De este modo, de acuerdo con el aparato y el método del primer y segundo aspectos de la invención, son generadas sucesivas imágenes a mediada que el movimiento relativo es efectuado entre un objeto y una disposición de fuente/detector, a partir de la radiación incidente en la disposición de detector cuando se produce interacción de radiación entre la radiación procedente de la fuente y el objeto que se mueve a través de la zona de escaneo, y especialmente procedente de la radiación incidente en la disposición de detector después de la transmisión a través del objeto. Las imágenes son de este modo sucesivas radiografías, y especialmente sucesivas radiografías de transmisión.

40 Están dispuestos medios adecuados para efectuar el movimiento relativo del objeto y la zona de escaneo, que comprenden por ejemplo un manipulador de objetos y/o brazo de escaneo. Puede ser conveniente que un objeto sea movido, por ejemplo mediante un manipulador de objetos adecuado o transportador, a través de una zona de escaneo estática, pero se apreciará que a menudo es preferible tener un objeto que permanezca estático y trasladar el detector y la fuente para realizar el movimiento relativo. Un brazo de escaneo adecuado puede comprender una fuente móvil y/o una disposición de detector.

45 La invención está claramente caracterizada por que se hacen múltiples pasadas a lo largo de una pluralidad de ejes, y se recoge un conjunto de imágenes que presentan paralaje de movimiento monocular en cada pasada. Por ejemplo, por que se utiliza un brazo de escaneo para efectuar el movimiento relativo entre un objeto y una disposición de fuente/detector, por ejemplo por que el brazo de escaneo porta una configuración de detector y fuente. La configuración de detector y fuente se puede mover sobre un objeto estacionario en una dirección de pasada lineal. Después de una pasada en una primera dirección, el brazo de escaneo se puede recolocar, y por ejemplo girar alrededor de un eje equivalente a un punto central teórico del objeto que va a ser visualizado, y otra pasada de escaneo se podría hacer en una segunda dirección. El proceso se podría repetir en más direcciones de

pasada de escaneo. En cada una de tales pasadas se podría capturar otro conjunto de imágenes que presentan potencialmente paralaje de movimiento monocular.

Las imágenes producidas utilizando detectores de escaneo de línea con fuentes de radiación adecuadas presentan algunas propiedades únicas. Debido a la fuente de punto utilizada típicamente, un rayo de cortina colimado, diseñado para ser incidente en una disposición lineal presentará una distorsión de fuente de punto familiar a lo largo de su longitud que es característica de las radiografías en general. Sin embargo, en la dirección del movimiento no existirá tal distorsión. Esto es de considerablemente significativo dado que hace posible la introducción de apuntes de profundidad potentes en las radiografías tales como los atribuibles a estereopsis binocular o paralaje de movimiento monocular.

Como se ha expuesto anteriormente, las condiciones que se deben cumplir para imágenes estereoscópicas que van a ser producidas son bastante rígidas y tienden a requerir disposiciones de visionado especializadas. Sin embargo, las imágenes de paralaje de movimiento monocular no sufren de tales restricciones. De este modo, los terceros apuntes dimensionales útiles se pueden obtener para una serie dada de imágenes.

De acuerdo con la invención, se hacen múltiples pasadas a lo largo de una pluralidad de ejes, y se recoge un conjunto de imágenes que presentan paralaje de movimiento monocular en cada pasada. Aunque cada conjunto de imágenes no es distorsionado en una dirección de movimiento por las razones expuestas anteriormente, la geometría del detector lineal y el efecto del rayo que se dispersa producirán distorsión a través de un efecto de viñeteado en cualquier radiografía de área en una dirección perpendicular a la dirección de escaneo. Esto podría no ser un problema mayor cuando una serie de imágenes se generan en una única dirección de escaneo, dado que todas las imágenes en las series están distorsionadas en el mismo sentido, y esto se entiende que no afecta excesivamente. Hay más de un problema cuando las imágenes son generadas a lo largo de múltiples pasadas, ya que la distorsión atribuible al viñeteado será en múltiples direcciones.

Por consiguiente, el método de la invención se caracteriza claramente por que en una etapa adicional antes de la presentación de imagen, cada imagen para cada pasada es procesada de tal manera que se produce una imagen con distorsión reducida atribuible a la dispersión del rayo en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo, y en particular se produce una imagen con una relación de aspecto (esto es, una relación de longitud aparente en una dirección de escaneo y longitud aparente perpendicular a la dirección de escaneo) que se aproxima mucho a la realidad.

Hay dos formas principales en las que la relación de aspecto de imagen de una imagen para su presentación se puede controlar. En primer lugar, una velocidad de escaneo se puede controlar y variar de una manera funcional para inducir una distorsión en una dirección de escaneo que tienda a corresponderse con una distorsión atribuible a la dispersión del rayo en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo. De esta manera, los datos de intensidad recogidos son por sí mismos inherentemente ajustados para aproximarse en coordenadas espaciales a una relación de aspecto real y cualquier imagen generada a partir de los mismos es ajustada inherentemente de forma similar. En segundo lugar, los datos de intensidad incidente se pueden recoger incluyendo efectos de dispersión de rayo y se puede aplicar una metodología de análisis numérico adecuado a los datos recogidos para compensar la distorsión y para producir una imagen con una relación de aspecto que se aproxime sustancialmente a la realidad. Un análisis de imagen mediante metodología numérica por ejemplo utilizando un método de análisis de imágenes adecuado es particularmente preferido. Por ejemplo, el método puede comprender aplicar un factor de escalado a la posición medida en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo de los datos recogidos para generar una posición teórica que es corregida para una dispersión de rayo o viñeteado en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo. Se pueden aplicar combinaciones de estas dos técnicas.

En consecuencia, por analogía con el primer aspecto de la invención, el aparato incluye también un aparato de procesamiento de imágenes para procesar los datos de imágenes recogidos a partir de la salida de los detectores lineales de manera que se reduce la distorsión atribuible a la dispersión del rayo, y en particular para producir una imagen con una relación de aspecto que se aproxime a la realidad. Por ejemplo, el aparato incluye un módulo de corrección numérico para aplicar un análisis de imagen numérico a los datos recogidos para compensar la distorsión atribuible a la dispersión del rayo o viñeteados en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo, por ejemplo para aplicar un factor de escalado a los datos recogidos para corregir la dispersión del rayo o viñeteado en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo.

La recogida de imágenes de acuerdo con la invención a través de caros ejes y el procesamiento de estos para corregir los efectos de viñeteado significa que la reducción de la distorsión a lo largo de la dirección de la disposición lineal se puede aprovechar para cada pasada, y las múltiples series resultantes de imágenes de paralaje utilizadas en la práctica para generar imágenes con apuntes de tres dimensiones a lo largo de una pluralidad de ejes con el efecto perjudicial sobre la comprensibilidad de tales imágenes, atribuible a la distorsión del viñeteado, reducido o eliminado.

Por ejemplo, si se considera una aplicación médica, cuando se visiona una fractura compleja de un brazo, por ejemplo, sería ventajoso visionar una serie rotacional de imágenes a lo largo de la longitud del brazo así como una a 90 grados. Otras series de imágenes en ángulos comprendidos entre estos 90 grados extremos se podrían añadir

al conjunto de datos. El aparato y método de acuerdo con la invención proporciona una potente herramienta para entregar estos apuntes procedentes de un único principio de escaneo de línea, especialmente cuando se corrige para la distorsión angular perpendicular a la dirección de escaneo.

5 Para cada pasada, son generadas al menos tres imágenes procedentes de al menos un par separado (y preferiblemente una serie de al menos tres) de detectores lineales. Aunque se genera una pluralidad de imágenes, las imágenes no son recogidas y presentadas como imágenes pareadas con la intención de proporcionar un efecto estereoscópico. En su lugar, la invención aprovecha el paralaje de movimiento monocular entre las sucesivas imágenes en cada serie.

10 El paralaje de movimiento monocular solo puede proporcionar algunos apuntes psicológicos efectivos con relación a los objetos situados en el espacio tridimensional, en particular si se utiliza una serie sucesiva múltiple de imágenes, aunque el efecto estará presente para cualquier par de imágenes. Tiene un cierto número de ventajas de simplicidad sobre un sistema estereoscópico total.

15 En particular, las imágenes son presentadas sucesivamente como imágenes individuales en dos dimensiones, y no requieren aparatos especiales. El sistema aprovecha un paralaje monocular. No es necesario generar simultáneamente diferentes imágenes para cada ojo de un usuario como sería el caso para el visionado estereoscópico. No se requiere un binocular ni otro aparato de visionado estereoscópico complejo. Un simple visualizador monocular es suficiente. Además, el control relativamente estricto de la producción de imágenes que es necesario para aprovechar el paralaje binocular de forma efectiva no se aplica. Por ejemplo, para un par de  
20 imágenes de paralaje binocular efectivo, las imágenes necesitan ser generadas de tal manera que el paralaje entre ellas coincida mucho con el que sería tolerado por un observador humano. Por el contrario, una ilusión de movimiento de paralaje monocular efectivo en tres dimensiones se podría reproducir en un rango de imágenes sucesivas mucho mayor. No es necesario cumplir con las estrictas condiciones para la geometría del rayo que se aplican a la generación de imágenes estereoscópicas.

25 El sistema y método de acuerdo con el primer y segundo aspectos de la invención son de este modo potencialmente más simples en muchas circunstancias prácticas que un método y aparato binoculares, y significativamente, la invención tiende a ser por sí misma más próxima a la aplicación con modificación limitada a los aparatos y técnicas existentes.

30 La mejora de la técnica para generar múltiples series de imágenes de paralaje de movimiento monoculares realizando sucesivos escaneos que comprenden sucesivas pasadas de movimiento relativo entre una disposición de fuente/detector y un objeto en una pluralidad de direcciones en un ángulo entre sí aumenta este efecto de proporcionar la posibilidad de, en efecto, girar las imágenes resultantes. Esto es particularmente efectivo cuando cada serie es correlacionada para el viñeteado como se ha descrito anteriormente.

35 La clave de la invención se refiere a escanear en al menos dos direcciones diferentes y hacer uso de la información adicional que se acumula procedente de la realización de al menos dos de tales pasadas. Si las imágenes son corregidas para eliminar la distorsión entonces las imágenes procedentes de las múltiples pasadas se pueden combinar, lo que proporciona la capacidad de manipular los datos para cambiar el eje del objeto alrededor del cual el objeto está siendo "visionado" en una imagen resultante. Presentando dichas imágenes sucesivamente en orden adecuado, se puede generar una representación de imágenes animada "en movimiento" que se puede manipular bajo el control de observador con tres grados dimensionales de libertad. En el caso preferido, al menos tres pasadas  
40 son realizadas sucesivamente respectivamente a lo largo de al menos tres direcciones lineales. Preferiblemente, al menos tres direcciones intersectan en un único punto de intersección común, que representa un centro de generación de imágenes rotacional de un objeto.

45 El efecto de paralaje de movimiento monocular está presente en teoría en sólo un par de imágenes, y los apuntes visuales en una tercera dimensión lo que hace posible que el usuario resuelva objetos, y en particular contenidos y/o componentes individuales del mismo, que están siendo escaneados se puede obtener a partir de dicho único par de imágenes para una pasada dada. Sin embargo, el efecto es aumentado, y en particular se puede obtener una impresión más efectiva de movimiento en tres dimensiones, si una serie de más de dos imágenes sucesivas se genera y se presenta para cada pasada.

50 Hay dos formas en las que se pueden generar imágenes adicionales. En primer lugar, se puede proporcionar una serie de más de dos detectores lineales separados lateralmente, por ejemplo, al menos tres detectores, y más preferiblemente al menos cinco detectores. La salida de cada uno de dichos selectores se puede utilizar entonces únicamente para generar una imagen representativa de los datos recogidos en el detector.

55 Cuando se proporciona una serie plural de detectores lineales separados lateralmente, el espacio entre ellos preferiblemente es generalmente constante, por ejemplo, cada par de detectores lineales adyacentes en las series está separado lateralmente de forma sustancialmente igual y/o en una separación angular sustancialmente igual con relación a la fuente.

Los detectores lineales que forman las series lateralmente separados son preferiblemente generalmente paralelos. Pueden estar dispuestos en un plano común o a lo largo de un arco común. Cada detector lineal puede ser de

cualquier configuración adecuada, por ejemplo de una configuración convencional simple o doblada.

5 Preferiblemente, los detectores lineales que confeccionan la serie separados lateralmente están dispuestos de tal manera que la distancia entre ellos cambia con el fin de mantener una separación angular constante entra cada disposición. Esto es de importancia crítica para los detectores con forma de L que se encuentran comúnmente en muchas industrias de escaneo. Esta innovación también es de gran importancia cuando la fuente de la radiación no está situada en el punto central de cada disposición.

Preferiblemente el aparato comprende medios de alineación para permitir la alineación precisa de cada detector lineal como se ha descrito anteriormente.

10 Preferiblemente el aparato comprende medios para enviar varios rayos, preferiblemente a partir de una única fuente de radiación. Por ejemplo, un rayo es dirigido a cada detector lineal. Preferiblemente los medios para enviar los varios rayos permiten que el usuario seleccione un número deseado de rayos para corresponder con el número de detectores en una disposición plural. De manera conveniente, el aparato comprende un colimador adaptado para permitir que el usuario seleccione de dos a cinco rayos de una única fuente.

15 Adicional o alternativamente, se pueden generar más imágenes mediante la interpolación de pares de imágenes recogidas de los detectores lineales. De este modo, de acuerdo con una realización preferida de la invención, el método adicionalmente comprende generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos un par adyacente, y cuando es aplicable preferiblemente generar al menos una imagen intermedia a partir de una pluralidad de pares adyacentes y por ejemplo cada par adyacente, de detectores lineales, mediante el procesamiento de la salida del o cada uno de dichos pares de detectores, y generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos dichas salidas detectadas.

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

25 Cuando una única imagen intermedia es generada entre un par adyacente de imágenes detectadas, la imagen intermedia preferiblemente extrapola los puntos de imagen en la imagen intermedia a un punto medio entre los puntos de imagen equivalente en las dos imágenes detectadas. Cuando se proporciona una pluralidad de imágenes intermedias entre una par de imágenes detectadas éstas están preferiblemente basadas en una extrapolación similar separada uniformemente. Más preferiblemente, la separación relativa de detectores y la configuración de la generación de imágenes intermedias es tal que todas las imágenes son generadas con aproximadamente la misma separación de movimiento relativa. Por ejemplo, los detectores están separados uniformemente y el mismo número de imágenes intermedias es generado entre cada par de una disposición plural.

30 De acuerdo con lo anterior, uno o más enfoques se utilizan para generar una serie de imágenes de un objeto en una zona de escaneo en la que cantidades, en efecto, a diferentes posiciones. En el primer enfoque, una pluralidad de detectores separados produce una correspondiente pluralidad de imágenes directas. En el segundo enfoque, los datos reales procedentes de los detectores lineales adyacentes son utilizados para generar una imagen indirecta intermedia a las imágenes directas, y de este modo representativas de una posición de objeto intermedia.

35 Se puede utilizar uno o ambos métodos para generar unas series sucesivas de imágenes desde las cuales, por medio de un paralaje de movimiento monocular entre cada par de sucesivas imágenes se puede obtener la información acerca de una tercera dimensión, y en particular una impresión del movimiento a través de una tercera dimensión. Un número relativamente pequeño de imágenes se requiere para producir un movimiento efectivo similar a la animación en tres dimensiones mediante un usuario que observe una simple pantalla en dos dimensiones.

40 De acuerdo con la invención, al menos tres imágenes son generadas en cada serie (es decir por cada pasada). Se apreciará de acuerdo con lo anterior que la tercera imagen requiere o bien el uso de un tercer detector para generar una tercera imagen o bien el uso del método de interpolación para generar una tercera imagen indirecta a partir de la información de salida de un único par de detectores. En la práctica ambos efectos se pueden aprovechar juntos y podría ser preferible una pluralidad de imágenes mayor, por ejemplo al menos tres detectores que generen al menos cinco imágenes, directamente y por el método de interpolación. Sin embargo, un número grande de detectores lineales no es necesariamente deseable y pueden requerir un aparato más complejo. Por ejemplo podría ser deseable proporcionar cinco o menos para generar siete o más imágenes para una pasada dada en una dirección dada.

45 50 En una realización preferida por tanto se proporciona un generador de imágenes intermedias como se ha expuesto anteriormente, configurado de manera que son generadas siete o más imágenes en total para cada pasada a partir de cinco o menos detectores. En esta realización preferida, un aparato comprende una serie de no más de cinco detectores lineales, separados lateralmente, un aparato de generación de imágenes configurado para generar una imagen a partir de la salida de cada detector lineal y un aparato de generación de imágenes intermedias configurado para generar al menos una imagen intermedia a partir de cada par adyacente de detectores lineales y adaptado de manera que al menos son generadas siete imágenes en total. En esta realización preferida, el método comprende generar una imagen directa a partir de la salida de cada detector lineal; generar al menos una imagen intermedia a partir de o cada par adyacente de detectores lineales, procesando la salida el o cada par de detectores y generar

una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas de detector; de manera que al menos son generadas siete imágenes directas e intermedias en total.

5 Son generadas imágenes intermedias suficientes para crear al menos siete imágenes en total (esto es, cuando las imágenes directas recogidas a partir de la salida detectada directa de cada detector a imágenes intermedias generadas por interpolación son añadidas). Cuando solo se utilizan dos o tres detectores son creadas imágenes adicionales sintetizando más de una imagen intermedia visualmente separada entre suficientes pares de detectores para dar lugar al número de imágenes requerido. El generador de imágenes intermedias es entonces configurado para generar dos o más imágenes intermedias a partir de al menos un par adyacente que muestra una transición gradual entre las imágenes producidas por cada par adyacente procesando la salida del o de cada uno de dichos pares de detectores y generando imágenes representativas de una transición entre dichas dos salidas detectadas.

10 De este modo, la realización genera al menos siete imágenes para una resolución óptima del efecto de paralaje por un visualizador humano, pero en todos los casos con cinco o menos disposiciones de detector lineal. Es generada suficiente información visual a partir de un aparato simplificado.

15 Se ha observado que la invención, el escaneo en al menos dos direcciones diferentes y preferiblemente corrigiendo los datos de imagen para eliminar la distorsión, puede permitir imágenes a partir de múltiples pasadas sean combinadas, lo que proporciona la capacidad de cambiar el eje del objeto alrededor del cual el objeto es observado. El principio de generación de imágenes intermedias explicado anteriormente con relación a una pasada dada en una dirección dada también se puede emplear para la generación de imágenes intermedias cuando el objeto es girado entre diferentes ejes de generación de imágenes reales.

20 Es decir, una o más imágenes adicionales se pueden generar mediante interpolación de pares de imágenes recogidos a partir de un par de primera y segunda direcciones de pasadas y presentadas sucesivamente cuando el objeto es presentado con una dirección de generación de imágenes girada entre la primera y la segunda direcciones de pasada para crear una transición más suave en la imagen presentada. De este modo, de acuerdo con una realización preferida de la invención, el método adicionalmente comprende generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos un par de posiciones de imagen respectivamente generadas en primer y segunda direcciones de pasada, procesando la salida detectada para cada posición de imagen y generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos dichas salidas detectadas.

25 Se pueden aplicar principios similares a los expuestos anteriormente para generar una imagen intermedia entre dos direcciones de imágenes reales. Por ejemplo, cuando se genera una única imagen intermedia entre un par de imágenes detectadas en dos direcciones de imagen reales, la imagen intermedia preferiblemente extrapola los puntos de imagen en las dos imágenes detectadas. Cuando se proporcionan una pluralidad de imágenes intermedias entre un par de imágenes detectadas éstas están preferiblemente basadas en una extrapolación similar, uniformemente separada.

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

35 Convenientemente, un único generador de imágenes, por ejemplo que comprende un software adecuado, está provisto de una capacidad de generación, aparato de pares de datos para posiciones de generación de imágenes reales, imágenes intermedias para posiciones de imagen virtuales entre pares de ejes de escaneo de la manera anteriormente descrita. El conjunto de datos resultado de las imágenes recogidas y virtuales permite una manipulación más completa del objeto en tres grados de libertad, y aumenta el contenido de información resultante y el valor de cualquier presentación de imagen.

40 El efecto de paralaje se puede complementar de acuerdo con una posible realización de la invención mediante un segundo efecto que ayuda en la resolución de los diferentes objetos, componentes o partes de una imagen presentando información espectroscópica diferencialmente en la imagen (y de este modo presentado información que tenga una relación con la composición diferencialmente).

45 Los detectores centelleantes-semiconductores convencionales de la técnica anterior no proporcionan ninguna información espectroscópica real acerca del espectro de radiación transmitida. Estos sencillos detectores únicamente detectan la presencia, o no, de rayos x transmitidos. Incluso los detectores de energía dobles finalmente funcionan según el mismo principio aunque pueden detectar la presencia, o no, de rayos x dentro de dos bandas distintas del espectro.

50 Sin embargo, de acuerdo con una realización preferida de la invención al menos algunos de los detectores lineales en serie comprenden detectores que pueden generar información resuelta espectroscópicamente acerca de la radiación transmitida a través de al menos parte del espectro de fuente. Esto es, el detector presenta una respuesta espectroscópicamente variable a través de al menos una parte del espectro de fuente que permite que la información espectroscópica sea recuperada y que permite que la información de intensidad sea detectada en una pluralidad de bandas de energía diferenciadas a través de al menos parte de, y preferiblemente la mayor parte de, el espectro de la fuente. La información de intensidad se resuelve en una pluralidad de bandas de energía diferenciadas en el sentido de que es simultáneamente diferenciada en varias bandas de energía separada a través

del espectro de la fuente. El sistema detector es capaz de detectar y recoger información que se puede resolver espectroscópicamente acerca de la radiación incidente en el sentido de que está adaptado para diferenciar radiación incidente simultáneamente y en varias bandas de energía separadas a través del espectro de la fuente.

5 La solución adecuada de la información espectroscópica proporciona dos ventajas. Ofrece directamente el potencial para caracterizar la composición de diferentes componentes u objetos, o parte de la imagen, y distinguiendo entre objetos, componentes o partes de diferente composición, por ejemplo representándolo de forma diferente (tal como en diferentes colores) en la imagen resultante, ayuda a la resolución de diferentes objetos, componentes o partes de la imagen.

10 De acuerdo con la realización preferida, la resolución espectroscópica de la radiación transmitida obtenida a partir de la salida de cada detector lineal se representa en la imagen generada. Por ejemplo, la diferenciación espectroscópica en los datos recogidos está representada en la imagen como un color, sombreado o marcado diferenciados. Por ejemplo, se crea un mapeado funcional entre la información espectroscópica recogida por el detector y el espectro visual, y una presentación de imagen coloreada entregada de acuerdo con esta relación funcional. Alternativamente, un mapeado bandeado se utiliza de manera que el espectro se divide en una pluralidad de bandas, por ejemplo entre cuatro y ocho bandas, y se utilizan diferentes colores para representar cada banda en la imagen presentada. El aparato convenientemente incluye medios de procesamiento de imágenes adecuados para efectuar este mapeado. También, como se ha mencionado anteriormente, las imágenes se pueden presentar o bien como una única banda de energía o bien como combinaciones de bandas de energía.

20 Es necesario que el sistema detector sea capaz de detectar radiación de forma que se pueda resolver espectroscópicamente por el aparato de procesamiento de datos. Preferiblemente, un sistema detector lineal de acuerdo con la invención, o algunos o todos los elementos de detector discretos que forman un sistema de detector de múltiples elementos de acuerdo con la invención, puede retar inherentemente adaptados para producir resolución espectroscópica de manera que presente una respuesta espectroscópica directa. En particular un sistema o elemento está fabricado a partir de un material seleccionado para que inherentemente presente como propiedad de material directa una respuesta eléctrica variable y por ejemplo fotoeléctrica a las diferentes partes del espectro de la fuente. Por ejemplo, el sistema detector o elemento comprende un material semiconductor de amplia separación de banda directa. Por ejemplo el sistema detector o elemento comprende un material o materiales semiconductores, preferiblemente formado como cristal a granel y por ejemplo como un único cristal a granel (en donde el cristal a granel en este contexto indica un espesor de al menos 500  $\mu\text{m}$ , y preferiblemente al menos 1 mm). Los materiales que forman el semiconductor son seleccionados preferiblemente del telururo de calcio, telururo de cadmio cinc (CZT), telururo de cadmio magnesio (CMT), germanio, bromuro de lantano, bromuro de torio. Los semiconductores de grupo II-IV, y especialmente los enumerados, son particularmente preferidos en este sentido. Los materiales que forman el semiconductor son preferiblemente seleccionados del telururo de cadmio, telururo de cadmio cinc (CZT), telururo de cadmio manganeso (CMT) y aleaciones de los mismos, y por ejemplo comprenden  $\text{Cd}_{1-(a+b)}\text{Mn}_a\text{Zn}_b\text{Te}$  en donde  $a + b < 1$  y a y/o b pueden ser cero.

La combinación de estos y cualesquiera otros materiales se puede considerar que proporciona detección espectroscópica en lugar de meramente detección de amplitud de radiación incidente monocromáticamente.

40 La geometría básica que comprende al menos dos detectores de configuración lineal en disposición en serie, y preferiblemente una pluralidad de los mismos, para permitir la generación de múltiples imágenes y para visualizar estas como una secuencia animada es fundamental para que la invención proporcione una capacidad mejorada para interpretar la forma del objeto.

45 Sin embargo, la capacidad de identificación de materiales ampliamente mejorada conferida utilizando detectores lineales espectroscópicos aumenta tanto la capacidad inherente para identificar la composición de objetos como la capacidad de resolver los diferentes objetos en una imagen a través de un cierto número de pasos que podrían ser añadidos y de refuerzo.

50 En particular, por ejemplo los detectores espectroscópicos pueden funcionar en una manera selectiva de energía surgiendo la capacidad de presentar una imagen resuelta en un número significativamente aumentado de bandas de energía comparado con las dos que están disponibles de los detectores de energía dobles estándar de la técnica anterior. Esta información se puede utilizar para proporcionar un grado mucho mayor de identificación del material de lo que es actualmente posible y también, identificando separadamente los objetos de diferentes composiciones dentro de una imagen compuestos, mejorar la capacidad de resolver dichos objetos.

55 Convenientemente, las sucesivas imágenes son presentadas bajo el control del observador, por ejemplo, los medios de control están provistos para hacer posible que un usuario presente sucesivas imágenes bajo control, y por ejemplo a una velocidad elegida y/o en un orden hacia delante o hacia atrás en los medios de presentación de imágenes, de manera que se crea una manipulación efectiva de los terceros apuntes dimensionales desde cada serie de imágenes y desde la presentación de sucesivas series. Por ejemplo, esto permite que el usuario presente sucesivas imágenes a velocidades variables para hacer posible una transición suave para el observador humano entre cada imagen y/o hacer pasar las imágenes en un orden hacia delante o hacia atrás. De acuerdo con el método de la invención, las sucesivas imágenes son de este modo presentadas a velocidades y direcciones de actualización

definibles por el usuario bajo el control de observador para facilitar la interpretación.

5 El aparato de la invención es particularmente adecuado para aplicaciones en las que es preferible tener un objeto bajo ensayo que permanezca estático y trasladar el detector y la fuente para crear el movimiento relativo. El aparato puede comprender de manera conveniente al menos un detector y una fuente, y preferiblemente otros componentes, asociados juntos de forma compacta en unos medios portátiles para el escaneo de objetos in situ en su localización.

10 El aparato y el método de la invención son particularmente adecuados para el escaneo de partes del cuerpo humano o animal para diversos fines, médicos/veterinarios u otros, incluyendo la observación de su funcionamiento interno para el diagnóstico u otros fines y la observación de anomalías o daños. El caso preferido, en el que la configuración de fuente/detector es móvil es particularmente adecuado para el examen de partes del cuerpo dañadas, por ejemplo in situ cuando se ha producido una lesión o localmente en la misma en una localización de baja de campo.

15 En un caso preferido, el método comprende un método para obtener datos de generación de imágenes a partir de una parte del cuerpo humano o animal, para el diagnóstico u otros fines y comprende escanear la parte del cuerpo como un objeto de la manera anteriormente descrita. En un caso preferido particular, el método comprende un métodos de diagnosis de un desorden del cuerpo humano o animal, tal como una lesión traumática, incluyendo la etapa de generar imágenes del cuerpo como se ha mencionado anteriormente, y la etapa adicional de evaluar la imagen para identificar un estado de desorden tal como una lesión traumática. Esto es particularmente aplicable en el caso preferido en el que se utilice un análisis selectivo de energía para generar información acerca de la composición. El aparato está convenientemente adaptado para facilitar tal uso.

20 Los medios de presentación son de manera conveniente una sencilla pantalla de presentación de dos dimensiones, por ejemplo una pantalla de presentación de vídeo convencional (la cual está destinada a englobar cualquier sistema de presentación o proyección directa que utilice cualquier tubo de rayos catódicos, presentación de plasma, presentación de cristal líquido, presentación de cristal líquido o silicio, presentación de diodo de emisión de luz o tecnología similar). Es una particular ventaja que el método se pueda concebir para utilizar con, y el aparato para la invención incorporado en el mismo, las pantallas de presentación estándar de sistemas existentes comprables por ejemplo en los campos de la generación de imágenes de seguridad o médicas.

30 La fuente de radiación preferiblemente comprende una fuente para enviar radiación de alta energía tal como radiación de ionización, por ejemplo radiación electromagnética de alta energía tal como rayos x y/o rayos gamma, o radiación de partículas subatómicas, y el sistema de detección está adaptado correspondientemente para detectar radiación en este espectro. La fuente de radiación por ejemplo es una fuente de banda ancha tal como una fuente de rayos x o de rayos gamma de banda ancha capaz de producir una emisión de amplio espectro en un gran rango de energías.

35 La fuente de radiación es preferiblemente una fuente de rayo de cortina que será familiar para el aparato de escaneo de línea convencional. La fuente puede comprender una única fuente primaria adaptada para generar una serie de rayos como rayos de cortina alineados para ser incidentes en cada detector lineal en la disposición en serie lateralmente separada en una separación angular adecuada, por ejemplo mediante un aparato de división de rayos adecuado. Alternativamente, se pueden proporcionar múltiples fuerzas que generen cada una un rayo tal como un rayo de cortina incidente sobre un detector lineal en la configuración en serie. La fuente puede comprender una combinación de fuente con los principios anteriormente expuestos.

40 Cada detector lineal en las series lateralmente separados es un detector para la detección de la radiación transmitida. Por ejemplo, cada detector está adaptado para generar un impulso eléctrico como respuesta a la radiación transmitida, haciendo posible de este modo que los datos sean recogidos a partir de los cuales se puede construir una imagen cuando un objeto es hecho moverse a través de la zona de escaneo. Cada detector convenientemente presenta una respuesta fotoeléctrica y puede por ejemplo comprender una disposición lineal de células de fotodiodo.

45 La invención se describirá a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la Figura 1 es una representación de una única serie de imágenes generada mediante los principios de la invención;

la Figura 2 ilustra el efecto creado por múltiples series de imágenes generadas por medio de los principios de la figura 1;

la Figura 3 ilustra la distorsión den las imágenes no corregidas;

50 la Figura 4 es una representación esquemática de un sistema de procesamiento y presentación de imágenes con una corrección de relación de aspecto de imagen.

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

En la realización, los detectores de disposición lineal 3a a 3c comprenden material capaz de resolución

5 espectroscópica de rayos x incidentes, y en el ejemplo específico comprende telururo de cadmio aunque los expertos en la técnica apreciarán que pueden ser apropiados otras selecciones de material. Para aprovechar esta resolución espectral, la fuente de rayos x emite rayos x a través de un espectro de energía ancho. En el ejemplo se utiliza una fuente de tungsteno, aunque los expertos en la técnica apreciarán que podrían ser apropiados otros materiales.

Las trayectorias de rayos incidentes 5a a 5c se muestran a través de la zona de escaneo entre la fuente de rayos x 1 y, respectivamente, los detectores 3a a 3c.

10 Un brazo de escaneo adecuado (no mostrado) en el cual están montados la fuente 1 y las disposiciones de detector 3a a 3c hace que la fuente y las disposiciones lineales se muevan juntos con relación a un objeto que va ser escaneado 9 de manera que se hace que el objeto intercepte las trayectorias de rayos 5a a 5c en la zona de escaneo. Una posible aplicación de esta realización de la invención es un escáner de seguridad, y el objeto 9 puede ser considerado típicamente como un recipiente que se espera que contenga una variedad de objetos distintos que podrían ser útiles y deseables para caracterizar composicionalmente y para visualizar de forma efectiva una tercera dimensión. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que se puede aplicar los mismos principios por ejemplo al escaneo de objetos para fines de examen interno, para aplicaciones de escaneo, medida o aplicaciones similares.

15 Las imágenes a a c de la Fig. 1b están generadas mediante la recopilación de la información transmitida desde cada uno de los tres detectores 3a a 3c. Como se ilustra en la Figura 1, éstos generan tres vistas, identificadas respectivamente como izquierda, media y derecha, que representan las imágenes equivalentes desde diferentes trayectorias de rayos (respectivamente 5a a 5c). Estas juntas forman una única secuencia de imágenes. La geometría hará que la secuencia de imágenes gire, y la presentación de las sucesivas imágenes sería posible que sea obtenida el tercer apunte tridimensional a partir del paralaje de movimiento monocular entre ellas.

20 La Fig. 1 ilustra una única dirección de escaneo. Sin embargo, la invención está caracterizada distintivamente por tener múltiples direcciones de escaneo en un ángulo entre sí. Este efecto se ilustra en la figura 2, que muestra una representación de una vista en planta de las secuencias de imágenes producidas para cuatro direcciones de escaneo, todas ellas pasan a través del centro teórico común. En el ejemplo ilustrado, una secuencia de imágenes generada en una dirección teórica "Norte-Sur" proporciona cabeceo, una secuencia de imágenes generada en una dirección teórica "Este-Oeste" proporciona giro, y la rotación alrededor de un eje central proporciona guiñada. De este modo se genera una imagen en la que el efecto de paralaje de movimiento monocular se puede utilizar para generar información más comprensible mediante imágenes secuenciales de animación en las tres dimensiones.

25 Si las imágenes manipuladas son meramente radiografías de imagen de fija generadas a partir de una serie de detectores de disposición lineal a partir de un rayo de cortina generado por una fuente de punto sufrirán un grado de distorsión como resultado del viñeteado. Aunque, como se ha apuntado anteriormente, la imagen no está distorsionada en la dirección de escaneo, la imagen será distorsionada como resultado de la dispersión del rayo en la dirección perpendicular. Si se generan múltiples imágenes a lo largo de múltiples ejes esta distorsión será en múltiples direcciones. Este efecto se ilustra esquemáticamente en la figura 3.

30 La dirección x de la Figura 3 es la dirección del movimiento relativo entre la fuente de rayos x y el objeto. La imagen es generada en el plano 15. La distorsión de imagen es en las direcciones  $y'$  e  $y''$  con la distorsión aumentando con el aumento de la distancia al punto central O.

40 Por consiguiente, de acuerdo con los principios de la invención, cada imagen generada es sometida a una corrección adecuada para llevar la relación de aspecto de nuevo a uno a uno, por ejemplo aplicando un factor de corrección de imagen adecuado en la dirección perpendicular de manera que las dimensiones en la dirección de escaneo y en la dirección perpendicular que son iguales en realidad se mantiene como iguales en la imagen generada.

45 Esto hace la técnica mucho más potente, dado que las imágenes no están ahora distorsionadas en ninguna dirección, y aumenta la comprensión relativa de las diferentes imágenes cuando se utiliza el efecto de paralaje de movimiento monocular totalmente en tres dimensiones.

Un aparato adecuado por medio del cual las imágenes se pueden manipular y presentar se representa esquemáticamente en la figura 4.

50 Haciendo referencia a la figura 4, un módulo de escaneo 2 que monta en relación fija una fuente 1 y una serie de detectores 3a a 3c se utiliza para hacer producir el movimiento relativo de la fuente y los detectores respecto a un objeto (no mostrado) de manera que se hace que el objeto pase a través de la zona de escaneo.

55 Los datos recogidos de las tres disposiciones de detector 3a a 3c y transmitidos a una unidad de recogida y procesamiento de datos 21 que reúne y recopila los datos y produce imágenes individuales características de los datos recogidos desde cada detector. Estos son hechos pasar al registrado de almacenamiento de imágenes 22.

La clava para la interpretación de las imágenes de la manera prevista por la invención radica en la forma en las que

las imágenes son presentadas. Se proporciona una presentación simple 25, que comprende en este ejemplo un apantalla de presentación de video en dos dimensiones. Las imágenes pasan desde el registrador de imágenes 22 para ser presentadas en el mismo sucesiva y secuencialmente. El resultado de esta presentación sucesiva y secuenciosa es que un observador que ve la pantalla 25 es capaz de deducir información de la sucesivas imágenes, y en particular los apuntes de tres dimensiones, por medio del paralaje de movimiento monocular entre ellas.

Si sólo fuese deseable visionar una serie de imágenes recogidas a lo largo de un único eje, una única pantalla sería suficiente. Cada imagen sufriría el problema de la distorsión mencionado anteriormente, pero en el mismo sentido y este no podría quitar valor significativamente a la información que un observador viendo la pantalla 25 sería capaz de obtener. Sin embargo, de acuerdo con la invención, una secuencia sucesiva de imágenes es recogida a lo largo de una pluralidad de ejes en un ángulo entre sí. Cada sucesiva serie tendría una distorsión sistemática en un sentido diferente. Por consiguiente, es preferible, si las imágenes van a ser interpretadas sucesivamente y a su máximo potencial, que cada imagen sea primero sometida a una corrección numérica para eliminar la distorsión atribuible a la dispersión del rayo.

Por consiguiente, el aparato incluye además un módulo de análisis de imagen 23 que comprende unos medios para aplicar una corrección de análisis de imagen adecuada a los datos de imagen recogidos, y en particular preferiblemente comprendiendo unos medios para aplicar un factor de escalado a los datos de imagen en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo de manera que se genera un conjunto de datos de imagen para almacenar en el registrador 22 en el que la relación de aspecto (la relación de longitud aparente en una dirección de escaneo respecto a la longitud aparente perpendicular a una dirección de escaneo es muy próxima a la realidad. Esto elimina sustancialmente la distorsión relativa entre las imágenes en las diferentes direcciones de escaneo, y significa que un observador que visiona la pantalla 25 es más capaz de interpretar la información procedente de las sucesivas imágenes en múltiples direcciones.

La unidad de recogida y procesamiento de datos 21 opcionalmente incluye un módulo de imagen directo y un módulo de imagen intermedia (no separadamente identificado) por ejemplo con forma de software de procesamiento adecuado. El módulo de imagen directo genera un conjunto de datos de imagen que representan el conjunto de datos de información incidente en cada una de las tres disposiciones de detector 3a a 3c. El módulo de imagen intermedia genera conjuntos de datos de imagen virtuales basados en el procesamiento numérico de los conjuntos de datos de información incidentes de cada par de disposiciones de detector 3a a 3c. En la realización ilustrada, el generador de imágenes intermedias está configurado para generar dos o más imágenes intermedias a partir de cada par adyacente que muestran una transición gradual entre las imágenes directas producidas por cada par adyacente mediante el procesamiento de salida del o cada uno de dicho par de detectores y que generan imágenes representativas de una transición entre las dos dichas salidas detectadas.

En una posible realización, se genera una única imagen intermedia para cada par colectivo. De este modo, el registrador de datos 22 almacena cinco imágenes que se puede presentar secuencialmente. En una segunda posible realización, son generadas dos imágenes intermedias virtualmente separadas para cada par colectivo. De este modo, el registrado de datos 22 almacena al menos siete imágenes que se pueden presentar secuencialmente. Se pueden aplicar otras disposiciones y protocolos de imágenes intermedias.

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

Además, el software que genera las imágenes intermedias entre las salidas de detector puede generar imágenes intermedias entre direcciones de escaneo (por ejemplo, haciendo referencia a la figura 2, la posición de imagen NW se puede generar a partir de las imágenes N y W o una imagen NNW se puede generar a partir de imágenes NW y N). Esto da la capacidad de girar y manipular la imagen suavemente con tres grados de libertad en lugar de que la manipulación se limite sólo a las direcciones de escaneo con la necesidad de volver al punto central antes de rastrear una dirección de escaneo diferente. El principio se puede ver análogo a aquel en el que los modelos de ingeniería son manipulados en un CAD y permite que un operador observe el objeto para logra un mejor entendimiento de la estructura del objeto.

Utilizando esta interpolación, por ejemplo, se generarían imágenes intermedias alrededor del círculo exterior de imágenes mostrado en la Figura 2. Podría ser deseable utilizar un mínimo de tres direcciones de escaneo y preferiblemente al menos cuatro, con las imágenes intermedias generadas entre estas direcciones para suavizar la transición entre las imágenes.

La presentación secuencial de imágenes en la pantalla 25 está bajo el control de un usuario mediante los medios de control. Esto permite que un usuario genere secuencias animadas a partir de la sucesión de imágenes almacenadas en el registrador de datos 22, y manipule de forma efectiva la colección de imágenes para obtener terceros apuntes dimensionales significativos a partir de los datos recogidos. Opcionalmente para incrementar más esto, los medios de control 27 incluyen unos medios 29 para controlar el brazo de escaneo para permitir que un usuario manipule la dirección de escaneo dinámicamente.

En la realización ilustrada, son utilizados detectores que son capaces de resolver los rayos x transmitidos espectroscópicamente. Esta información resuelta espectroscópicamente forma parte de los datos que son posteriormente procesados para proporcionar identificación de materiales de los objetos en la imagen.

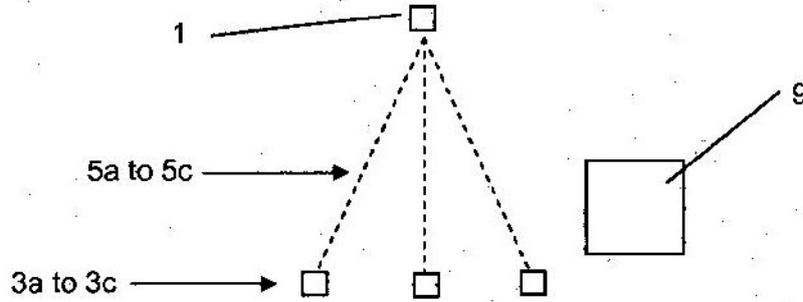
- 5 De acuerdo con la realización ejemplo, tres detectores de disposición lineales se ilustran en serie. Se ha de entender que incluso un par de detectores podría generar un par de imágenes a partir del cual se podría obtener paralaje de movimiento monocular, y que en un sistema práctico, podría ser deseable tener una pluralidad mayor de detectores en serie. Sólo tres detectores son presentados a modo de ilustración. Sin embargo, una serie de imágenes que se puede manipular y animar de forma efectiva se puede obtener a partir de un número relativamente pequeño de detectores lineales en serie, especialmente si se utilizan algoritmos adecuados dentro de los cuales el sistema de
- 10 generación de imágenes para generar imágenes intermedias a partir de los datos recogidos y para corregir los efectos de viñeteado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para generar y presentar una imagen de un objeto, que comprende:
- 5 una fuente de radiación (1) y una serie de al menos dos detectores lineales (3a, 3b, 3c) capaces de detectar la radiación incidente, separados entre sí para definir una zona de escaneo entre los mismos;
- medios para hacer que un objeto (9) se mueva con relación a, y a través de, la zona de escaneo, en uso, en sucesivas pasadas a lo largo de al menos dos direcciones lineales que forman un ángulo entre sí;
- 10 un aparato de generación de imágenes (21) para generar, para cada sucesiva pasada, al menos una primera imagen a partir de la salida de un primer detector lineal, y una segunda imagen a partir de la salida de un segundo detector lineal;
- 15 un generador de imágenes intermedias configurado para generar al menos una tercera imagen a partir de un par adyacente de detectores lineales, procesar la salida de dicho par de detectores y generar una imagen representativa de una salida intermedia entre dichas dos salidas detectadas;
- un aparato de procesamiento de imágenes (21) adaptado para procesar los datos de imagen recogidos a partir de una salida de los detectores lineales, de tal manera que se reduce la distorsión atribuible al rayo que se dispersa en una dirección perpendicular a la dirección de escaneo;
- 20 una presentación de imágenes (25) adaptada para presentar sucesivamente al menos dichas primera, segunda y tercera imágenes y de este modo presentar el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.
- 25 2. Un aparato para generar y presentar una imagen de un objeto que comprende:
- una fuente de radiación (1) y una serie de al menos tres detectores (3a, 3b, 3c) capaces de detectar la radiación incidente, separados entre sí para definir una zona de escaneo entre los mismos;
- 30 medios para hacer que un objeto (9) se mueva con relación a, y a través de, la zona de escaneo, en uso, en sucesivas pasadas a lo largo de al menos dos direcciones lineales que forman un ángulo entre sí;
- un aparato de generación de imágenes (21) para generar, para cada sucesiva pasada, al menos una primera imagen a partir de la salida de un primer detector lineal, una segunda imagen a partir de la salida de un segundo detector lineal, y una tercera imagen a partir de la salida de un tercer detector lineal;
- 35 un aparato de procesamiento de imágenes (21) adaptado para procesar los datos de imagen recogidos de la salida de los detectores lineales de manera que se reduce la distorsión atribuible al rayo que se dispersa en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo;
- 40 una presentación de imágenes (25) adaptada para presentar sucesivamente el menos la primera, segunda y tercera de dichas imágenes y de este modo presentar el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.
- 45 3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además un generador de imágenes intermedias configurado para generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos un par adyacente de detectores lineales, procesar la salida de dicho par de detectores y generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas detectadas.
- 50 4. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el aparato de procesamiento de imágenes incluye un módulo de correlación para aplicar un análisis de imagen numérico a los datos recogidos para compensar la distorsión atribuible a la dispersión del rayo en una dirección perpendicular a la dirección de escaneo.
- 55 5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el aparato de procesamiento de imágenes incluye un módulo de corrección (32) para aplicar un factor de escalado numérico a la posición de los datos recogidos en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo.
- 60 6. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende medios de movimiento para efectuar el movimiento relativo del objeto y la zona de escaneo, cuyos medios de movimiento comprenden un brazo de escaneo que porta una fuente y detectores en relación espacial fija para trasladar el detector y la fuente con relación a un objeto estático para crear una zona de escaneo móvil.
7. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los detectores lineales que forman las series separadas lateralmente (3a, 3b, 3c) son generalmente paralelos.
- 65

8. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos algunos de los detectores lineales comprenden detectores que pueden generar información espectroscópica acerca de la radiación transmitida, el detector presenta una respuesta espectroscópicamente variable directamente a través de al menos una parte sustancial del espectro de fuente, está fabricado a partir de un material semiconductor seleccionado para presentar de forma inherente como propiedad de material directa una respuesta fotoeléctrica variable a las diferentes partes del espectro de fuente, permitiendo que la información espectroscópica sea recuperada.
9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el material semiconductor comprende  $Cd_{1-(a+b)}Mn_aZn_bTe$  en donde  $a + b < 1$  y  $a$  y/o  $b$  pueden ser cero.
10. Un método para obtener una imagen de un objeto que comprende las etapas de:
- proporcionar una fuente de radiación (1) y una serie de al menos dos detectores lineales (3a, 3b, 3c) capaces de detectar la radiación incidente separados entre sí para definir una zona de escaneo entre los mismos;
- hacer que un objeto (9) se mueva con relación a, y a través de, la zona de escaneo en sucesivas pasadas en al menos dos direcciones lineales que forman un ángulo entre sí; y con ello
- generar para cada pasada sucesiva al menos una primera imagen a partir de la salida de un primer detector, al menos una segunda imagen a partir de la salida de un segundo detector; y
- generar al menos una tercera imagen como imagen intermedia a partir de al menos un par adyacente de detectores lineales, procesando la salida de dichos pares de detectores y generando una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos salidas detectadas;
- procesar los datos de imágenes recogidos para cada imagen para reducir la distorsión atribuible a la dispersión del rayo en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo;
- presentar al menos dicha primera, segunda y tercera imágenes sucesivamente y de este modo presentar el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.
11. Un método para obtener una imagen de un objeto, que comprende las etapas de:
- proporcionar una fuente de radiación (1) y una serie de al menos tres detectores lineales (3a, 3b, 3c) capaces de detectar la radiación incidente, separados entre sí, para definir una zona de escaneo entre los mismos;
- hacer que un objeto (9) se mueva con relación a, y a través de, la zona de escaneo en sucesivas pasadas en el menos dos direcciones lineales que forman un ángulo entre sí; y con ello
- generar para cada pasada sucesiva al menos una primera imagen a partir de la salida de un primer detector lineal, al menos una segunda imagen a partir de la salida de un segundo detector lineal, y al menos una tercera imagen a partir de la salida de un tercer detector lineal
- procesar los datos de imagen recogidos para cada imagen para reducir la distorsión atribuible a la dispersión del rayo en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo;
- presentar al menos dicha primera, segunda y tercera imágenes sucesivamente y de este modo presentar el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, que adicionalmente comprende
- generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos un par de posiciones de imagen respectivamente generadas en una primera y segunda direcciones de pasada, procesar la salida detectada para cada una de tales posiciones de imagen y generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos dichas salidas detectadas.
13. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la etapa de procesar los datos de imagen recogidos para cada imagen comprende aplicar un análisis de imagen numérico a los datos recogidos para compensar la distorsión atribuible a la dispersión del rayo en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo.
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el análisis de imagen numérico comprende aplicar un factor de escalado numérico a la posición teórica de los datos recogidos en una dirección perpendicular a una dirección de escaneo.

15. Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 14, en el que las imágenes múltiples procedentes de las múltiples pasadas son combinadas y presentadas sucesivamente de manera que se permite la manipulación del eje del objeto alrededor del cual un objeto está siendo visionado en tres dimensiones.



**Fig. 1a**



Imagen a

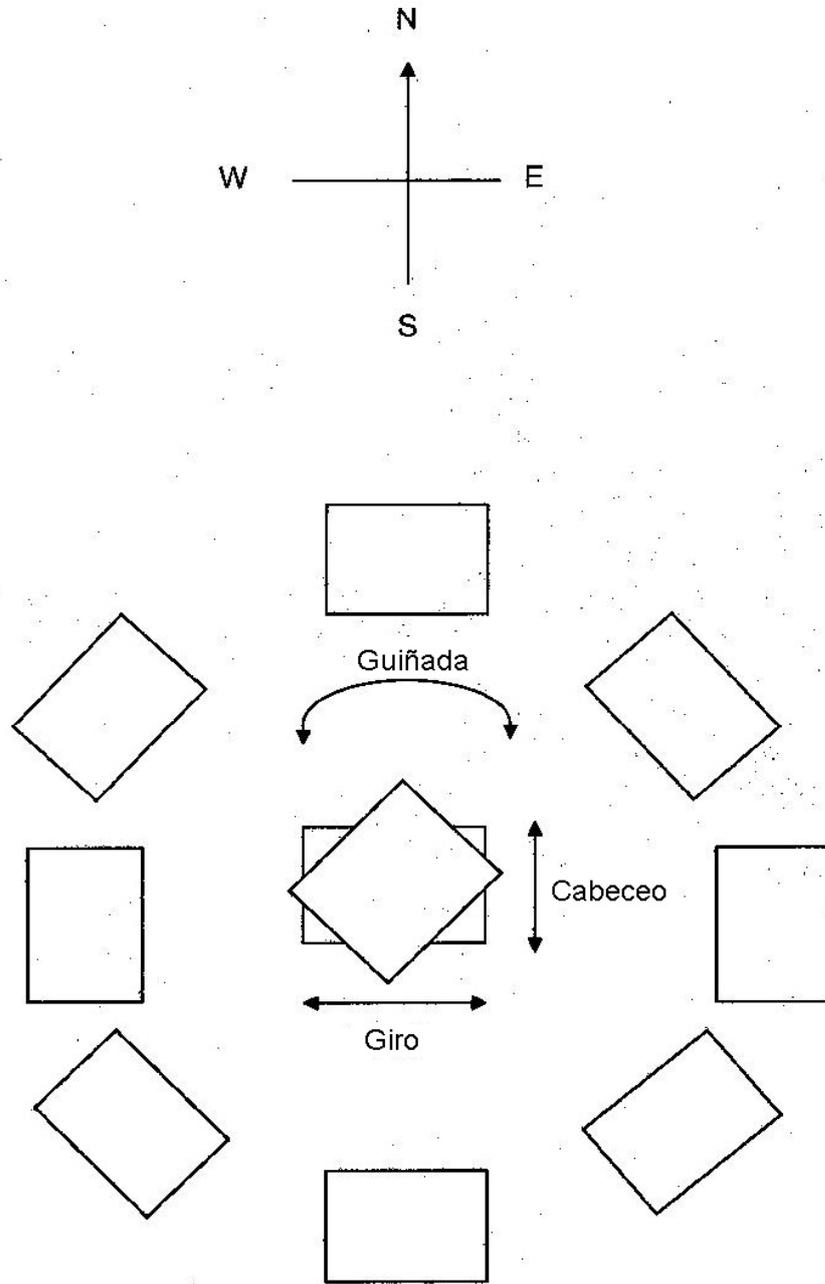


Imagen b

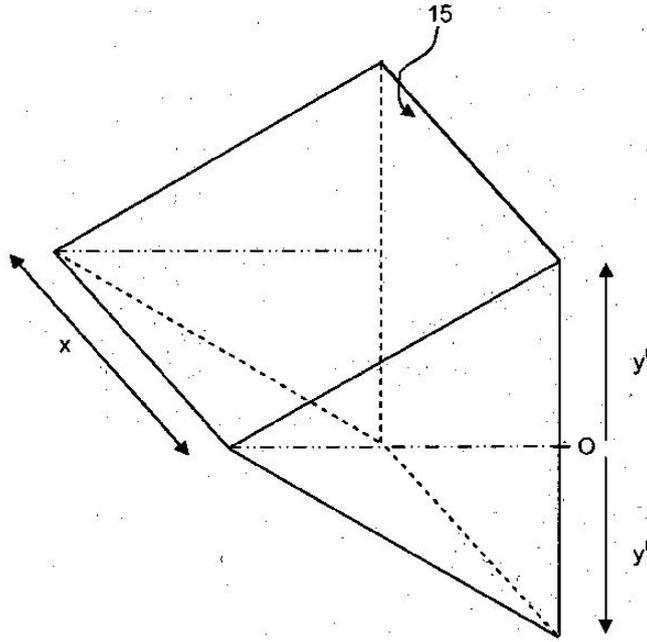


Imagen c

**Fig. 1b**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

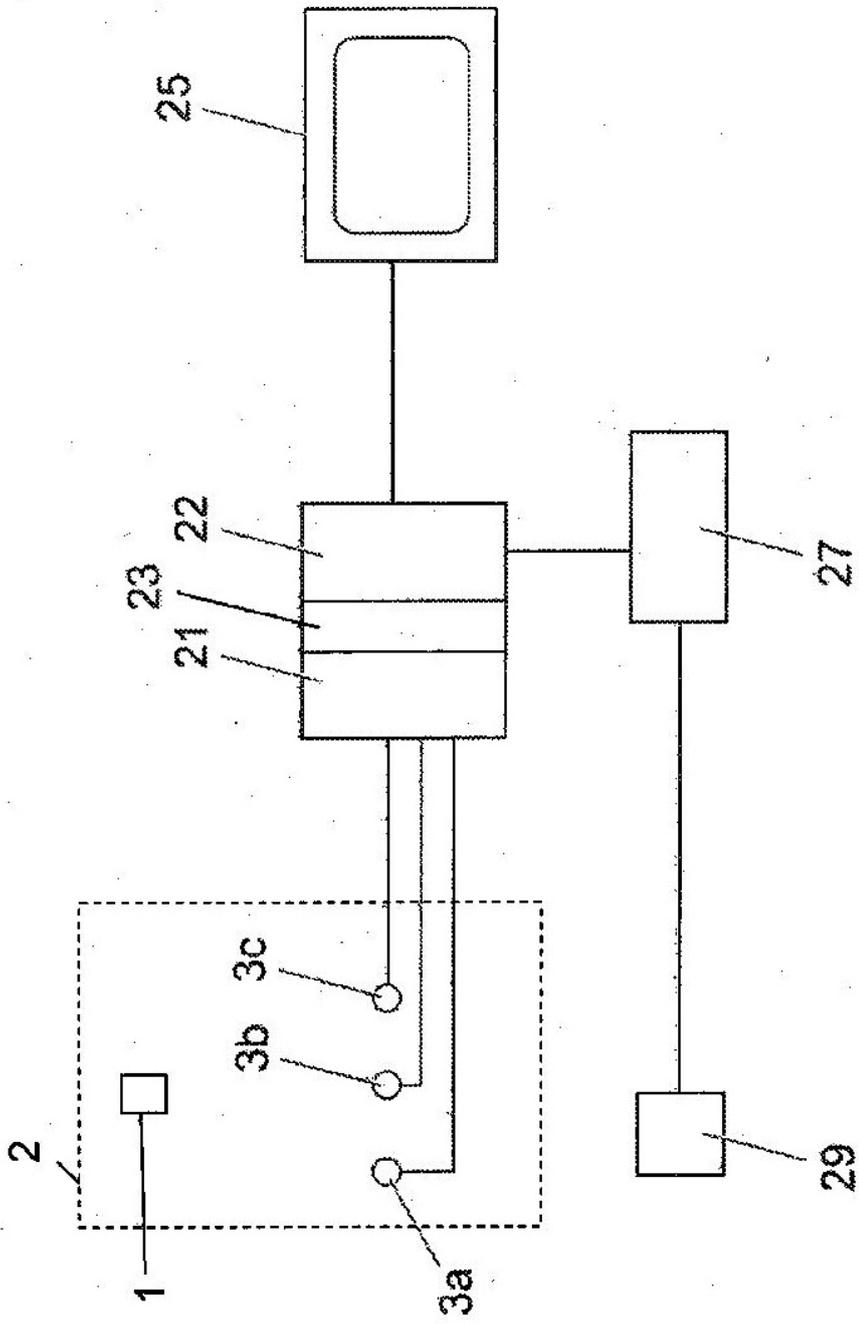


Fig. 4