

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 071**

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 08736863 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2130067**

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

30 Prioridad:

29.03.2007 GB 0706088

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

01.10.2015

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 2 547 071 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

5 Esta invención se refiere a un método y aparato para la detección, la formación de imágenes y, en una realización preferida, la caracterización de material en un espacio tridimensional.

10 La invención se refiere en particular a un aparato y un método que hace uso de radiación de alta energía, tal como rayos X o rayos gamma para escanear objetos en los que se desea obtener información acerca de su contenido interno y/o su composición. La invención en particular se refiere a un aparato y un método que funciona sobre el principio de exploración en línea, en el que se hace que objetos tridimensionales sean obligados a moverse a través de una zona de exploración y se recoge la información de las imágenes. Estos principios se utilizan mucho, por ejemplo, en la industria de la seguridad, para escanear objetos en los que se desea obtener información acerca de su contenido interno, pero podrían también ser empleados en otras áreas, por ejemplo, sin limitación, la obtención de imágenes médicas, la obtención de imágenes con fines de control de calidad o para determinar la integridad de la estructura, o similares.

15 Los aparatos de formación de imágenes que emplean el principio de exploración en línea son bien conocidos. Típicamente, tales aparatos consistirán en una fuente de radiación de alta energía, tal como una fuente de rayos X, y, con fines de ejemplificación, en una posterior discusión en el presente documento se describirán sistemas de rayos X en particular. El haz de la fuente puede ser colimado en una cortina, denominado normalmente un "haz de cortina", y luego es detectado por un detector de matriz lineal que comprende, por ejemplo, una matriz de fotodiodos lineal. La información de la imagen se obtiene haciendo que el objeto de interés se desplace linealmente, por ejemplo en ángulos rectos con respecto al haz y almacenando las exploraciones sucesivas de información de transmisión de rayos X derivada de la matriz lineal de la que puede compilarse un marco de imagen completo.

20 Si el objeto que se está escaneando transmite heterogéneamente la radiación de rayos X, y, por ejemplo, consiste en o contiene múltiples objetos y/o componentes de materiales distintos más pequeños, puede ser posible construir una imagen del objeto, y en casos particulares del contenido o sus componentes. La imagen puede ser entonces presentada en una pantalla de visualización. Esta imagen puede ser útil por ejemplo en relación con las posibles aplicaciones descritas anteriormente. En particular, puede ser útil en la determinación del contenido de un recipiente o de la estructura interna de un objeto o un cuerpo.

25 Aun así, la imagen generada por tal aparato de rayos X es limitada. Como mucho constituye un esquigrama (*shadowgraph*) de dos dimensiones del objeto cuya imagen se está obteniendo. Esto puede hacer que sea difícil de interpretar.

30 La patente europea nº 610084 describe un método para crear una fotografía de modelo sólido "2.5D" para su visualización. Se obtiene un par estereoscópico de imágenes de rayos X usando dos haces de cortina divergentes derivados de una fuente de rayos X. Estos se dividen en rodajas conjugadas y la imagen 2.5D se construye a partir de la información de la rodaja resultante.

35 La imagen resultante no es estrictamente una imagen tridimensional (aunque a menudo se la denomina así) ya que se presenta en una pantalla bidimensional en vez de hacerlo por medio de un aparato estereoscópico completo. Tal representación 2.5D contiene de hecho señales psicológicas a la profundidad tales como la perspectiva lineal, interposición, tonalidad y sombreado en vez de los indicadores fisiológicos de relieve completos conocidos como paralaje binocular o estereoscopia que se requiere para una imagen tridimensional completa.

40 El método del documento EP610084 todavía proporciona al usuario una imagen final que puede ser girada y vista desde diferentes direcciones y que puede dar una información considerable en cuanto al posicionamiento relativo de los diferentes objetos o compuestos. Sin embargo, no da ninguna información en cuanto a la naturaleza de los elementos que han sido localizados.

45 Las patentes del Reino Unido nº 2329817 y 2360685 son ejemplos de métodos y sistemas que pueden usarse para producir pares de imágenes estereoscópicas completas. Al final derivan de los principios establecidos en el documento EP0261984. En particular, están sujetos a la condición establecida en la columna 4 líneas 31 a 48 de ese documento, que impone considerables restricciones en la geometría del detector y del haz de la fuente. Aunque la formación de imágenes estereoscópicas puede ser una técnica relativamente potente, explotando los indicadores fisiológicos completos en relación con la información de profundidad, y por tanto ofreciendo al usuario el potencial del aparato de rayos X para identificar objetos o componentes mucho más fácil y claramente, puede ser compleja en su funcionamiento práctico. Para explotar el efecto estereoscópico, es necesario que el observador reciba de forma simultánea imágenes diferentes en cada ojo. Esto necesitará el uso de un aparato especial. Además, una técnica estereoscópica completa requiere un control preciso del proceso de recolección de imágenes que tenga en cuenta las condiciones identificadas anteriormente. Para que el par estereoscópico sea eficaz, las imágenes respectivas deben ser recogidas con un paralaje que se aproxime mucho al que sería tolerado por los ojos del observador. Por

estas razones, la obtención de imágenes estereoscópicas completas no ha alcanzado una amplia aceptación para las máquinas de escaneo de este tipo.

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

10 En la mayoría de los sistemas prácticos incluso esto se mide indirectamente. En su forma más simple, un detector de matriz lineal típico comprende en combinación un material de centelleo que responde a los rayos X transmitidos, que después se hace que emita una radiación de frecuencia más baja, y, por ejemplo luz en o alrededor de la región visible, en combinación con un detector semiconductor tal como un detector basado en silicio o arseniuro de galio que responde a esta radiación de frecuencia más baja. El detector simplemente recoge información de la amplitud, y no discrimina espectroscópicamente.

15 Sin embargo, se sabe que la información espectroscópica de los rayos X transmitidos podría usarse para dar información adicional acerca del contenido material de los objetos o componentes que se están escaneando. Esto ha conducido al desarrollo de detectores de banda dual, que son capaces de identificar por separado bandas de baja y alta energía a partir del espectro completo de las emisiones de rayos X. Tal sensor de energía dual comprende típicamente un par de sándwich de matrices de fotodiodo semiconductor o similares, junto con una configuración de centelleador que se configura de tal 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 rayos X de cualquier material pueden variar espectroscópicamente, y que la cantidad por la que varían las propiedades de absorción depende del número atómico en particular. Esto es explotado por el detector de energía dual para diferenciar por lo general entre objetos que tienen elementos predominantes de número atómico más bajo y más alto.

25 Cuando se explota como parte de un sistema de identificación de seguridad o de material, se puede hacer la aproximación muy grosera de que los materiales orgánicos tienden a estar en la primera categoría y la mayor parte de los materiales inorgánicos en la última categoría. Sin embargo, incluso tal sistema confiere solamente una información limitada acerca de la composición. La división orgánica/inorgánica es grosera y aproximada, puede ser fácilmente confundida por objetos que se superponen en la trayectoria de los rayos X, y no dará ninguna información concerniente a la naturaleza cristalina o policristalina de un objeto.

30 La patente de EE. UU. nº 5313511 describe un dispositivo de formación de imágenes de rayos X para aumentar la capacidad de reconocer, en las imágenes producidas por rayos X, materiales de bajo número atómico mediante la presentación separada de imágenes derivadas de datos producidos por rayos X para un número atómico más alto y más bajo.

35 Las patentes del Reino Unido nos. 2329817 y 2360685 incorporan detectores de transmisión de energía dual. Aun así, la información sobre la composición dada por la disposición es aún limitada, por ejemplo, en que el efecto de dualidad de energía baja/alta puede dar solamente una aproximación grosera de una separación orgánica/inorgánica y no puede distinguir por sí mismo materiales policristalinos.

40 Por esta razón, las referencias incluyen detectores de dispersión adicionales. Los rayos X son dispersados por los materiales que atraviesan y estas señales dispersadas pueden contener información que puede usarse para identificar los materiales de dispersión. Hay una gran aplicabilidad para estos detectores ya que muchos de los materiales que generan problemas de seguridad, tales como explosivos, fármacos y materiales semiconductores, tienen una estructura policristalina y por consiguiente producen buenas señales de dispersión. Esta técnica de identificación de materiales a partir de la señal dispersada, aunque es posible, no se usa comercialmente en la actualidad ya que los detectores de dispersión extra introducen una mayor complejidad en el sistema y los haces dispersados son débiles y por tanto el rendimiento es limitado.

45 La técnica de rayos X de exploración en línea se utiliza ampliamente en aplicaciones de seguridad, donde la detección y diferenciación de objetos de forma y composición compleja y variada es una característica importante. Una mejor resolución de la forma y localización exactas de tales objetos en el espacio tridimensional sería una mejora considerable sobre las técnicas actuales, especialmente si la composición también pudiese caracterizarse mejor.

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

Es un objeto particular de la presente invención proporcionar un método y un aparato para la exploración en línea de objetos, y especialmente de contenedores de múltiples objetos u objetos que comprenden múltiples componentes, que proporciona información adicional acerca de su forma y/o localización en un espacio de tres dimensiones.

55 Es un objeto particular de la invención proporcionar un método y un aparato que genera una imagen que proporciona información acerca de la forma y/o la localización de objetos en el espacio tridimensional que no

requiere un aparato de visualización especial, sino que se puede presentar de manera efectiva en una pantalla de visualización bidimensional.

5 Por consiguiente, de acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un aparato para generar y presentar una imagen de un objeto que comprende:

una fuente de radiación de alta energía, tal como una fuente de rayos X o de rayos gamma y una serie de al menos dos y no más de cinco detectores de radiación lineales, tales como, según los casos, detectores de rayos X o de rayos gamma espaciados de los mismos para definir una zona de escaneado entre ellos;

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

10 un módulo de generación de imagen directa configurado para generar una imagen a partir de la salida de al menos uno y preferiblemente de cada detector lineal;

15 un módulo de generación de imagen intermedia configurado para generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos uno y preferiblemente cada par adyacente de detectores lineales, procesando la salida del, o de cada dicho par de detectores y generando una imagen representativa de una salida intermedia entre dichas dos salidas del detector;

un aparato de generación de imágenes que comprende dichos módulos que está adaptado de manera tal que se generan en total al menos cinco y preferiblemente al menos seis imágenes;

una presentación de la imagen adaptada para presentar tales imágenes sucesivamente y presentar así el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.

20 Por analogía, de acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para obtener una imagen de un objeto que comprende las etapas de:

25 proporcionar una fuente de radiación de alta energía, tal como una fuente de rayos X o de rayos gamma y una serie de al menos dos y no más de cinco detectores de radiación lineales, tales como, según el caso, detectores de rayos X o de rayos gamma distanciados de la misma para definir una zona de escaneado entre los mismos;

hacer que un objeto se mueva con relación con y a través de la zona de exploración;

generar una imagen directa a partir de la salida de al menos uno y preferiblemente de cada detector lineal;

30 generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos uno y preferiblemente de cada par adyacente de detectores lineales, procesando la salida del o de cada dicho par de detectores y generando una imagen representativa de una salida intermedia entre dichas dos salidas del detector;

de forma que se generen en total al menos cinco y preferiblemente al menos seis imágenes directas e intermedias;

presentar tales imágenes sucesivamente y presentar así el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.

35 Así pues, de acuerdo con el método y el aparato del primer y segundo aspectos de la invención, se generan imágenes sucesivas a medida que se realiza un movimiento relativo entre un objeto y una disposición de fuente/detector. Se proporcionan medios adecuados para efectuar el movimiento relativo del objeto y de la zona de escaneo, que comprende por ejemplo un manejador de objetos. Con frecuencia puede ser conveniente que un objeto se mueva, por ejemplo mediante un manejador de objetos o transportador adecuado, a través de una zona de escaneo estática, pero se apreciará que también es válido que el objeto permanezca estático y trasladar el detector
40 y la fuente para crear el movimiento relativo.

45 Al menos cinco y preferiblemente al menos seis imágenes (directas e intermedias) son generadas a partir de al menos un par espaciado de detectores lineales de rayos X u otra radiación que reflejan sucesivamente el movimiento de un objeto con respecto a una zona de escaneo. Sin embargo, aunque se genera una pluralidad de imágenes, las imágenes no son simplemente recogidas y presentadas como imágenes emparejadas con la intención de proporcionar un efecto estereoscópico. Más bien la invención explota el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes sucesivas.

Este paralaje puede dar algunas indicaciones fisiológicas efectivas en relación con objetos localizados 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. Sin embargo, tiene varias ventajas de simplicidad sobre un sistema estereoscópico completo.

5 En particular, las imágenes se presentan sucesivamente como imágenes bidimensionales individuales, y no requieren ningún aparato especial. El sistema explota un paralaje monocular. No es necesario generar de forma simultánea diferentes imágenes para cada ojo del usuario como sería el caso para la visión estereoscópica. No se requiere un aparato binocular ni otro aparato de visión estereoscópica complejo. Es suficiente una simple presentación monocular. Además, el control relativamente estricto de la producción de imágenes que es necesario para explotar el paralaje binocular efectivamente no es válido. Por ejemplo, para un par de imágenes de paralaje 10 binocular efectivo, las imágenes necesitan ser generadas de tal manera que el paralaje entre ellas coincida estrechamente con la que puede ser tolerada por un observador humano. En cambio, puede ser producida una ilusión de paralaje monocular efectivo de movimiento en tres dimensiones por una gama de imágenes sucesivas mucho mayor. No es necesario cumplir con las condiciones estrechas para la geometría del haz que se aplican a la formación de imagen estereoscópica en la técnica anterior como se indica numéricamente como se señaló 15 anteriormente en el documento EP0261984. La técnica es por tanto potencialmente mucho más robusta en la práctica.

El método y el sistema de acuerdo con el primero y el segundo aspectos de la invención son por tanto potencialmente más simples en muchas circunstancias prácticas que un método y un aparato binocular, y, 20 significativamente, la invención tiende a prestarse más estrechamente a la aplicación con modificaciones limitadas a los aparatos y técnicas existentes. Por ejemplo en el campo de la seguridad, en donde se utiliza ampliamente la exploración en línea de rayos X que utiliza matrices lineales de detectores de rayos X, las imágenes producidas de acuerdo con el método de la invención pueden ser presentadas en una pantalla de visualización de vídeo bidimensional y puede obtenerse información a partir este tipo de imágenes por un usuario sentado ante tal pantalla de una manera esencialmente convencional.

25 El efecto de paralaje monocular está presente en teoría en solamente un par de imágenes, y pueden obtenerse indicadores visuales en una tercera dimensión que permiten que un usuario resuelva objetos y, en particular, contenidos y/o componentes individuales de los mismos, que son escaneados a partir de tal simple par de imágenes. Sin embargo, el efecto se potencia, y en particular se puede obtener una impresión más eficaz de movimiento en tres dimensiones si se genera y se presenta una serie de al menos cinco y preferiblemente al menos 30 seis imágenes sucesivas. De acuerdo con la invención, se generan al menos cinco y preferiblemente al menos seis imágenes.

Hay dos maneras en las que se pueden generar imágenes adicionales. En primer lugar, se puede proporcionar una serie espaciada lateralmente de más de dos detectores lineales de rayos X o de otra radiación, por ejemplo al 35 menos tres detectores. La salida de cada uno de tales detectores puede entonces usarse individualmente para generar una imagen representativa de los datos recogidos en el detector. Sin embargo, no es necesariamente deseable un gran número de detectores lineales y puede requerir un aparato más complejo.

De acuerdo con la invención, por consiguiente, se generan más imágenes por interpolación de pares de imágenes recogidas a partir de detectores lineales adyacentes. Así, de acuerdo con la invención, el método comprende 40 generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos uno y preferiblemente una diversidad de por ejemplo cada par adyacente de detectores lineales, procesando la salida del o de cada uno de dicho par de detectores y generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos dichas salidas detectadas. El aparato de la invención incluye un generador de imágenes intermedias que comprende un medio que tiene esta funcionalidad.

Se generan imágenes intermedias suficientes para crear al menos cinco y preferiblemente al menos seis imágenes 45 en total (esto es, cuando se suman las imágenes directas recogidas de la salida directa detectada de cada detector y las imágenes intermedias generadas por interpolación) de no más de cinco detectores, y preferiblemente de tal manera que, en todo caso se generan más imágenes que detectores hay. Cuando se utilizan sólo dos o tres detectores se crean imágenes adicionales sintetizando más de una imagen intermedia espaciada virtualmente entre el par suficiente de detectores para dar como resultado el número requerido de imágenes. El generador de imagen intermedia se configura entonces para generar dos o más imágenes intermedias a partir de al menos un par 50 adyacente que muestran una transición gradual entre las imágenes producidas por cada par adyacente procesando la salida del o de cada uno de dicho par de detectores y generando imágenes representativas de una transición entre las dos dichas salidas detectadas.

Así pues, un aparato de la invención genera al menos cinco y preferiblemente al menos seis imágenes, lo que se considera como un mínimo efectivo para la resolución óptima del efecto de paralaje por un observador humano, pero 55 en todos los casos con menos de seis matrices de detectores lineales y preferiblemente en todos los casos que producen más imágenes que matrices de detectores hay. Se genera suficiente información visual a partir de un aparato simplificado.

Cuando se genera una sola imagen intermedia entre un par adyacente de imágenes detectadas, la imagen intermedia extrapola preferiblemente puntos de imagen en la imagen intermedia a un punto medio entre puntos de

5 imagen equivalentes en las dos imágenes detectadas. Cuando se proporciona una pluralidad de imágenes intermedias entre un par de imágenes detectadas estas se basan preferentemente en una extrapolación similar, espaciada uniformemente. Más preferiblemente, el espaciado relativo de los detectores y la configuración de la generación de la imagen intermedia es tal que todas las imágenes se generan con aproximadamente el mismo espaciado de movimiento relativo. Por ejemplo los detectores están espaciados uniformemente y se genera el mismo número de imágenes intermedias entre cada par de una matriz plural.

10 De acuerdo con lo anterior, tanto el planteamiento directo como el indirecto se utilizan para generar una serie de imágenes de un objeto en una zona de exploración en lo que equivale, en efecto, a diferentes posiciones. En el primer planteamiento, una diversidad de detectores espaciados produce una correspondiente diversidad de imágenes directas. En el segundo planteamiento, los datos reales de detectores lineales adyacentes se utilizan para generar un intermedio de imagen indirecta a las imágenes directas, y por ello representativa de una posición del objeto intermedio.

15 Ambos métodos se utilizan para generar una serie de imágenes sucesivas a partir de la cual, mediante el paralaje del movimiento monocular entre cada par de imágenes sucesivas, se puede obtener información acerca de 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 de tipo animación efectivo en tres dimensiones por un usuario que observa una pantalla bidimensional simple.

20 De acuerdo con la invención, se generan al menos cinco y preferiblemente al menos seis imágenes pero, como resultado del uso del método de interpolación para generar al menos una imagen indirecta a partir de la salida de cada par de detectores, se requieren cinco detectores o menos.

25 Cuando se proporciona una serie plural de detectores lineales espaciados lateralmente, preferiblemente el espacio entre ellos es generalmente constante, por ejemplo, por cuanto cada par de detectores lineales adyacentes en la serie está espaciado lateralmente de forma sustancialmente igual y/o a un espaciado angular sustancialmente igual relativo a los rayos X u otra fuente de radiación.

Los detectores lineales de rayos X u otra radiación que constituyen la serie espaciada lateralmente 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 simple o plegada convencional.

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

35 Preferiblemente, el aparato comprende medios de alineación para permitir una alineación precisa de cada detector lineal como se describió anteriormente.

40 Preferiblemente, el aparato comprende medios para suministrar varios haces, preferiblemente de una única fuente de radiación. Por ejemplo se dirige un haz en cada detector lineal. Preferiblemente, los medios para suministrar haces plurales permiten que un usuario seleccione cualquiera de dos a cinco haces según el caso. Convenientemente, el aparato comprende un colimador adaptado para permitir que el usuario seleccione de dos a cinco haces de una única fuente de radiación.

45 Convenientemente, las imágenes sucesivas se presentan bajo el control del observador, por ejemplo, por cuanto que se proporcionan medios de control para permitir que el usuario muestre 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 presentación de imágenes, de forma que se crea una manipulación efectiva de señales tridimensionales a partir de la serie de imágenes. Por ejemplo, esto permite que el usuario presente imágenes sucesivas a velocidades variables con el fin de permitir una transición suave al observador humano entre cada imagen y/o hacer pasar las imágenes en un orden hacia delante y hacia atrás. De acuerdo con el método de la invención, las imágenes sucesivas se muestran de este modo a frecuencias de actualización y direcciones definibles por el usuario bajo control del observador para facilitar la interpretación.

50 El medio de presentación es convenientemente una simple pantalla de visualización tridimensional, por ejemplo una pantalla de visualización de vídeo convencional (término en el que se pretende que esté comprendido cualquier presentación directa o sistema de proyección que explota cualquier tubo de rayos catódicos, pantalla de plasma, pantalla de cristal líquido, pantalla de cristal líquido sobre silicio, pantalla de diodo emisor de luz o tecnología similar). Es una ventaja particular que el método pueda ser considerado para el uso con, y el aparato de la invención incorporado en, las pantallas de visualización estándar de sistemas existentes comparables por ejemplo en los campos de la seguridad y de la obtención de imágenes médicas.

5 La fuente de rayos X u otra fuente de radiación es preferiblemente, en particular, una fuente de haz de cortina como será familiar por los aparatos de exploración en línea convencionales. La fuente puede comprender una única fuente primaria adaptada para generar una serie de haces, tales como haces de cortina alineados para que sean incidentes sobre cada detector lineal en la matriz de serie espaciada lateralmente a una separación angular adecuada, por ejemplo, por un aparato de división de haz adecuado. Alternativamente se pueden proporcionar múltiples fuentes que generan cada una un haz, tal como un haz de cortina incidente sobre un detector lineal en la matriz de serie. La fuente puede comprender una fuente que combina ambos principios precedentes.

10 Cada detector lineal en la serie espaciada lateralmente es un detector para la detección de los rayos X transmitidos o de otra radiación. Por ejemplo, cada detector está adaptado para generar un impulso eléctrico en respuesta a los rayos X transmitidos u otra radiación, permitiendo así recoger datos a partir de los cuales puede construirse una imagen a medida que se hace que un objeto se mueva a través de la zona de escaneo. Cada detector muestra convenientemente una respuesta fotoeléctrica y puede comprender por ejemplo una matriz lineal de células de fotodiodos. El detector/célula puede comprender un material directa e inherentemente capaz de generar tal respuesta eléctrica a los rayos X u otra radiación incidente, o puede comprender una combinación de materiales para generar tal respuesta eléctrica indirectamente, que comprende por ejemplo una capa de centelleo que genera radiación electromagnética de frecuencia más baja en respuesta a los rayos X u otra radiación incidente, y un material que genera una señal eléctrica en respuesta a dicha radiación electromagnética incidente de frecuencia más baja.

20 Un detector lineal simple convencional es de este último tipo. Se utiliza una capa en sándwich que comprende un material de centelleo, que genera fotones generalmente en o en las proximidades de la región visible a partir de los rayos X incidentes, y una capa de semiconductor, basada típicamente en arseniuro de litio o galio, que genera una señal eléctrica a través de un efecto fotoeléctrico a partir de la luz visible incidente. Así pues, los materiales del detector juntos generan un impulso eléctrico representativo de los rayos X transmitidos incidentes sobre el sándwich, y a partir de los cuales se puede construir una imagen como se describió anteriormente.

30 Se pueden utilizar imágenes sucesivas, incluso utilizando un simple detector de este tipo, de acuerdo con el método o el aparato de la invención, para generar señales tridimensionales potencialmente significativas que pueden mejorar significativamente la resolución por el usuario de las imágenes resultantes, y, en particular, mejorar la información que puede obtenerse en relación con objetos múltiples, o con un objeto que tiene un contenido o componentes múltiples. Sin embargo, no se da información composicional.

35 En una realización alternativa, al menos algunos de los detectores lineales comprenden detectores de energía dual. Este término se utiliza en el presente texto para referirse a los detectores que pueden diferenciar entre los rayos X de baja y de alta energía. La parte de transmisión de rayos X de energía dual del detector compuesto podría basarse en materiales de centelleo y fotodiodos, por ejemplo comprendiendo una estructura de sándwich de materiales de centelleo y semiconductores como los descritos anteriormente, o podría basarse en centelleadores junto con fibras ópticas. En cada caso el espectro de rayos X emitido se filtra en regiones de alta y de baja energía, y proporciona así alguna información composicional basada en el número atómico (que en una aproximación grosera puede diferenciar hasta cierto punto entre materiales orgánicos e inorgánicos).

40 Si cada imagen de rayos X obtenida es detectada por un sensor de energía dual a medida que el objeto que se examina se mueve a través de la zona de exploración, el sensor de energía dual proporciona información acerca de la naturaleza del objeto. Esto puede ayudar además, en combinación con las tres señales dimensionales que son proporcionadas por el paralaje de movimiento monocular entre imágenes sucesivas, para ayudar en la resolución de varios objetos o componentes, en particular los que se superponen en una imagen bidimensional individual.

45 Sin embargo, debe hacerse énfasis en que los detectores de centelleador-semiconductor convencionales no dan ninguna información espectroscópica real acerca del espectro de los rayos X transmitidos. Estos detectores simples se limitan a detectar la presencia o no de los rayos X transmitidos. Incluso los detectores de energía dual funcionan en definitiva sobre el mismo principio, aunque detectan la presencia o no de rayos X dentro de dos bandas distintas del espectro.

50 De acuerdo con una forma de realización particularmente preferida del aparato de la invención, por tanto, al menos algunos de los detectores lineales en la serie comprenden detectores que pueden generar información espectroscópica acerca de los rayos X transmitidos, u otra radiación. Es decir, el detector muestra una respuesta espectroscópicamente variable a través de al menos una parte sustancial del espectro de rayos X o de otra fuente de radiación que permite recuperar la información espectroscópica.

55 La apropiada resolución de la información espectroscópica confiere dos ventajas. Ofrece el potencial de caracterizar directamente la composición de los diferentes componentes u objetos, o partes de la imagen, y mediante la distinción entre objetos, componentes o partes de diferente composición, por ejemplo representándolos de manera diferente (tal como en distintos colores) en la imagen resultante, ayuda a la resolución de diferentes objetos, componentes o partes de la imagen.

En correspondencia de acuerdo con una realización preferida del método, los datos de transmisión recogidos se resuelven espectroscópicamente.

5 De acuerdo con esta realización preferida, la resolución espectroscópica de los rayos X transmitidos, u otra radiación, obtenida a partir de la salida de cada uno de tales detectores lineales está representada en la imagen generada. Por ejemplo, la diferenciación espectroscópica en los datos recogidos se representa en la imagen como color diferenciado, sombreado o marcado. Por ejemplo, se crea un mapeo funcional entre la información espectroscópica recogida por el detector y el espectro visual, y una presentación de una imagen coloreada derivada de acuerdo con esta relación funcional. Alternativamente, se utiliza un mapeo de bandas en que el espectro se divide en una pluralidad de bandas, por ejemplo entre cuatro y ocho bandas, y se usan diferentes colores para representar cada una de tales bandas en la imagen representada. El aparato incluye convenientemente medios de procesamiento de imágenes adecuados para efectuar este mapeo.

15 Es necesario que el sistema detector esté habilitado para detectar la radiación de una manera que sea resoluble espectroscópicamente por el aparato de procesamiento de datos. Preferiblemente, un sistema de detector lineal de acuerdo con la invención, o algunos o todos los elementos detectores discretos que constituyen un sistema detector multielementos de acuerdo con la invención, puede ser inherentemente adaptado para producir resolución espectroscópica por cuanto muestra una respuesta espectroscópica directa. En particular, se fabrica un sistema o elemento a partir de un material seleccionado para mostrar inherentemente como una propiedad material directa una respuesta eléctrica variable y por ejemplo fotoeléctrica a diferentes partes del espectro fuente. Por ejemplo, el sistema o elemento detector comprende un material semiconductor de brecha energética directa ancha. Por ejemplo, el sistema o elemento detector comprende un material semiconductor o materiales preferiblemente formados como un cristal grueso, y, por ejemplo como un cristal grueso individual (donde cristal grueso en este contexto indica un espesor de al menos 500 μm , y preferiblemente de al menos 1 mm). Los materiales que constituyen el semiconductor se seleccionan preferiblemente entre telururo de cadmio, telururo de cadmio y zinc (CZT), telururo de cadmio y manganeso (CMT), germanio, bromuro de lantano, bromuro de torio. Los semiconductores del grupo II-VI, y especialmente los listados, son particularmente preferidos en este sentido. Los materiales que constituyen el semiconductor se eligen preferiblemente entre telururo de cadmio, telururo de cadmio y zinc (CZT), telururo de cadmio y 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 donde a y/o b pueden ser cero.

30 Puede considerarse que la combinación de estos y otro cualquiera de tales materiales da detección espectroscópica en vez de simplemente detectar la amplitud de la radiación transmitida.

El uso de detectores de matriz lineal que confieren información espectroscópica completa es particularmente preferido ya que, además de las ventajas inherentes de dar información composicional de la espectroscopia, tal capacidad para identificar materiales funcionará de forma cooperativa con la capacidad de obtener señales tridimensionales a través del paralaje de movimiento monocular para ayudar más en la resolución de objetos múltiples, componentes o elementos de imagen en la tercera dimensión.

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

Sin embargo, la capacidad de identificación de materiales grandemente mejorada conferida usando detectores lineales espectroscópicos mejora tanto la capacidad inherente para identificar la composición de objetos como la resolubilidad de diferentes objetos en una imagen a través de un número de etapas que podrían ser aditivas y reforzantes.

45 En particular por ejemplo los detectores espectroscópicos pueden funcionar de una manera selectiva de energía, dando lugar a la capacidad de presentar una imagen resuelta en un número de bandas de energía de rayos X u otras bandas de radiación aumentado significativamente en comparación con los dos que están disponibles a partir de los detectores de energía dual de la técnica anterior estándar. Esta información puede usarse para proporcionar un grado de identificación de materiales mucho mayor que el que es posible actualmente, y también, identificando por separado objetos de diferentes composiciones dentro de una imagen compuesta, para mejorar la resolución de tales objetos.

55 Como efecto adicional, la forma en que se dispone la geometría con múltiples detectores lineales puestos en serie a través de la zona de exploración significa que cada una de las trayectorias de los rayos vista por un detector individual es diferente. También ahora los detectores espectroscópicos podrán conseguir mucha más información a través de estas trayectorias diferentes. Puede observarse alguna similitud con la técnica de trayectoria del rayo múltiple utilizada en la tecnología CT estándar.

Combinando los efectos de los dos aspectos anteriores de resolución espectroscópica utilizando algoritmos apropiados puede conseguirse una interpretación mucho más precisa del tipo de material que está siendo escaneado.

5 En su modo primario de operación una serie espaciada lateralmente de detectores de matriz lineal se configura para recibir múltiples haces de la fuente que puede ser por ejemplo desde una fuente única de rayos X u otra fuente de radiación. En una realización particular de este modo de operación, se pueden usar una o más fuentes para generar una serie de haces incidentes y por ejemplo haces de cortina en ángulos relativos apropiadas para la distribución de los detectores lineales separados. En este modo de operación, el método y aparato de la invención pueden explotar las ventajas precedentes.

10 La geometría admite también un modo alternativo de funcionamiento. De acuerdo con este modo de funcionamiento alternativo se genera un único haz de cortina primario, se dirige por ejemplo generalmente hacia un punto medio de la serie espaciada lateralmente de detectores de matriz lineal, y en particular en la dirección de un detector lineal en o aproximadamente el punto medio de la serie. El aparato de la invención incluye preferiblemente un colimador adecuado para colimar la salida de la fuente de rayos X u otra fuente de radiación para producir tal haz primario.

15 Con un objeto en su sitio, este haz primario único se dirige hacia un detector lineal central dentro de la serie de detectores. En estas circunstancias, este detector detecta los rayos X transmitidos, pero los otros detectores podrían estar sólo detectando haces secundarios difractados. Sometidas a una calibración apropiada, las señales que apareciesen en los detectores secundarios darían información adicional relativa a los rayos X dispersados. Se sabe que la dispersión es característica de los materiales policristalinos, cuya estructura es relevante en relación con muchos de los materiales explosivos y similares a los que un aparato detector de seguridad podría ser dirigido a identificar. Por consiguiente, en este modo de operación, se ofrece una mejora significativa de la detectabilidad de dichos artículos. Esto se logra sin necesidad de detectores de dispersión secundarios, sino más bien mediante el procesamiento adecuado de los datos procedentes del modo secundario de funcionamiento.

20 En una realización preferida particular, ambos modos de funcionamiento se pueden aplicar secuencialmente o sucesivamente muy próximos o simultáneamente eficazmente para recoger el máximo de información. Es decir, las imágenes pueden ser construidas usando un haz primario único dirigido a través de la zona de exploración completa creada por los detectores lineales en la serie, y, posteriormente, o sucesivamente muy próximos o simultáneamente efectivamente un haz colimado primario único puede ser dirigido a un detector lineal individual, tal como un detector lineal localizado generalmente en el centro en la serie, y la información de dispersión se recoge de los otros detectores.

25 Es una ventaja particular de la realización preferida en la que se usan detectores que son capaces de resolver la información espectroscópicamente, que los datos recogidos por estos dos métodos pueden resolverse con más facilidad para dar una mejora sustancial a la información composicional obtenible por el funcionamiento del sistema.

30 Para el funcionamiento del método de la invención, es necesario provocar el movimiento relativo entre un objeto que ha de ser explorado y el aparato de forma que se hace que el objeto que va a explorar se mueva en relación a y a través de la zona de exploración. En la práctica, para la mayoría de los propósitos prácticos, un objeto se mueve en relación con una zona fija de exploración. Por ejemplo, el aparato de la invención incluye un medio de transporte de objetos para transportar un objeto que ha de ser escaneado a través de una zona de exploración. El medio de transporte de objetos puede comprender por ejemplo un transportador plano, que transporta preferiblemente un objeto en un plano paralelo a un plano en el que está dispuesta la serie de detectores de matriz lineal. Por ejemplo, el transportador es un transportador de cinta sin fin o similar. Sin embargo, también es válido mantener estático el objeto y trasladar el detector y la fuente para crear el movimiento relativo.

35 La fuente ha de producir una distribución de energías. Preferiblemente la fuente es una fuente de rayos X. El tungsteno es el objetivo más apropiado, pero podrían ser utilizados otros. Pueden usarse fuentes múltiples para producir la distribución de energías deseada.

Pueden combinarse una o más de estas características de la invención con el fin de proporcionar información mejorada para un operador, y la realización específica que se discute más adelante muestra tales combinaciones.

La invención se describirá ahora a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

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

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

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

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

5 En referencia a la figura 1, una fuente de rayos X adecuada 1 se utiliza para dirigir los rayos X a través de una zona de exploración en la dirección de tres detectores de matriz lineal 3a a 3c.

10 En la realización, los detectores de matriz lineal 3a a 3c comprenden material capaz de la resolución espectroscópica de los rayos X incidentes, y en el ejemplo específico comprenden telururo de cadmio aunque el profesional experto apreciará que pueden ser apropiadas otras elecciones de materiales. Para explotar esta resolución espectral, la fuente de rayos X emite rayos X a través de un amplio espectro de energía. En el ejemplo se usa una fuente de tungsteno, aunque un profesional experto apreciará que podrían ser apropiados otros materiales.

Se muestran rutas de rayos incidentes 5a a 5c a través de la zona de exploración entre la fuente de rayos X 1 y, respectivamente, los detectores 3a a 3c.

15 Un transportador de cinta sin fin 7 hace que un objeto que se ha de escanear 9 se mueva en una dirección d de forma que intercepte las trayectorias de los rayos 5a a 5c en la zona de escaneo. La aplicación prevista de esta realización de la invención es como un escáner de seguridad, y puede considerarse típicamente que un objeto 9 es un recipiente que se espera que contenga una diversidad de objetos distintos que sería útil y deseable caracterizar composicionalmente y ver efectivamente en una tercera dimensión. Sin embargo, el experto en la técnica apreciaría fácilmente que se pueden aplicar los mismos principios por ejemplo para la exploración de objetos para fines de examen interno, para la exploración médica, y para aplicaciones similares.

20 Las imágenes se generan construyendo la información transmitida a partir de cada uno de los tres detectores 3a a 3c. El sistema de procesamiento de imágenes se representa esquemáticamente en la figura 4.

25 Haciendo referencia a la figura 4, a medida que un objeto pasa a través de la zona de exploración se recogen datos de las tres matrices de detectores 3a a 3c y se transmiten a una unidad de recogida y procesamiento de datos 21 que reúne y confronta los datos y produce por tanto imágenes individuales características de los datos recogidos de cada detector. Estos se pasan a un registro de almacenamiento de imagen 22.

30 La unidad de recogida y procesamiento de datos 21 incluye un módulo de imagen directo y un módulo de imagen intermedio (no identificado por separado), por ejemplo en 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 matrices de detectores 3a a 3c. El módulo de imagen intermedio genera conjuntos de datos de imágenes virtuales basados en el procesamiento numérico de los conjuntos de datos de información incidentes de cada par adyacente de matrices de detectores 3a a 3c. En la realización ilustrada el generador de imagen intermedio 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 procesando la salida del o de cada dicho par de detectores y generando imágenes representativas de una transición entre las dos de dichas salidas detectadas.

35 La clave para la interpretación de las imágenes de la forma prevista por la invención estriba en la forma en que se presentan las imágenes. Se proporciona una simple pantalla 25, que comprende en este ejemplo una pantalla de vídeo bidimensional. Las imágenes se pasan desde el registro de imagen 22 para ser presentadas en la misma sucesiva y secuencialmente. El resultado de esta presentación secuencial sucesiva es que un observador que ve la pantalla 25 es capaz de obtener información de las imágenes sucesivas, y, en particular señales tridimensionales, por medio del paralaje de movimiento monocular entre ellas.

40 Una característica particular de esto viene ilustrada por la figura 2. A medida que un objeto 9 pasa a través de trayectorias de los rayos incidentes 5a a 5c (véase la figura 2a) se generan tres imágenes en las que el objeto se orienta de forma diferente en relación con la fuente de rayos X 1. La presentación sucesiva de estas imágenes hará que el objeto parezca girar alrededor como se ilustra en la figura 2b.

45 Puede considerarse que esta capacidad en efecto para obtener una vista del objeto que es en efecto rotable en una tercera dimensión es análoga a los beneficios visuales que se observan en una imagen CT hecha volumen. La capacidad para ver objetos en pseudo 3D ayuda al observador humano a hacer suposiciones correctas acerca del objeto que está ante la vista. La imagen generada de acuerdo con la presente invención ofrece estos beneficios como resultado de las múltiples trayectorias de los rayos proporcionadas por el aparato, pero con una geometría menos compleja que las máquinas CT típicas, y por ejemplo puede ser implementada fácilmente en un transportador lineal simple tal como se usa en sistemas de exploración de seguridad.

50 La figura 2 ilustra imágenes recogidas directamente solamente para una mayor claridad. Como la realización tiene tres detectores, pueden generarse tres imágenes recogidas directamente del objeto en diferentes posiciones. Sin embargo, además de imágenes obtenidas directamente, el procesador de imagen 21 está adaptado para generar imágenes intermedias por extrapolación de los datos recogidos directamente.

55

5 En una posible realización se genera una imagen intermedia única para cada par colectivo. Así, el registrador de datos 22 almacena cinco imágenes que pueden ser presentadas secuencialmente. En una segunda posible realización se generan dos imágenes intermedias espaciadas virtualmente para cada par colectivo. Así, el registrador de datos 22 almacena siete imágenes que pueden ser presentadas secuencialmente. Se pueden aplicar otros protocolos de imagen intermedia y matriz.

10 Por lo tanto, la unidad de recogida y de procesamiento de datos 21 en la realización ilustrada genera al menos siete imágenes de sólo tres detectores. Por lo tanto el registrador de datos 22 almacena al menos siete imágenes que se pueden visualizar secuencialmente. Se pueden aplicar otros protocolos de imagen intermedia y matriz, sujetos al principio subyacente de que seis o más imágenes que representan desplazamientos de posición reales o virtuales y por lo tanto con paralaje de movimiento relativo son generadas por cinco o menos detectores.

15 La presentación secuencial de imágenes en la pantalla 25 está bajo el control del usuario por el medio de control 27. Esto permite a un usuario generar secuencias animadas a partir de la sucesión de imágenes almacenadas en el registrador de datos 22, y manipular eficazmente la colección de imágenes que obtienen señales tridimensionales significativas de los datos recogidos. Opcionalmente para mejorar esto aún más el medio de control 27 incluye un medio de control de transmisión por correa 29 que actúa haciendo funcionar la cinta transportadora 7 permitiendo que el propio objeto pase y vuelva a pasar a través de la zona de exploración en caso de incertidumbre.

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

25 Las ventajas particulares de la presente invención sobre sistemas estereoscópicos más complejos están bien ilustradas por las figuras 1 y 4. No se requiere ningún aparato de visualización estereoscópica particular, sino simplemente una pantalla bidimensional 25. La geometría del sistema se presta simplemente a un aparato de transporte de cinta, y por tanto el sistema de la presente invención requiere pocos cambios fundamentales en las características básicas del aparato o el método de uso en comparación con un escáner de rayos X convencional. Sin embargo, ofrece una capacidad significativa para potenciar tanto la resolución del objeto en tres dimensiones como la caracterización del material, en particular gracias al efecto ilustrado en la figura 2.

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

30 La fuente de rayos X 1 tiene su salida colimada en un único haz de cortina 13 por un colimador 11. El haz de trayectoria única se dirige al detector del medio 3b. El detector del medio 3b recibe los rayos transmitidos a través de la trayectoria del rayo 15b. Los otros detectores 3a y 3c reciben los rayos X dispersados a través de las respectivas trayectorias de los rayos 15a y 15c. Así, el aparato de la invención puede adaptarse fácilmente a través de este modo de operación para detectar simultáneamente tanto los rayos X transmitidos como los dispersados, y para hacer uso de la información derivable del mismo para caracterizar materiales policristalinos. No se requieren detectores de dispersión separados. La resolución de los rayos X transmitidos y dispersados es asistida en la realización por la resolución espectroscópica conferida por los detectores de telururo de cadmio.

40 Los datos del modo de funcionamiento representado en la figura 3 pueden ser recogidos y procesados junto con los datos del modo de funcionamiento representados en la figura 1 en la forma representada esquemáticamente en la figura 4. Por ejemplo, los dos modos de funcionamiento pueden hacerse funcionar secuencialmente, estrechamente sucesivamente o simultáneamente para proporcionar una información de caracterización mejorada para la composición de los objetos de las imágenes.

45 De acuerdo con la realización de ejemplo se ilustran en serie tres detectores de matriz lineal. Se entenderá que incluso un par de detectores generaría un par de imágenes a partir de las cuales podría obtenerse paralaje de movimiento monocular, y que en un sistema práctico bien podría ser deseable tener una pluralidad mayor de detectores en serie. Tres detectores se presentan tan sólo a modo de ilustración. Sin embargo, puede obtenerse una serie de imágenes manipulables y animables efectivas a partir 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.

50

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 y no más de cinco detectores de radiación lineales separados de la misma para definir una zona de exploración entre ellos;
 - un medio (7) para hacer que un objeto (9) se mueva con relación a y a través de la zona de exploración en uso;
 - un módulo de generación de imágenes directas configurado para generar una imagen a partir de la salida de al menos un detector lineal;
 - 10 caracterizado por un módulo de generación de imágenes intermedias configurado para generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos un par adyacente de detectores lineales, mediante el procesamiento de la salida de dicho par de detectores y la generación de una imagen representativa de una salida intermedia entre dichas dos salidas del detector;
 - un aparato de generación de imágenes (21) que comprende dichos módulos y que está adaptado de forma que se generan al menos cinco imágenes en total;
 - 15 una presentación de imágenes (25) adaptada para presentar tales imágenes sucesivamente y así presentar el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.
2. Un aparato según la reivindicación 1ª en el que los detectores lineales que constituyen la serie espaciada lateralmente están dispuestos de tal manera que la distancia entre ellos cambia con el fin de mantener una separación angular constante entre cada matriz.
- 20 3. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende un colimador (11) adaptado para permitir al usuario seleccionar de dos a cinco haces a partir de una sola fuente de radiación.
4. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una serie espaciada lateralmente de al menos tres pero no más de cinco detectores lineales y un aparato de generación de imágenes adaptado para generar una serie de al menos seis imágenes para presentación sucesiva.
- 25 5. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la presentación de la imagen (25) es una presentación monocular adaptada sucesivamente para presentar imágenes como imágenes bidimensionales individuales.
6. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que el generador de imagen intermedia está configurado para generar dos o más imágenes intermedias a partir de al menos un par adyacente de detectores que muestran una transición gradual entre las imágenes producidas por el par adyacente de detectores procesando la salida del par de detectores y generando imágenes representativas de una transición entre dichas dos salidas detectadas.
- 30 7. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además medios de control (27) para permitir al usuario presentar imágenes sucesivas a velocidades variables con el fin de permitir una transición suave al observador humano entre cada imagen y/o en un orden hacia delante y hacia atrás.
8. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que al menos alguno de los detectores lineales comprende detectores de energía dual.
9. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que al menos alguno de los detectores lineales comprende detectores que pueden generar información espectroscópica acerca de la radiación transmitida, en cuanto que el detector muestra una respuesta espectroscópicamente variable a través de al menos una parte sustancial del espectro fuente permitiendo recuperar información espectroscópica.
- 40 10. Un aparato según la reivindicación 9ª que incluye medios de procesamiento de imágenes adaptados para representar la resolución espectroscópica del espectro fuente en la imagen generada procesando los datos resueltos espectroscópicamente en una diversidad de bandas y aplicar diferentes colores para representar cada una de tales bandas en la imagen generada.
- 45 11. Un aparato según una de las reivindicaciones 9ª a 10ª en el que el detector lineal muestra una respuesta espectroscópica directa en que está fabricado a partir de un material elegido para mostrar inherentemente como una propiedad de material directa una variable eléctrica directa y por ejemplo una respuesta fotoeléctrica a diferentes partes del espectro fuente.

12. Un aparato según la reivindicación 11^a en el que el detector comprende un material o materiales elegidos entre telururo de cadmio, telururo de cadmio y zinc (CZT), telururo de cadmio y manganeso (CMT), germanio, bromuro de lantano, bromuro de torio.
- 5 13. 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 y no más de cinco detectores de radiación lineales (3a, 3b, 3c) espaciados de la misma para definir una zona de exploración entre ellos;
- hacer que un objeto (9) se mueva en relación con y a través de la zona de exploración;
- generar una imagen directa a partir de la salida de al menos un detector lineal;
- 10 caracterizado por generar al menos una imagen intermedia a partir de al menos un par adyacente de detectores lineales, procesando la salida de dicho par de detectores y generando una imagen representativa de un intermedio de salida entre las dos dichas salidas del detector; de forma que se generan en total al menos cinco imágenes;
- presentar tales imágenes sucesivamente y presentar así el paralaje de movimiento monocular entre las imágenes.
14. Un método según la reivindicación 13^a, en el que se proporciona una serie espaciada lateralmente de al menos tres pero no más de cinco detectores lineales para generar una serie de al menos seis imágenes para su presentación sucesiva.
- 15 15. Un método según una de las reivindicaciones 13^a a 14^a en el que el método comprende generar al menos dos imágenes intermedias a partir de al menos un par adyacente, y cuando es el caso generar al menos una imagen intermedia a partir de una diversidad y por ejemplo cada par adyacente, de detectores lineales, procesando la salida del o de cada dicho par de detectores y generar una imagen representativa de una salida intermedia entre las dos dichas salidas detectadas.
- 20 16. Un método según una de las reivindicaciones 13^a a 15^a en el que las imágenes sucesivas son presentadas a velocidades de reposición y direcciones definibles por el usuario bajo el control del observador para facilitar la interpretación.
- 25 17. Un método según una de las reivindicaciones 13^a a 16^a en el que las imágenes generadas por al menos alguno de los detectores lineales son resueltas en al menos dos bandas de energía.
18. Un método según una de las reivindicaciones 13^a a 17^a en el que las imágenes generadas por al menos alguno de los detectores lineales son resueltas espectroscópicamente a través de al menos una parte sustancial del espectro fuente, y la resolución espectroscópica de la radiación transmitida obtenida de la salida de cada tal detector lineal es representada en la imagen mostrada en que se usa un mapeo de bandas para representar la resolución espectroscópica en la imagen generada en que el espectro fuente está dividido en una diversidad de bandas y se usan diferentes colores para representar cada una de tales bandas en la imagen presentada.
- 30 19. Un método según una de las reivindicaciones 13^a a 18^a que comprende: en un primer modo de operación, generar una diversidad de imágenes a partir de una serie espaciada lateralmente de matrices lineales de detectores en la manera de una de las reivindicaciones 13^a a 18^a; y además
- 35 en un segundo modo de operación, generar un haz de cortina primario colimado individual, dirigido a un detector lineal particular dentro de la serie de detectores,
- usar los otros detectores para detectar haces secundarios difractados,
- 40 procesar esta información de los otros detectores para dar información adicional concerniente a la radiación dispersada,
- en donde ambos modos de operación son aplicados secuencialmente, o estrechamente sucesivamente, o efectivamente simultáneamente.

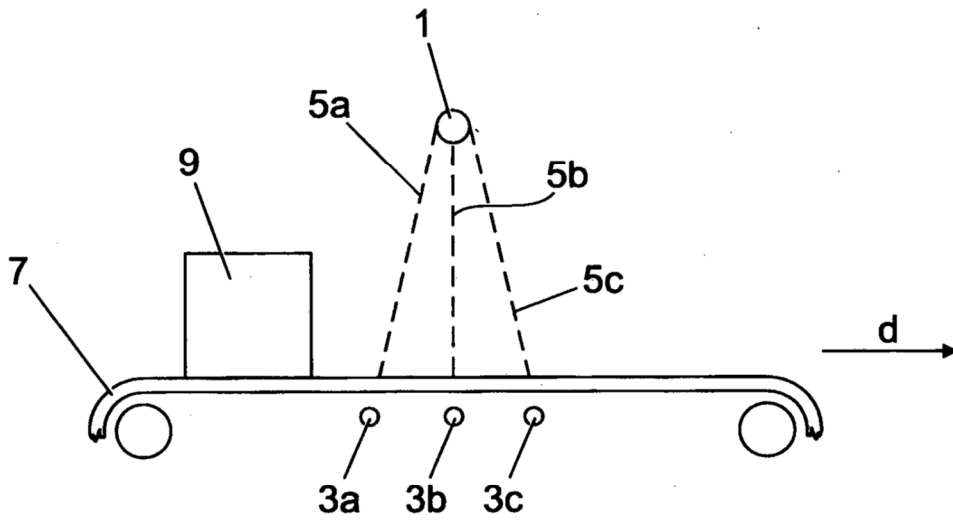


Fig. 1

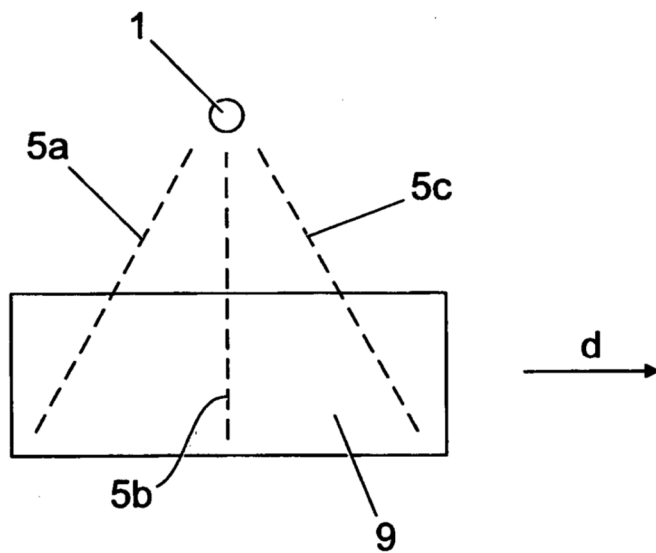


Fig. 2a

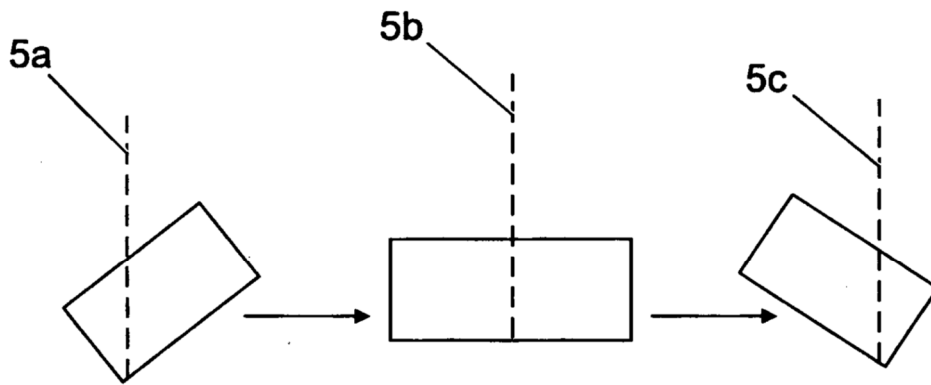


Fig. 2b

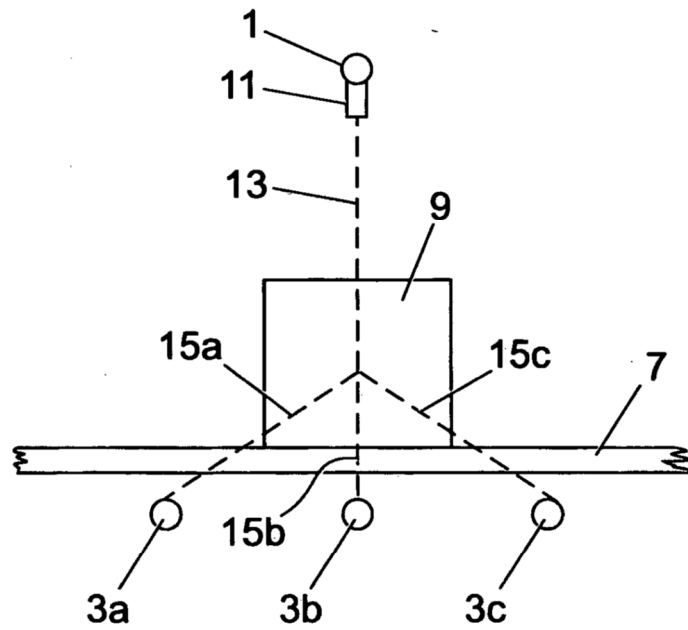


Fig. 3

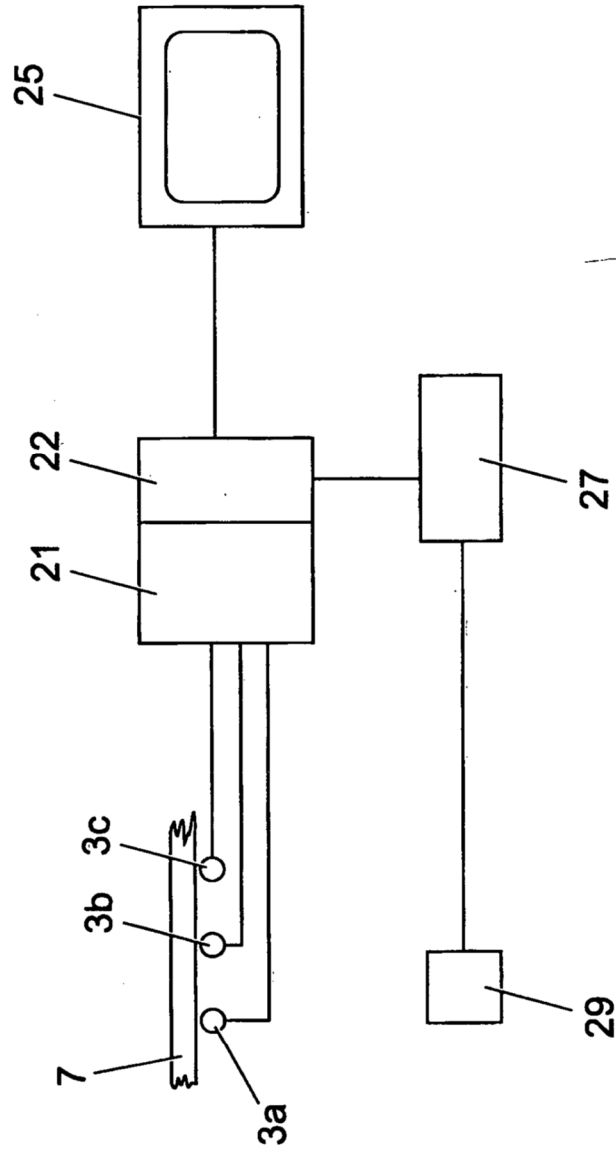


Fig. 4