



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 338 899**

51 Int. Cl.:
G01N 23/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05743513 .3**

96 Fecha de presentación : **01.04.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1733213**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.12.2006**

54 Título: **Eliminación de cruces en un pórtico de inspección por retrodispersión que comprenda múltiples generadores asegurando que sólo un generador emita radiación al mismo tiempo.**

30 Prioridad: **09.04.2004 US 561079 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.05.2010

73 Titular/es: **American Science & Engineering, Inc.
829 Middlesex Turnpike
Billerica, Massachusetts 01821, US**

72 Inventor/es: **Cason, Randy**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 338 899 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

Eliminación de cruces en un pórtico de inspección por retrodispersión que comprenda múltiples generadores asegurando que sólo un generador emita radiación al mismo tiempo.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas y procedimientos para inspeccionar objetos con radiación penetrante y, más particularmente, la invención se refiere a sistemas de inspección que emplean múltiples generadores de radiación.

Antecedentes de la invención

Es deseable determinar la presencia de objetos, tales como contrabando, armas, explosivos, que hayan sido escondidos, por ejemplo, en un vehículo en movimiento, o en una persona, o en cualquier objeto inspeccionado, mientras el objeto inspeccionado pasa por uno o más sistemas que generan imágenes del contenido del objeto usando radiación penetrante. La determinación debería poder efectuarse mientras el objeto está en movimiento, o, alternativamente, mientras el sistema de inspección está en movimiento con respecto a la persona u objeto inspeccionados. De hecho, dado que la tasa de inspecciones, y por lo tanto el rendimiento por hora son de la mayor importancia, es deseable que el vehículo, por ejemplo, circule sin que el conductor o los pasajeros tengan que apearse. En el caso de que se produzca una detección, debería haber una imagen disponible para su verificación.

El uso de imágenes producidas por la detección y el análisis de la radiación penetrante dispersada por un objeto, recipiente, o vehículo irradiados es el tema, por ejemplo, de la Patente Estadounidense N° 6.459.764, de Chalmers y otros, (la "Patente de Chalmers"), expedida el 1 de Octubre de 2002. La Patente de Chalmers muestra la inspección por retrodispersión de un vehículo en movimiento mediante la iluminación del vehículo con rayos x desde encima o desde debajo del vehículo en movimiento, así como desde los lados.

El uso de una fuente de rayos x y de un detector de rayos x, ambos localizados en un pórtico, con el propósito de revisar a las personas, es el tema, por ejemplo, de la Patente Estadounidense N° 6.094.472 de Smith, expedida el 25 de Julio del 2000. También puede hacerse referencia, por ejemplo, al documento US 6.459.761, que se refiere a un sistema de inspección por rayos X de forma espectral, y al documento WO 98/02763, que se refiere a un sistema de tomografía por dispersión lateral.

Los rayos X se dispersan desde la materia en todas las direcciones, por lo que puede detectarse la dispersión mediante un detector de rayos X dispuesto en cualquier ángulo con el material dispersor con respecto a la dirección de incidencia de la radiación luminosa. Por lo tanto, se usa típicamente un sistema de irradiación de "punto volante", por el cual en cada momento se ilumina con radiación penetrante un único punto del objeto, de manera que pueda determinarse el emplazamiento de la dispersión inequívocamente, al menos con respecto al plano transversal de la dirección del haz de la radiación penetrante.

Para obtener múltiples vistas de un objeto inspeccionado, pueden emplearse múltiples sistemas de generación de imágenes por retrodispersión en un único túnel de inspección. Esto puede producir interferencias, o cruces, entre los respectivos sistemas de generación de imágenes, produciendo la degradación de la imagen. Esto se debe a la falta de capacidad de cada generador de imágenes de punto volante para distinguir el origen de la radiación dispersada desde la fuente de cada generador de imágenes. Hasta la fecha, este problema se ha resuelto colocando los generadores de imágenes a cierta distancia entre sí para minimizar los cruces. Esta solución hace que aumente el tamaño total del sistema. En aplicaciones de espacio limitado, esto suele ser poco deseable.

Resumen de la invención

En una realización, la presente invención proporciona un sistema de inspección tal como se define en la Reivindicación 1.

En otra realización, la presente invención proporciona un procedimiento para inspeccionar un objeto tal como se define en la Reivindicación 11.

En una realización de la presente invención se proporciona un sistema de inspección para inspeccionar un objeto que se caracteriza por un movimiento en una dirección particular con respecto al sistema de inspección, por medio del movimiento con respecto al marco local de referencia ya sea del objeto, del sistema de inspección, o de ambos. El sistema de inspección tiene una primera fuente para proporcionar un primer haz de radiación penetrante con una sección transversal especificada dirigido en una primera dirección del haz sustancialmente transversal a la dirección del movimiento del objeto. También tiene una segunda fuente para proporcionar un segundo haz de radiación penetrante en una segunda dirección del haz, y puede tener fuentes adicionales de haces adicionales. Los haces de radiación penetrante se entremezclan temporalmente. Adicionalmente, el sistema tiene una pluralidad de detectores de dispersión para detectar la radiación de al menos uno de entre el primer haz y los haces restantes dispersada por cualquier material dispersador dentro del objeto inspeccionado y para generar una señal de radiación dispersada. El sistema también puede tener uno o más detectores de transmisión para detectar la radiación penetrante transmitida a través del objeto.

Finalmente, el sistema tiene un controlador para crear una imagen del material dispersador basada al menos en la señal de radiación dispersada, o para caracterizar de algún otro modo el material dispersador.

De acuerdo con realizaciones alternativas de la invención, la primera fuente de radiación penetrante puede ser una fuente de rayos x, al igual que las otras fuentes de radiación penetrante. La dirección del primer haz y la dirección de cualquier otro haz son sustancialmente coplanares. Las diversas fuentes incluyen como mecanismos de exploración por haces una rueda interruptora perforada o un explorador electromagnético, y uno o más de los haces pueden ser haces lineales.

De acuerdo con otras realizaciones más de la invención, la emisión de radiación penetrante en el primer haz puede estar caracterizada por un primer periodo temporal y la emisión de radiación penetrante en el segundo haz puede estar caracterizada por un segundo periodo temporal, estando el primer y el segundo periodos temporales desfasados por una relación de fase fija. El periodo temporal de cada fuente puede estar caracterizado por un ciclo de trabajo, y la emisión de las fuentes adyacentes puede estar caracterizada por una relación de fase con respecto a una fuente adyacente, pudiendo ser la relación de fase igual a 2π veces el ciclo de trabajo.

De acuerdo con otras realizaciones adicionales de la invención, el sistema de inspección puede incluir adicionalmente una pantalla para representar una imagen de dispersión del material dispuesto dentro del objeto inspeccionado.

Breve descripción de los dibujos

Las características anteriores de la invención se comprenderán más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada, tomada con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Fig. 1 es una vista esquemática en sección transversal de un sistema de inspección por rayos x que usa múltiples sistemas de generación de imágenes por retrodispersión de acuerdo con las realizaciones de la presente invención; y

La Fig. 2 muestra una vista lateral de las realizaciones del sistema de inspección de rayos x de la Fig. 1.

Descripción detallada de realizaciones específicas

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se minimiza el cruce de haces entre múltiples sistemas de generación de imágenes por retrodispersión de punto volante configurados como un sistema de inspección de visión múltiple por retrodispersión, sin distancia entre los sistemas individuales de generación de imágenes. En otras palabras, en un sistema de visión múltiple compuesto por sistemas de generación de imágenes por retrodispersión individuales para cada visión, los sistemas de generación de imágenes individuales son sustancialmente coplanares, mientras que se reducen o eliminan los cruces ventajosamente.

Los procedimientos y las ventajas de la inspección por retrodispersión de un vehículo en movimiento mediante la iluminación del vehículo con rayos x desde encima o desde debajo del vehículo en movimiento se describen en la Patente Estadounidense N° 6.249.567, expedida el 19 de Junio del 2001. De acuerdo con realizaciones preferidas de la presente invención, para revelar las regiones con retrodispersión aumentada debido a materiales escondidos cerca de las paredes laterales de un vehículo no es necesario que la radiación penetrante atravesase el vehículo durante el curso de la inspección.

La Fig. 1 muestra una vista esquemática en sección transversal de los elementos de un sistema de inspección, designado genéricamente por el número 10. Un objeto 18 de inspección, que puede ser animado o inanimado, y se desplaza, o es desplazado, en la dirección de entrar, o salir, de la página y por lo tanto atraviesa un pórtico 12. El pórtico 12 soporta una pluralidad de fuentes 13, 15, y 17 de radiación penetrante. Las fuentes 13, 15, y 17 son típicamente tubos de rayos x que tienen unos mecanismos de formación y guía de haces conocidos en la técnica. Por ejemplo, el generador 13 emite radiación penetrante en un haz 23 que tiene una sección transversal con una forma específica. Para las aplicaciones de generación de imágenes se emplea típicamente un haz lineal estrecho. El haz 23 de radiación penetrante puede ser, por ejemplo, un haz de rayos x tal que un haz de rayos x policromático. Sin embargo, aunque el generador 13 de radiación penetrante es preferiblemente un tubo de rayos x, por ejemplo, otros generadores de radiación penetrante, tal como un linac (acelerador lineal), están dentro del alcance de la presente invención, y, de hecho, la radiación penetrante no está limitada a radiación de rayos x y puede incluir radiación de rayos gamma.

Se proporciona un mecanismo de exploración para dirigir el haz 23 a lo largo de un eje sustancialmente vertical, de manera que, durante una porción del ciclo de trabajo, el haz 23 es dirigido en una serie de direcciones tales como la 24. En la representación de la Fig. 1, el objeto 18 que va a ser inspeccionado atraviesa el haz 23 en una dirección sustancialmente horizontal, hacia dentro de la página, en la representación de la Fig. 1. En realizaciones alternativas de la invención el generador y/o otras porciones del sistema de inspección pueden ser desplazados con relación al objeto 18, que puede estar él mismo en movimiento o estacionario.

La fuente 13 puede incluir un mecanismo de exploración tal como una rueda interruptora perforada de punto volante, como es bien sabido por los expertos en la técnica. Alternativamente, pueden emplearse exploradores electromagnéticos, tales como los descritos en la Patente Estadounidense N° 6.421.420, expedida el 23 de Julio del 2002 y titulada "Procedimiento y Aparato para Generar Haces Secuenciales de Radiación Penetrante".

ES 2 338 899 T3

Los haces de las fuentes 15 y 17 se muestran en las posiciones extremas típicas de sus respectivas exploraciones, y están etiquetados 25, 26, 27 y 28. El objeto inspeccionado 18, el cual, tal como se ha comentado, puede referirse a un vehículo, un recipiente, o una persona, por ejemplo, puede autopropulsarse a través de los haces 23-28 o puede ser transportado por un transportador mecanizado o arrastrado por un tractor, etc. En realizaciones alternativas de la invención, el sistema de inspección, configurado por ejemplo como un pórtico, puede desplazarse, o ser desplazado, sobre un objeto tal como un vehículo que puede, a su vez, estar en movimiento o estacionario.

La presente descripción se referirá a los haces 23-28, sin limitación, como rayos x. De acuerdo con las realizaciones preferidas de la invención, se usa una rueda interruptora perforada para desarrollar un haz lineal 23-28 con el que hacer un barrido en un plano sustancialmente paralelo al de la página. La sección transversal del haz lineal 23 tiene una extensión comparable en todas las dimensiones y típicamente es sustancialmente circular, aunque puede tener muchas formas. Las dimensiones del haz lineal 23-28 definen típicamente la resolución de la imagen de dispersión que puede obtenerse con el sistema. Pueden emplearse ventajosamente otras formas de sección transversal de los haces en aplicaciones particulares.

Durante el transcurso de la exploración un dispositivo detector, típicamente un detector 31 de dispersión está dispuesto, en un plano paralelo a la dirección del movimiento del objeto 18. Los rayos x 30 dispersados por dispersión Compton del haz 24 en una dirección esencialmente de retroceso, son detectados por uno o más detectores 31 de retrodispersión, dispuestos entre el generador 13 y el objeto 18. Pueden usarse unos dispositivos detectores 32, 33, 34, 35 y 36 adicionales para detectar los rayos x de dispersión Compton del haz 24, y de igual manera, tal como se describirá a continuación, para cada uno de los otros haces que inciden, a su vez, sobre el objeto 18 inspeccionado.

Adicionalmente, pueden usarse los detectores de transmisión dispuestos distalmente al objeto 18 inspeccionado con respecto a la fuente emisora para aumentar la imagen o las imágenes de dispersión mediante una imagen del objeto tal como se obtiene a través de los rayos x, por ejemplo, los elementos detectores designados 35 y 36 detectan la emisión de la fuente 13 según es transmitida a través del objeto inspeccionado. En otra realización de la invención, hay un único detector independiente entre la pareja de detectores 35 de dispersión y la pareja de detectores 36 de dispersión y se emplea para la detección de la radiación penetrante transmitida a través del objeto 18.

Dentro del alcance de la invención, puede emplearse para los dispositivos detectores 31-36 una tecnología de detección por rayos x conocida en la técnica. Los detectores pueden ser materiales de centelleo, ya sean sólidos o líquidos o gaseosos, vistos por detectores fotosensibles tales como fotomultiplicadores o detectores de estado sólido. Los escintiladores líquidos pueden estar mezclados con estaño u otro elemento o elementos de número atómico elevado. Unas respectivas señales de salida de los detectores 31-36 de dispersión son transmitidas a un procesador 40, y procesadas para obtener imágenes de la forma 42 dentro del objeto 18 inspeccionado. Dado que los generadores de dispersión dispersan los fotones de los rayos incidentes en el objeto 18 en todas las direcciones, se usan detectores con grandes áreas para maximizar la recopilación de los fotones dispersados. De acuerdo con ciertas realizaciones de la invención, el procesador 40 (por otra parte aquí denominado "controlador") también puede emplearse para derivar otras características del objeto a dispersar, tal como su masa, densidad, número atómico efectivo, etc., todo tal como se conoce en la técnica.

Para permitir vistas del objeto inspeccionado desde múltiples direcciones, se usan múltiples generadores 13-17 para irradiar el objeto inspeccionado. Sin embargo, dado que los fotones emitidos por cada fuente son dispersados en todas las direcciones, hay que tener cuidado para eliminar los cruces, es decir, el error de identificación de la fuente de radiación. De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, los cruces pueden reducirse o eliminarse ventajosamente asegurando que sólo un generador de imágenes emita radiación cada vez. Primero, se fija el ciclo de trabajo de los haces emitidos por los sistemas de generación de imágenes a un número menor o igual que el inverso del número de sistemas de generación de imágenes, o vistas, en el sistema de vistas múltiples. Por ejemplo, si el número de vistas deseadas es seis, se fija cada sistema de generación de imágenes en un ciclo de trabajo a 1/6, o menos.

Después, se fija la relación de fase entre cada pareja de fuentes adyacentes a 2π veces el ciclo de trabajo. Esto resulta en una emisión de radiación secuenciada de los generadores de imágenes, eliminando la posibilidad de una emisión concurrente desde más de un generador de imágenes. Por ejemplo, un sistema de inspección de vistas múltiples con 6 generadores requeriría que todos ellos funcionaran en la misma frecuencia, que sus ciclos de trabajo fueran de 1/6, y que su relación de fase fuera $2\pi/6$, o 60 grados.

En los casos en que los sistemas de punto volante son llevados a cabo por medios mecánicos tales como anillas giratorias y ruedas interruptoras perforadas, pueden cumplirse los criterios anteriores sincronizando el movimiento de los elementos interruptores rotativos, solicitados por los desfases. Así, por ejemplo, cuando se giran los colimadores para definir la ruta del haz 23 de rayos x emergente, pueden emplearse sistemas de control de movimiento en bucle cerrado conocidos en la técnica para accionar la rotación de los colimadores. El ciclo de trabajo se controla fijando la apertura de abanico (el ángulo total de barrido de un haz, es decir, el ángulo entre los haces extremos 23 y 24 de una única fuente), a un número igual a 2π veces el ciclo de trabajo. En los sistemas en los que la radiación emitida puede controlarse electrónicamente, puede establecerse cualquier secuencia deseada de irradiación o rango de barrido, sin limitación, exclusivamente mediante control electrónico o de software.

Gracias al secuenciado temporal que reduce o elimina los cruces, pueden colocarse las fuentes en un único plano, lo que permite ventajosamente un control prácticamente simultáneo de encendido/apagado de los rayos x independientemente de la velocidad con la que el objeto esté pasando por los generadores de imágenes.

5 El sistema descrito puede proporcionar ventajosamente la obtención de una imagen desde la perspectiva de cada sucesivo generador 13-17. La Fig. 1 muestra un sistema de tres vistas ejemplar, con haces 23, 25, etc. cada uno de los cuales barre trayectorias que son coplanares.

10 Los haces de cada generador de imágenes barren en secuencia, de manera que no más de un generador de imágenes emite radiación cada vez. Por lo tanto, la fuente 13 (o "generador de imágenes") mueve su haz el primero. La radiación dispersada desde el objeto, tal como representan los rayos 44, es recibida por todos los detectores. Un sistema de adquisición adquiere las señales de cada uno de los detectores como canales separados. Este procedimiento se repite para cada uno de los tres generadores de imágenes, creando "láminas" del objeto a medida que se desplaza.

15 Refiriéndose ahora a la Fig. 2, se muestra una vista lateral de la disposición de la Fig. 1, con elementos designados por números correspondientes. Se muestra una ranura 50 a través de la cual el haz del generador 13 pasa a través de los segmentos 52 y 54 del detector 31 a medida que el objeto 18 es explorado según se desplaza en una dirección lateral 16.

20 Las señales procedentes de los detectores pueden usarse selectivamente para reconstruir una imagen del objeto. Dado que los fotones dispersados 44, detectados por los detectores 33 y 34 de la fuente 13, son igual de útiles que los fotones dispersados de la fuente 17, estos mismos detectores pueden ser compartidos entre todas las fuentes, y esto resulta en una mejor recopilación de la dispersión con un uso eficiente del equipo detector.

25 Adicionalmente, las realizaciones de la presente invención pueden permitir ventajosamente la puesta en práctica de la generación de imágenes por dispersión de rayos x de punto volante por multivistas con una huella operativa más pequeña al eliminar los cruces y al permitir un posicionamiento más cercano de los generadores individuales de imágenes para cada vista. La posición coplanar de estos generadores de imágenes (donde "generador de imágenes" se refiere a una fuente, al menos un detector, y la electrónica y el tratamiento de señales asociados) permite compartir
30 los detectores entre los generadores de imágenes, permitiendo una mayor recopilación de la dispersión que mejora la calidad de la imagen, con un uso eficiente del equipo detector.

En aplicaciones en las que es deseable una exploración de regiones selectivas del objeto, el posicionamiento coplanar de los generadores de imágenes permite un control simultáneo de encendido/apagado de los rayos x independientemente de la velocidad con la que el objeto se desplaza ante los generadores de imágenes. Esto simplifica enormemente
35 el diseño del control de las emisiones de rayos x de cada generador de imágenes del sistema de inspección por vistas múltiples, por lo que no es necesario llevar a cabo la secuenciación individual de las emisiones de rayos x tal como es práctica habitual en los sistemas en los que la emisión no es coplanar.

40 Además de generar imágenes de los contenidos de recipientes de ocultación, en cuyos términos se han descrito las realizaciones de la presente invención, pueden obtenerse otras características de objetos inspeccionados dentro del alcance de la presente invención. Por ejemplo, pueden aplicarse técnicas de retrodispersión, tal como se conoce en la técnica, para calcular la masa, densidad, distribución de la masa, número atómico medio, o la probabilidad de que
45 contengan materiales peligrosos buscados.

De acuerdo con ciertas realizaciones de la invención, se emplean rayos x que tengan energías máximas en el rango entre 160 keV y 300 keV. Con esta energía, los rayos x penetran en el vehículo, y pueden detectarse los objetos orgánicos dentro del vehículo. Dado que de esta manera son posibles dosis más bajas de radiación, pueden explorarse
50 automóviles usando la presente invención. Para aplicaciones en las que el vehículo explorado pueda contener personas, son preferibles energías de punto final por debajo de 300 keV. Sin embargo, el alcance de la presente invención no está limitado por el rango de fotones penetrantes empleado.

Las realizaciones descritas de la invención pretenden ser meramente ejemplares, y numerosas variaciones y modificaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Todas estas variaciones y modificaciones están previstas
55 dentro del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inspección para inspeccionar un objeto en movimiento en una dirección con respecto al sistema de inspección, comprendiendo el sistema:
 - (a) una primera fuente para proporcionar un primer haz de radiación penetrante con una sección transversal especificada;
 - (b) un mecanismo de exploración por haces, el cual es una rueda interruptora perforada giratoria o un explorador electromagnético, para explorar con el primer haz en una dirección sustancialmente transversal a la dirección de movimiento del objeto;
 - (c) una segunda fuente para proporcionar un segundo haz de radiación penetrante con una sección transversal especificada;
 - (d) un mecanismo de exploración por haces, el cual es una rueda interruptora perforada giratoria o un explorador electromagnético, para explorar con el segundo haz en una segunda dirección del haz sustancialmente coplanar a, y sustancialmente perpendicular a, la dirección del primer haz y temporalmente intercalado con el primer haz de radiación penetrante;
 - (e) una pluralidad de detectores de dispersión cada uno de los cuales está dispuesto para detectar la radiación dispersada tanto desde el primer haz como del segundo haz por cualquier material dispersador existente dentro del objeto inspeccionado y paragenerar unas señales de radiación dispersada y
 - (f) un controlador para crear una imagen del material dispersador basada al menos en la señal de radiación dispersada.
2. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 1 en el cual el sistema de inspección está fijo con respecto a un marco local de referencia.
3. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 1 en el cual el sistema de inspección está en movimiento, durante el transcurso de la inspección, con respecto a un marco local de referencia.
4. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 1 en el cual la primera fuente de radiación penetrante es un fuente de rayos x.
5. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 1 en el cual el primer haz de radiación penetrante es un haz lineal.
6. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 1 en el cual la emisión de radiación penetrante del primer haz está **caracterizada** por un primer periodo temporal y la emisión de radiación penetrante del segundo haz está **caracterizada** por un segundo periodo temporal, estando el primer y el segundo periodos temporales desfasados por una relación de fase fija.
7. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 6 en el cual el periodo temporal de cada fuente está **caracterizado** por un ciclo de trabajo.
8. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 7 en el cual el periodo temporal de cada generador está **caracterizado** por una relación de fase, con respecto a una fuente adyacente, igual a 2π veces el ciclo de trabajo.
9. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 1 el cual comprende adicionalmente una pantalla para representar una imagen de dispersión del material dispuesto dentro del objeto.
10. Un sistema de inspección tal como se reivindica en la reivindicación 1 el cual comprende adicionalmente al menos un detector de transmisión para detectar al menos uno de entre el primer haz y el segundo haz, tal como se transmite a través del objeto inspeccionado, y para generar unas señales de radiación transmitida.
11. Un procedimiento para inspeccionar un objeto, comprendiendo el procedimiento:
 - (a) iluminar el objeto con radiación penetrante formada por un primer haz movido por un mecanismo de exploración por haces, el cual es una rueda interruptora perforada giratoria o un explorador electromagnético, en una primera dirección del haz sustancialmente transversal a la dirección de movimiento del objeto;
 - (b) iluminar el objeto con radiación penetrante formada por un segundo haz movido por un mecanismo de exploración por haces, el cual es una rueda interruptora perforada giratoria o un explorador electromagnético, en una segunda dirección del haz sustancialmente transversal a la dirección de movimiento del objeto,

ES 2 338 899 T3

siendo la segunda dirección del haz sustancialmente coplanar con la primera dirección del haz, en una orientación fija y sustancialmente perpendicular con respecto a la dirección del primer haz, e intercalado temporalmente con respecto al primer haz;

- 5 (c) detectar la radiación del primer haz y del segundo haz dispersada por el objeto con una pluralidad de detectores de dispersión, cada uno de los cuales está dispuesto para detectar la dispersión tanto del primer haz como del segundo haz para generar una señal de radiación dispersada; y
- 10 (d) caracterizar el objeto a base de la señal de radiación dispersada.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

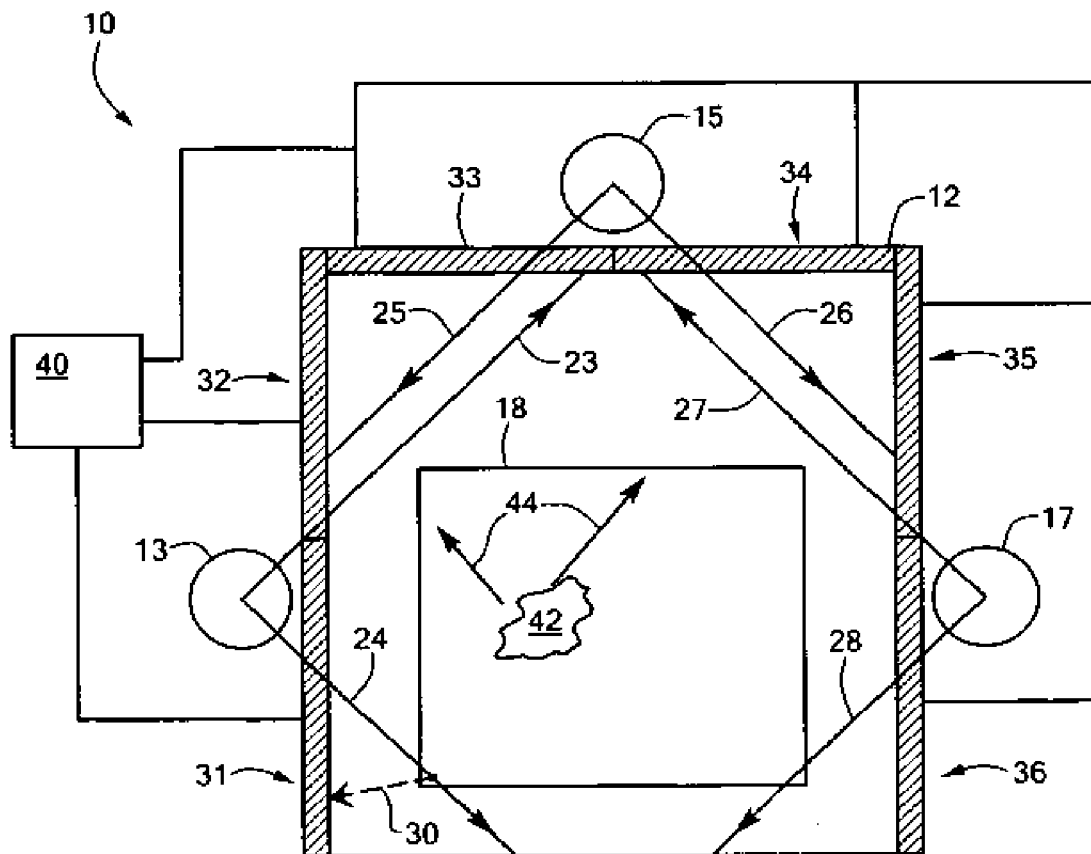


FIG. 1

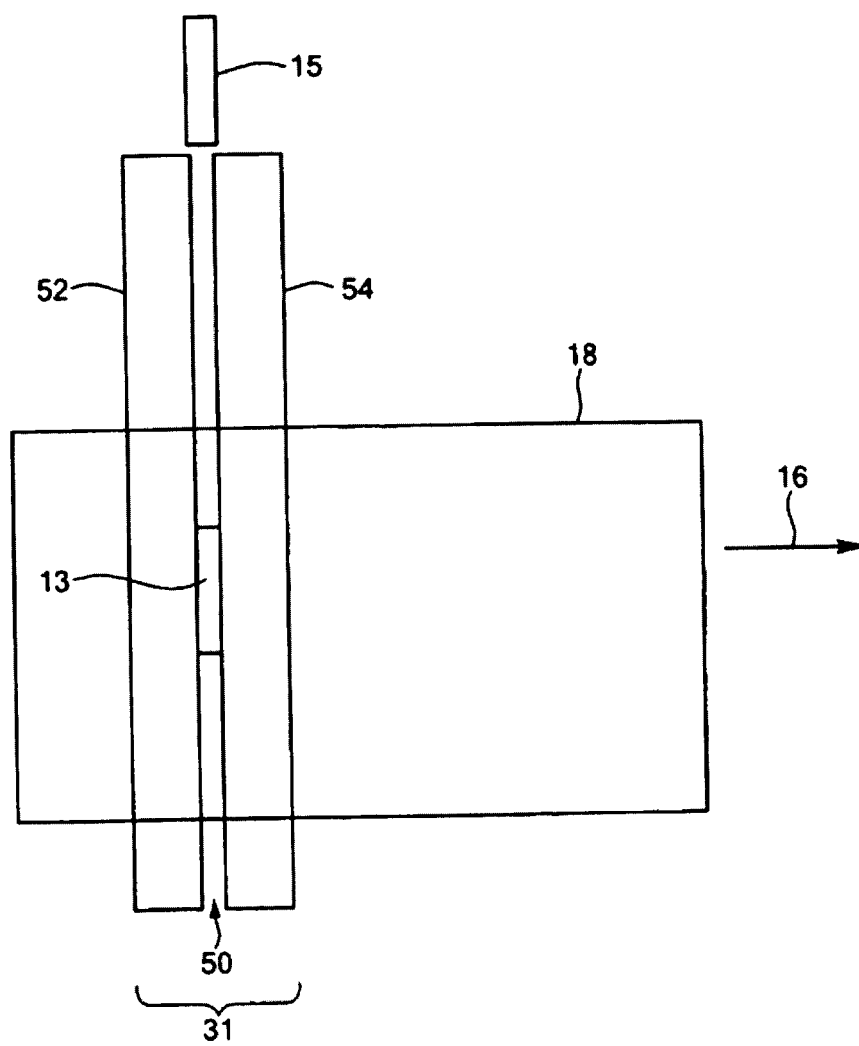


FIG. 2