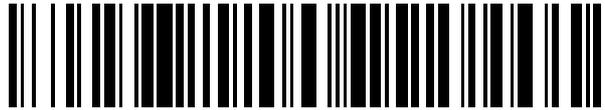


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 487 620**

51 Int. Cl.:

**G01N 23/10** (2006.01)

**G01N 23/087** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2010 E 10725838 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2435819**

54 Título: **Método para la identificación de materiales en un recipiente**

30 Prioridad:

**26.05.2009 GB 0908981**

**04.09.2009 GB 0915374**

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

**22.08.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JOYCE, DAVID EDWARD;  
GIBSON, GARY;  
RADLEY, IAN y  
SENIOR, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 487 620 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para la identificación de materiales en un recipiente

Esta invención se refiere a un método y aparato para la identificación y detección de materiales contenidos tales como líquidos y similares, especialmente dentro de recipientes.

5 La invención en particular se refiere a objetos que comprenden recipientes de materiales contenidos que por su naturaleza se esperará que tengan una sola composición generalmente homogénea, por ejemplo, composiciones fluidas tales como líquidos, que incluyen mezclas, disoluciones, emulsiones, suspensiones, etc., como composiciones fluidas tales como geles, pastas, cremas, polvos finos, y similares, aerosoles, etc. Cuando se hace referencia aquí, por ejemplo, a líquidos contenidos en objetos tales como recipientes de líquidos se debe apreciar que la invención es igualmente aplicable a todos de tales materiales líquidos, parcialmente líquidos y otros materiales fluidos que tienen este carácter esencial mixto y generalmente homogéneo cuando están contenidos.

10 Esta invención se refiere particularmente a un aparato y método que hace uso de radiación de alta energía tal como rayos X o rayos gamma para escanear objetos en el que es deseable obtener información acerca de los contenidos internos y/o composición del material contenido. La invención se puede referir adicionalmente a un método y aparato que funciona por o en conjunción con la generación de una imagen del material, pero no está limitada a tal generación de imágenes.

15 Es deseable escanear los contenidos de objetos tales como, por ejemplo, botellas en los puntos de embarque de aduanas y seguridad para obtener información acerca del contenido basada en la radiación recibida en un detector después de la interacción con el objeto y obtener una indicación de que los contenidos del objeto no constituyen una amenaza para la seguridad o un incumplimiento de las regulaciones aduaneras. También es deseable escanear los contenidos de objetos para otros propósitos tales como control de calidad, verificación del contenido, monitorización de la degradación, etc.

20 Para asegurar que los contenidos de un objeto son los que se dice que son, puede ser útil escanear el objeto y contenidos de modo que un haz de radiación ionizante de alta energía atraviese una sección transversal del objeto. Puede ser posible obtener una indicación de la composición de los materiales a partir de un análisis numérico de los datos de intensidad del haz de radiación transmitida resultante y comparar los resultados de ese análisis con un conjunto de datos de referencia relacionados con materiales de composición conocida.

25 La transmisión de rayos X a través de un material puede estar dada por la ley de atenuación exponencial, como sigue:

$$30 \quad I/I_0 = \exp [ - (\mu/\rho) \rho t ] \quad (1)$$

en la que

$\mu/\rho$  = coeficiente de atenuación másico. Una constante del material que es característica de la composición elemental ponderada de un material;

I = intensidad final;

35  $I_0$  = intensidad inicial;

$\rho$  = densidad del material; y

t = grosor del material.

40 De este modo mirando la variación de la transmisión de rayos X como función de los cambios del grosor "t" de un material, por ejemplo, se pueden hacer deducciones acerca del coeficiente de atenuación másico y la densidad del material. Estos dos parámetros son característicos de diferentes materiales y así se hace posible la identificación de materiales.

45 Se ha desarrollado instrumentación que se desea que identifique no invasivamente líquidos diana y materiales similares (esto es, materiales que tienen una composición similar y generalmente homogénea en todos ellos) contenidos en recipientes sellados. Los líquidos diana o materiales similares pueden ser líquidos o materiales similares que presentan una amenaza para la seguridad si se llevan a bordo de un avión, líquidos que contienen narcóticos disueltos, o líquidos que requieren control de calidad, por ejemplo. Según técnicas descritas en nuestra publicación de patente internacional en tramitación junto con la presente No. WO2009/024818, un recipiente se puede irradiar con un haz de rayos X y medir las características de transmisión del recipiente y sus contenidos líquidos usando un detector selectivo de energía tal como telururo de cadmio o germanio

50 La publicación internacional WO2008/142446 describe un método y aparato para obtener datos de transmisión de radiación que comprende información acerca de la composición de un objeto.

- Las características de transmisión de varios materiales contenidos mantenidos en varios recipientes se podrían registrar y guardar en una base de datos. La base de datos se podría usar a continuación para la comparación con el escaneo in situ de recipientes y contenidos para buscar características de transmisión que coinciden y, por lo tanto, se podrían identificar los materiales diana. Un inconveniente de tal sistema sería que la base de datos, para ser efectiva, se requeriría que tuviera una gran cantidad de datos relacionados con las características de transmisión de varios líquidos o contenidos similares y varios recipientes. La búsqueda en la base de datos llevaría tiempo y, por lo tanto, sería inapropiada para muchos usos deseados, tales como en seguridad de los aeropuertos en los que a menudo el tiempo es oro.
- 5
- Cuando el objeto que se están escaneando es un material contenido que por su naturaleza se esperará que tenga una sola composición generalmente homogénea, por ejemplo, que es una composición fluida tal como un líquido como se describe anteriormente en un recipiente, tanto el material contenido como el recipiente mismo están sometidos a variables de componente individuales, tales como: el tipo de material contenido, la composición o concentración de un material contenido, la longitud de camino de la radiación ionizante de alta energía en el material contenido, el material del que está hecho el recipiente, y el grosor de la pared del recipiente, por ejemplo.
- 10
- Para proporcionar una comparación de datos más rápida y precisa de un análisis numérico de los datos de intensidad del haz de radiación transmitida resultante de un escaneo de un recipiente y sus contenidos, sería deseable retirar el componente de los datos relacionado con el recipiente mismo, dando como resultado por ello datos relacionados con los contenidos solo que a continuación se pueden comparar con un conjunto de datos de referencia relacionados con materiales contenidos de composición conocida.
- 15
- Se necesita una herramienta analítica mejorada para identificar no invasivamente un material contenido tal como un líquido dentro de un recipiente.
- 20
- Además, se necesita un método, sistema y aparato mejorados para emprender el escaneo de objetos y sus contenidos usando radiación ionizante de alta energía, en el que la identificación y análisis de los contenidos se realiza sin interferencia del objeto mismo.
- 25
- Según la invención en un primer aspecto se proporciona un método de obtener datos de radiación útiles para la identificación y detección de la composición de un material contenido tal como un líquido según las reivindicaciones adjuntas aquí presentes.
- b) recoger información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector, y por consiguiente de la interacción de un recipiente de composición del material conocida y de grosor de pared conocido, ausente cualquier contenido, en la zona de escaneo con radiación incidente de radiación recibida en el sistema detector después de la interacción con y, por ejemplo, después de la transmisión a través del recipiente;
- 30
- c) repetir la etapa b) para una pluralidad de recipientes diferentes, cada uno de composición del material conocida y grosor de pared conocido, y estando ausente cualquier contenido; para obtener un conjunto de datos de información de intensidad relacionada con los contenedores de composiciones del material conocidas y longitud de camino conocida a través del recipiente;
- 35
- d) evaluar una relación numérica relacionada con la pluralidad de recipientes para generar una primera función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente de composición del material conocida relativa a la longitud de camino a través del recipiente;
- 40
- e) repetir las etapas de b) a c) con los mismos recipientes que ahora contienen un material tal como un líquido de composición conocida para obtener un conjunto de datos de información de intensidad relacionados con el recipiente y contenidos de composiciones del material conocidas y longitud de camino conocida a través del recipiente y contenidos;
- 45
- f) abstraer de los datos generados en la etapa e) datos equivalentes generados para un recipiente vacío, por ejemplo generados en las etapas de b) a c), para obtener un conjunto de datos de información de intensidad que relacionan el material contenido de composición del material conocida con la longitud de camino conocida a través del líquido;
- g) evaluar una relación numérica relacionada con el material contenido conocido para generar una segunda función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un material contenido tal como un líquido de composición conocida con relación a la longitud de camino a través del material contenido.
- 50
- De este modo, según la invención, los datos de intensidad del recipiente vacío se recogen y usan para generar una primera función analítica para la interacción de la radiación con la pared del recipiente, que comprende, por ejemplo, una ecuación lineal que da una firma modificada por el grosor para la atenuación por la pared. La primera función analítica se genera para recipientes de una composición conocida y grosores de pared plurales conocidos. Los
- 55

grosos de pared se pueden medir, por ejemplo, normales a la superficie, o en otra dirección apropiada, por ejemplo, que corresponde a una dirección del camino del haz.

5 El punto importante es que los datos se generan relacionando intensidad con longitud de camino a través del recipiente para un intervalo de longitudes de camino para una o más composiciones del material conocidas del recipiente, siendo la longitud de camino una función del grosor de la pared y dirección del haz. Estos datos se usan a continuación para generar una primera función analítica que relaciona intensidad con longitud de camino a través del recipiente para una composición del recipiente dada.

Esta función analítica se puede usar de los distintos modos expuestos a continuación, por ejemplo, en lugar de los datos medidos para recipientes similares, por ejemplo, para rellenar una base de datos con datos de botella virtual.

10 Más preferentemente, las etapas de b) a d) se pueden repetir para recipientes de diversos grosos de pared que tienen composiciones plurales. De este modo, se pueden generar primeras funciones analíticas plurales para composiciones del recipiente plurales.

15 Estos datos o funciones se pueden usar para generar funciones analíticas adicionales que relacionan intensidad con composición, particularmente en el caso en el que se sabe que la composición varía continuamente en un intervalo (por ejemplo, en el que un material de recipiente multi-componente tiene un intervalo de proporciones de componente). Tales funciones analíticas adicionales pueden conferir utilidad adicional sin apartarse de los principios de la invención.

20 Se recogen datos de intensidad adicionales con los mismos recipientes que ahora contienen un material generalmente homogéneo tal como un líquido de composición conocida y se usan para generar un conjunto de datos de información de intensidad representativo del resultado de la interacción de la radiación con la pared del recipiente y los contenidos. Se puede hacer referencia aquí a tales recipientes como recipientes llenos. Se entenderá que esto es meramente para distinguirlos de recipientes vacíos. No se hace implicación a que tales recipientes se llenen en toda su capacidad, meramente que los recipientes ahora contienen un líquido o material similar.

25 Los datos de este modo proporcionan, para recipientes y contenidos de composición del material conocida, datos que relacionan intensidad con longitud de camino conocida a través de la combinación de recipiente y contenidos. De nuevo, es la derivación de una relación con la longitud de camino efectiva la que es la clave, siendo la longitud de camino derivable, por ejemplo, de grosos de pared de recipiente conocidos y dimensiones internas con dirección de haz conocida.

30 Un conjunto de datos, de datos de contenido libre hipotético se puede generar a continuación por deconvolución de los datos generados en la etapa de medir recipientes llenos a partir de datos apropiados generados para un recipiente vacío. El resultado es un conjunto de datos de información de intensidad que relacionan contenidos de composición del material conocida con longitud de camino conocida a través de los contenidos solos, hipotéticamente libres de recipiente.

35 Los datos del recipiente vacío se abstraen de los datos del recipiente lleno (en la que abstraer se entiende en el sentido general como retirada del efecto de atenuación del recipiente, y no en el sentido estricto que implica alguna relación aritmética particular entre el primer y segundo conjunto de datos). Los datos del recipiente vacío se pueden medir específicamente para este propósito. Los datos se pueden tomar de los registrados en las etapas de medir recipientes vacíos expuestos anteriormente. La primera función analítica se puede usar para generar datos de recipiente vacío virtualmente, que se abstraen a continuación de los datos de recipiente lleno. En todos estos casos, el resultado es un conjunto de datos, de elementos de datos que representa cada uno una muestra virtual libre de recipiente de material contenido.

45 Estos datos deconvolucionados se usan para generar una segunda función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un material contenido de composición conocida con relación a la longitud de camino a través del material contenido solo, con el recipiente virtualmente retirado. Los datos se usan de este modo para generar una segunda función analítica que relaciona intensidad con longitud de camino a través de los contenidos solo para una composición dada de los contenidos. La segunda función analítica para la interacción de la radiación con los contenidos, por ejemplo, comprende una ecuación lineal que da una firma modificada por la longitud de camino para la atenuación por el material contenido con el recipiente virtualmente retirado.

50 Esta función analítica se puede usar de los distintos modos expuestos a continuación, por ejemplo, en lugar de datos medidos para los contenidos, en otras configuraciones intermedias de recipientes, por ejemplo, para rellenar un conjunto de datos, con datos de contenidos virtuales.

55 Más preferentemente, el método se puede repetir para contenidos que tienen composiciones plurales. De este modo, se pueden generar segundas funciones analíticas plurales para composiciones de contenidos plurales. Estas se pueden usar para generar funciones analíticas adicionales que relacionan intensidad con composición,

particularmente en el caso en el que se sabe que la composición varía continuamente en un intervalo (por ejemplo, en el que un material contenido es una mezcla líquida que tiene un intervalo de proporciones de componentes, en el que es una disolución de fuerza variable, etc.) Tales funciones analíticas adicionales pueden conferir utilidad adicional al producto del método.

5 Sin embargo, en su forma más básica, el producto del método de la invención es una primera función analítica que relaciona la intensidad con la longitud de camino a través de una pared del recipiente (y más preferentemente plurales tales funciones para materiales plurales) y una segunda función analítica que relaciona la intensidad con la longitud de camino a través de los contenidos "libres" y más preferentemente plurales tales funciones para contenidos plurales).

10 Estas funciones se pueden usar en varios como medio de evitar esfuerzo cuando se procesan líquidos contenidos o materiales similares en el futuro y por ejemplo se comparan los datos medidos con los predichos para propósitos de identificación, incluyendo sin limitación la generación de datos adicionales para casos intermedios, el rellenado de bases de datos de referencia de recipientes/contenidos virtuales, etc.

15 Los datos de recipiente vacío se pueden abstraer simplemente de los datos de recipiente lleno, elemento de dato a elemento de dato, para generar un conjunto de elementos de datos que representa cada uno un líquido virtual libre de recipiente u otra muestra de material contenido.

20 En un caso alternativo, los datos de recipiente lleno se pueden usar para generar una tercera función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente de composición del material conocida y grosor conocido normal a la superficie del material del recipiente, que contiene un material contenido tal como un líquido de composición conocida. Esta tercera función analítica se puede usar para generar datos deconvolucionados, y por ejemplo, para generar la segunda función analítica en una etapa de deconvolución de abstraer la primera función analítica de la tercera función analítica para proporcionar una segunda función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un material contenido tal como un líquido de composición conocida a medida que pasa a través de la zona de escaneo.

25 La primera función analítica se deconvoluciona de la tercera para generar la segunda función analítica para la interacción de la radiación con los contenidos "libres", que comprenden, por ejemplo, una ecuación lineal que da una firma modificada del grosor por la atenuación por el material contenido tal como el líquido contenido. Es decir, la contribución atribuible a la pared como se proporciona en la primera función analítica se deconvoluciona o substraer de la contribución atribuible a la combinación proporcionada en la tercera función analítica (en la que abstraído se entiende en el sentido general como retirada del efecto de atenuación de la función deconvolucionada, y no en el sentido estricto que implica alguna relación aritmética particular entre la primera y tercera función analítica) para producir una segunda función analítica que relaciona la interacción de la radiación con los contenidos.

30 El material contenido comprende un material que por su naturaleza se esperará que tenga una sola composición generalmente homogénea a escala macroscópica, y de este modo una respuesta a la fuente que depende generalmente esencialmente solo de la longitud de camino a través del material contenido. Los materiales contenidos en el ejemplo pueden ser composiciones fluidas tales como líquidos, incluyendo mezclas, disoluciones, emulsiones, suspensiones, etc., como composiciones fluidas tales como geles, pastas, cremas, polvos finos, y similares, aerosoles, etc.

35 El sistema detector es capaz de detectar y recoger información espectroscópicamente resoluble acerca de radiación incidente en el sentido de que está adaptado para diferenciar radiación incidente simultáneamente en una pluralidad de bandas de energía diferenciadas por todo el espectro de la fuente. Por ejemplo, el sistema detector exhibe una respuesta espectroscópicamente variable en por lo menos una parte del espectro de la fuente que permite tal diferenciación simultánea de radiación incidente en una pluralidad de bandas de energía. Una función analítica describe información de intensidad espectroscópicamente resuelta acerca de la radiación incidente en el sistema detector basado en tal diferenciación.

40 Preferentemente por lo menos la segunda y más preferentemente por lo menos la primera y segunda función analítica se desarrollan así para describir la información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector en todo el espectro de la fuente de radiación para permutaciones múltiples de diferentes longitudes de camino.

Por ejemplo, una etapa adicional puede comprender la etapa de:

45 generar una cuarta función analítica que describe la información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente de composición conocida a medida que pasa a través de la zona de escaneo por todo el espectro de la fuente de radiación para todas las permutaciones de diferentes longitudes de camino del recipiente; y/o la etapa de:

generar una quinta función analítica que describe información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un líquido de composición conocida a medida que pasa a través de la zona de escaneo por todo el espectro de la fuente de radiación para todas las permutaciones de diferentes longitudes de camino a través del material contenido.

5 El procedimiento se repite por toda una gama de recipientes y materiales contenidos tales como líquidos que es posible que se encuentre. De este modo, se puede derivar una librería de funciones analíticas y/o se puede proporcionar una librería de datos de información de intensidad para líquidos de composición conocida. Tal librería de datos se puede rellenar con elementos de datos medidos, elementos de datos virtuales generados vía la función analítica, o una combinación de los dos. La librería de datos proporciona información de referencia para un material contenido, sin las características del recipiente, proporcionando por ello un procedimiento de comparación rápido y preciso para líquidos diana. De este modo, un líquido escaneado o similar material contenido se puede comparar con la base de datos de características de materiales contenidos en la diana sin interferencia de las características del recipiente. Se puede proporcionar una librería de datos de información de intensidad para botellas de composición conocida. Tal librería de datos proporciona información de referencia para una botella sin el líquido u otro material contenido característico. Adicional o alternativamente a su uso para rellenar una librería de datos para comparación de referencia, se puede usar una función analítica como herramienta de procesamiento numérico directo para datos de intensidad medidos.

20 Una función analítica que relaciona información de intensidad acerca de radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente y una función analítica que relaciona información de intensidad deconvolucionada acerca de la radiación incidente en el sistema de detección después de la interacción con un líquido, que comprende como se define anteriormente la primera y segunda función analítica, o como puede ser el caso la cuarta y quinta función analítica, y por ejemplo, siendo firmas modificadas por el grosor para paredes y líquidos o contenidos similares respectivamente, se pueden combinar para producir un resultado que describe la información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un material contenido de composición conocida a medida que pasa a través de la zona de escaneo por todo el espectro de la fuente de radiación para múltiples permutaciones de diferentes longitudes de camino.

25 Por ejemplo, en una realización preferida del método, que representa una solución práctica que permite minimizar la sobrecarga computacional de los cálculos en marcha durante la inspección, una función analítica del recipiente y una función analítica de los contenidos tal como una función analítica del líquido se pueden combinar para rellenar una base de datos con una gama de botellas virtuales llenas de múltiples permutaciones de diferentes longitudes de camino de radiación.

30 De este modo, se proporciona una librería de datos de información de intensidad para líquidos contenidos u otros materiales similares de composición conocida en recipientes conocidos. La base de datos proporciona información de referencia para un intervalo completo de combinaciones posibles de contenidos/recipiente, proporcionando por ello un procedimiento de comparación rápido y preciso para los contenidos diana. De este modo, un recipiente escaneado se puede comparar con la base de datos de características e identificar un material contenido diana tal como un líquido contenido diana.

35 De este modo, en el caso preferido, el método es un método de generar una librería de datos de información de intensidad para escenarios esperados, por ejemplo, que comprende una librería de datos de información de intensidad para líquidos u otros materiales similares aislados y/o para líquidos contenidos u otros materiales similares de composición conocida en recipientes conocidos.

40 En un aspecto adicional de la invención un método para la identificación y detección de la composición de un material contenido tal como un líquido contenido comprende:

45 la ejecución de las etapas anteriormente descritas para generar dichas funciones analíticas, y en el caso preferido para generar una librería de datos de información de intensidad para materiales contenidos tales como líquidos aislados y/o para materiales contenidos tales como líquidos de composición conocida en recipientes conocidos:

50 recoger información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector, y por consiguiente interacción de, un material contenido no identificado, de radiación recibida en el sistema detector después de la interacción con y por ejemplo, después de la transmisión a través del material contenido no identificado; usando las funciones analíticas, por ejemplo, comparando datos de intensidad medida para el material contenido no identificado con dicha librería de datos de información de intensidad, para identificar el material contenido.

En una realización preferida, se puede aplicar un filtro de grosor que rechaza cualquier identificación potencial de la base de datos fuera de un intervalo de grosor de botella medido práctico.

55 De este modo, según los principios generales de la invención, se escanea un objeto en estudio sometiéndolo a una fuente de radiación incidente de alta energía, y detectando radiación en el sistema detector después de la interacción con el objeto y sus contenidos, y en un caso particular preferido por lo menos detectando radiación transmitida a través del objeto y sus contenidos. Como será familiar, la atenuación de la radiación cuando se

transmite a través de un objeto puede dar información útil tanto acerca de la estructura del objeto como acerca de su composición y de este modo en el caso presente acerca de la estructura del objeto y de la composición de sus contenidos. El método de este modo comprende convenientemente determinar la atenuación de radiación incidente por un objeto en la zona de escaneo durante cada etapa de escaneo.

5 La invención en particular comprende la recogida y análisis de radiación después de la transmisión a través de un objeto y contenidos bajo examen. La invención en particular comprende una determinación de la atenuación de esa radiación con relación a la intensidad incidente inicial. Es bien conocido que la atenuación de la radiación transmitida por un material es una propiedad específica del material que puede estar ligada característicamente a una funcionalidad relacionada con ciertos parámetros físicos de la radiación de la fuente, tales como intensidad  
10 incidente, energía incidente, etc.

La técnica es intrínsecamente una comparativa, dado que implica buscar cambios en una firma después de que ha pasado a través de un objeto de examen. La invención no está limitada por el comparador. Por ejemplo la persona experta puede escoger usar como comparador una medida de 10 , un estándar de referencia/calibración o incluso un estándar virtual que es el resultado de una cuidadosa y reproducible configuración del sistema.

15 Por ejemplo, la intensidad incidente se mide vía una etapa de calibración en la que el sistema se hace funcionar sin un objeto en la zona de escaneo y la información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector se usa para generar un conjunto de datos de intensidad incidente para el análisis anterior.

En la realización posible preferida del método, los datos de intensidad que comprenden por lo menos la información de intensidad recogida durante una etapa de escaneo se analiza numéricamente contra una relación funcional apropiada que relaciona la intensidad transmitida con la incidente y los resultados se comparan con una librería de datos apropiados con el objetivo de proporcionar una indicación del contenido de material. Por ejemplo, se determina una relación de intensidad incidente y transmitida, y se usa esta relación para determinar un coeficiente de atenuación másico, que a continuación se puede relacionar con una librería de datos de coeficientes equivalentes para una diana esperada o materiales componentes para obtener información acerca de la composición probable del objeto y contenidos bajo escaneo. Sin embargo, es una ventaja del método, particularmente en el caso preferido en el que se genera una base de datos de material contenido o firmas de botella virtual, que tal análisis numérico puede ser innecesario, y que la identificación se hace en su lugar por una comparación de los datos de transmisión medidos con tal base de datos.

El objeto que se está escaneando se puede colocar para el movimiento en el plano vertical u horizontal dependiendo de la aplicación. Por seguridad o revisión aduanera de líquidos en botellas se prevé que la botella se montará en un soporte y se moverá a través de un plano generalmente vertical ya que montar la botella horizontalmente podría dar como resultado el derramamiento de materiales peligrosos. Montar un objeto tal como una botella para movimiento vertical requeriría algún tipo de sujeción para mantener el objeto en su sitio durante el movimiento de escaneo de modo que el objeto se monta preferentemente con un ángulo de entre 1° y 80° respecto de la vertical, preferentemente a un ángulo de entre 5° y 45° y más preferentemente entre 5° y 30°.

Muchos objetos, tales como recipientes, y por ejemplo, botellas o cartones de líquidos, tienen una forma regular que define una dirección de grosor transversal a través de la que se pueden escanear usualmente. Por ejemplo, tal grosor se puede definir por los lados paralelos de un objeto, o por puntos diametralmente opuestos en la superficie de un objeto. El haz de radiación se puede disponer de modo que sea incidente perpendicular a la superficie de tal objeto. Es decir, pasa a través de un objeto normalmente a su superficie y en tal dirección a través de su grosor. Si el haz de radiación se dispone para que pase a través del objeto con un ángulo distinto de la perpendicular entonces el haz pasa a través de un grosor incrementado de contenidos del objeto lo que puede mejorar la absorción del haz y por consiguiente el análisis de los contenidos del objeto. Por ejemplo, el haz de radiación se dispone preferentemente para que pase a través de un objeto con un ángulo de entre 0° y 80° de la normal a la superficie, preferentemente entre 5° y 45° e incluso más preferentemente entre 5° y 30°. Si el objeto está montado con un ángulo de entre 1° y 80°, preferentemente entre 5° y 45° e incluso más preferentemente entre 5° y 30° tal como se describe anteriormente, entonces usando una disposición del haz generalmente horizontal dará el deseado incremento de la longitud de camino del haz a través de los contenidos del objeto.

La fuente de radiación preferentemente comprende una fuente para suministrar radiación de alta energía tal como radiación ionizante, por ejemplo, radiación electromagnética de alta energía tal como rayos X y/o rayos gamma, y el sistema de detección está adaptado consecuentemente para detectar radiación en este espectro. La fuente de radiación, por ejemplo, es una fuente de banda ancha tal como una fuente de banda ancha de rayos X o rayos gamma capaz de producir una emisión de un espectro ancho en un amplio intervalo de energías. El sistema detector preferentemente exhibe una respuesta espectroscópicamente variable en por lo menos una parte del espectro permitiendo recoger información espectroscópica y permitiendo detectar información de intensidad a una pluralidad de bandas de energía diferenciadas por todo el espectro de la fuente.

Para cada "suceso de escaneo" (esto es, para una medida de intensidad vía un camino de radiación dado que incide y, por ejemplo, pasa a través del objeto/objeto y contenidos en una posición dada) se recoge un "conjunto de datos de intensidad" que representa la intensidad recogida que incide en el sistema detector en por lo menos parte de un

espectro de energía de la fuente. Preferentemente, según el método de la invención, cada uno de tales conjuntos de datos de intensidad se resuelve en por lo menos dos y más preferentemente por lo menos tres bandas de energía separadas en todo el espectro de la fuente. Un conjunto de datos de intensidad de este modo constituye un conjunto de datos de información de intensidad relacionada con la energía/frecuencia que es resoluble en tal pluralidad de bandas para producir una correspondiente pluralidad de medidas de datos de intensidad transmitida relacionada con un suceso de escaneo dado y por consiguiente un camino de transmisión dado a través del objeto y contenidos bajo examen.

En una realización posible, se puede usar una sola fuente de espectro ancho. En esta realización, el método de la invención puede incluir usar un detector o conjunto detector de amplio espectro y/o un solo detector de espectro estrecho para detectar la radiación incidente monocromáticamente. Alternativamente la radiación incidente se puede resolver espectroscópicamente con una sola fuente de espectro ancho que incide en un detector o conjunto de detectores adaptado para resolver la información en todo el espectro de la fuente usando las propiedades inherentes del detector y/o que incide en conjuntos detectores múltiples con respuestas de banda estrecha. En el caso preferido, la radiación incidente se resuelve espectroscópicamente en por lo menos tres y más preferentemente por lo menos cinco bandas de energía dentro del espectro de la fuente. Esto puede producir datos susceptibles de más potente manipulación que los datos monocromáticos. De este modo, en este caso preferido, el sistema detector está adaptado para generar información espectroscópica acerca de radiación incidente y especialmente transmitida por lo menos hasta el punto de resolver por lo menos tres y preferentemente por lo menos cinco bandas de energía. Preferentemente, el detector exhibe una respuesta espectroscópicamente variable en por lo menos una parte substancial del espectro de la fuente de radiación lo que permite recoger información espectroscópica detallada.

Similarmente, la fuente puede ser una sola fuente de espectro ancho en la que se pueden identificar una pluralidad de bandas de energía o energías individuales. Alternativa o adicionalmente se pueden proporcionar fuentes que tienen anchuras de banda estrechas o que generan radiación incidente a una o más energías discretas para proporcionar algunas de las energías para comparación según el método de la invención. En este caso la fuente de radiación es una fuente plural que comprende una combinación de fuentes a diferentes energías para proporcionar la extensión del espectro total necesaria para permitir la resolución por el detector en una pluralidad de energías/bandas de energía.

Por ejemplo una fuente plural comprende una fuente de rayos X que tiene un espectro de energía relativamente baja, por ejemplo, que funciona por debajo de 60 keV y por ejemplo, de 10 a 50 keV y una o más fuentes de radioisótopos que generan radiación a mayores energías, por ejemplo, por encima de 100 keV.

La fuente es preferentemente capaz de generar un espectro de radiación suficientemente ancho para permitir la resolución espectral necesaria para el rendimiento de la invención. Preferentemente la fuente genera radiación en por lo menos una o más partes del intervalo de 20 keV a 1 MeV, y más preferentemente en por lo menos una parte, y, por ejemplo, una parte principal, del intervalo de 20 keV a 160 keV. Por ejemplo, la fuente genera radiación que varía en por lo menos un ancho de banda de por lo menos 20 keV dentro de un intervalo dado. Por ejemplo, el espectro es tal que por lo menos tres bandas de 10 keV se pueden resolver dentro de ese intervalo.

Es preferible que el sistema de detectores se habilite para detectar radiación de una manera que es espectroscópicamente resoluble por el aparato de procesado de datos. Preferentemente, un sistema detector, o alguno o todos los elementos detectores discretos que componen un sistema multielemento, se pueden adaptar para producir resolución espectroscópica porque exhibe una respuesta espectroscópica directa. En particular un sistema o elemento se fabrica de un material seleccionado para exhibir inherentemente como propiedad directa del material una variable eléctrica directa y por ejemplo una respuesta fotoeléctrica a diferentes partes del espectro de la fuente. Por ejemplo, el sistema o elemento detector comprende un material o materiales semiconductores preferentemente en forma de un cristal grueso, y por ejemplo en forma de un monocristal grueso (en el que cristal grueso en este contexto indica un grosor de por lo menos 500  $\mu\text{m}$ , y preferentemente por lo menos 1 mm). Los materiales que componen el semiconductor se seleccionan preferentemente de telururo de cadmio, telururo de cinc y cadmio (CZT), telururo de manganeso y cadmio (CMT), germanio, bromuro de lantano, bromuro de torio. Los semiconductores del grupo II-VI, y especialmente aquellos listados, son particularmente preferidos en este aspecto. Los materiales que componen el semiconductor se seleccionan preferentemente de telururo de cadmio, telururo de cinc y cadmio (CZT), telururo de manganeso y cadmio (CMT) y sus aleaciones, y por ejemplo comprenden  $\text{Cd}_{1-(a+b)}\text{Mn}_a\text{Zn}_b\text{Te}$  en la que  $a+b < 1$  y a y/o b pueden ser cero.

La combinación de estos y cualquier otro de tales materiales se puede considerar que da detección espectroscópica en lugar de meramente detectar amplitud de radiación después de la interacción con el objeto y contenidos.

Preferentemente, un haz de una geometría particular, tal como una geometría de haz de lápiz o un haz de cortina o en abanico, se usa alineado perpendicular a la dirección del movimiento del objeto.

En una realización preferida se puede proporcionar un haz de lápiz simple junto con un solo simple detector de pixeles o un conjunto lineal de detectores. Alternativamente, un haz se puede colimar para que tenga una extensión en por lo menos una dimensión, por ejemplo, junto con uno o más detectores lineales. Se necesita solo un pixel para el detector si se usa una geometría de haz de lápiz. Un conjunto lineal o conjunto de área usado con un haz de lápiz

puede proporcionar la capacidad de detectar información adicional tal como radiación dispersada. Si se usa una geometría de haz en abanico se prefiere un detector lineal dispuesto perpendicular a la dirección del movimiento del objeto y dentro del área del haz. Convenientemente, un detector lineal puede comprender un conjunto lineal de una pluralidad de elementos detectores individuales.

5 La fuente de radiación se adapta para emitir tal haz. Se proporciona preferentemente un colimador entre la fuente y el objeto que se examina, por ejemplo, en la vecindad de la fuente, para producir un haz emitido de geometría apropiada de la fuente. En particular, el haz de la fuente se colima para producir un haz de lápiz.

10 Adicional o alternativamente, el haz se puede colimar después de la interacción con el objeto y contenidos bajo examen, por ejemplo, en la vecindad del detector, para permitir que la radiación transmitida pase al detector pero, por ejemplo, para restringir que cualquier radiación dispersada llegue al detector.

En su forma más simple, la invención puede comprender simplemente un método para extraer de datos de intensidad, en una sola banda o múltiples bandas espectrales, una indicación de composición del material en el camino de transmisión, por ejemplo, calculando un coeficiente de atenuación másico para un objeto en el camino de transmisión y haciendo una comparación apropiada con la librería. No necesita generar una imagen.

15 Sin embargo, no se excluye que la invención puede formar parte de un sistema de generación de imágenes por escaneo. Según esta realización posible, la base de datos de información acerca de la radiación incidente en el detector, o en adicionalmente, un detector de generación de imágenes, especialmente la información recogida durante el primer, escaneo del objeto, se usa para generar una imagen de un objeto en la zona de escaneo.

20 Preferentemente, el método comprende recoger datos con respecto a la intensidad de radiación transmitida después de la interacción con un objeto en la zona de escaneo y los datos con respecto a la intensidad de radiación transmitida se procesan en el detector tanto numéricamente como se describe anteriormente como para producir una o más imágenes y por ejemplo una sucesión de imágenes a medida que un objeto se mueve a través de la zona de escaneo.

25 Para clarificación se debe entender que cuando se usa aquí una referencia a la generación de imágenes es una referencia a la creación de un conjunto de datos de información, por ejemplo, en la forma de un archivo de datos apropiado almacenado y manipulable, del que se podría producir una representación visual de la estructura subyacente del objeto bajo investigación, y las referencias para mostrar esta imagen son referencias para presentar una imagen generada de tal conjunto de datos de una forma visualmente accesible, por ejemplo, en un medio de visualización apropiado.

30 El método de la invención convenientemente proporciona adicionalmente la etapa adicional de mostrar tal imagen o imágenes generadas, y en el caso de múltiples imágenes puede implicar mostrar tales imágenes simultánea o secuencialmente.

35 Cada imagen recogida se puede resolver espectroscópicamente en una pluralidad de bandas cada una destinada a generar una imagen en parte del espectro total, de modo que las bandas conjuntamente permitan la generación de una imagen compuesta de energía diferenciada o una sucesión de imágenes.

La invención se describirá ahora por medio de ejemplos solo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es una representación esquemática de un aparato de la invención;

La Figura 2 es un esquema general de un posible aparato para implementar la invención que incluye un aparato de la Figura 1.

40 La Figura 3 ilustra un típico espectro de una fuente de radiación, e ilustra cómo se parte para implementar la invención junto con una operación de generación de imágenes; y

La Figura 4 y 5 ilustra un protocolo representativo para la recogida de datos de nivel superior en el escáner de botellas para la producción de una librería de datos en la que los datos se pueden corregir según la inclinación de la botella con relación al haz incidente.

45 En el aparato de la invención ilustrado en la Figura 1 se muestra una realización de un posible aparato para implementar la invención que comprende un escáner de botellas para escanear líquidos en botellas y objetos similares usando radiación de rayos X. Aunque se hace referencia aquí, por ejemplo, a líquidos contenidos se apreciará que la invención es similarmente aplicable a todos los materiales de composiciones que tienen este carácter esencialmente mixto y generalmente por lo menos macroscópicamente homogéneo cuando está contenido tal como mezclas líquidas, disoluciones, emulsiones, suspensiones, etc., como composiciones fluidas tales como geles, pastas, cremas, polvos finos, y similares, aerosoles, etc.

50 El escáner 10 de botellas está provisto de un eje 11 deslizante lineal para mover un soporte 12 de botellas que está conectado fijamente al eje 11 deslizante lineal para movimiento con el mismo. El eje 11 deslizante lineal es capaz de

mover el soporte 12 de botellas en dos direcciones.

- 5 El soporte de botellas 12 comprende un miembro 13 posterior contra el que reposa la botella 16 y un miembro 14 base con una superficie 15 superior sobre la que está la botella 16. La botella 16 está alojada contra y dentro del soporte 12 de botellas en virtud de que el soporte y el eje deslizante lineal están inclinados con un ángulo  $\alpha$ . En el ejemplo este puede ser un ángulo de 15° respecto a la vertical. Para una botella, puede ser conveniente un ángulo de entre 5° y 30°. Otras formas de objetos o recipientes se pueden sujetar a diferentes ángulos óptimos.
- 10 El miembro 13 posterior del soporte de botellas está preferentemente provisto de una abertura (no mostrada) para permitir un camino despejado para que pase el haz de rayos X desde la botella hasta el detector. La abertura en el miembro 13 posterior podría ser una abertura en forma de rendija que va desde la parte superior hasta el fondo del miembro posterior. La abertura de rendija podría ser una rendija estrecha que proporciona alguna colimación del haz con una anchura suficiente para permitir que el haz pase a través sin impedimento pero suficientemente estrecho para restringir que cualquier radiación dispersada llegue al detector 22. Se podría proporcionar colimación adicional u otra colimación alternativa del haz en el lado de transmisión.
- 15 El movimiento del soporte 12 de botellas y la botella 16 a lo largo del eje 11 deslizante lineal está provocado por la rotación del motor 23 de paso movido eléctricamente. El motor provoca que gire la polea 24, que mueve la correa 25 que, a su vez, mueve la rotación de la polea 26. El movimiento rotacional de la polea 26 se convierte en una rotación de un sistema de propulsión apropiado tal como un sistema de propulsión de tornillo (no mostrado) en el eje 11 deslizante lineal que crea el movimiento lineal del soporte 12 de botellas.
- 20 El motor es capaz de rotación en cualquier dirección y controlando la dirección de rotación del motor se puede determinar la dirección de movimiento del soporte 12 de botellas y la botella 16.
- A medida que se mueva la botella a lo largo del eje 11 deslizable lineal se provoca que pase a través de un haz 19 de rayos X. El haz 19 incidente se genera por un fuente 18, preferentemente una fuente de wolframio de modo que tiene un amplio espectro de energías presente en el haz.
- 25 El haz 19 de rayos X está alineado horizontalmente. Cuando la botella se inclina con un ángulo  $\alpha$  respecto de la vertical el haz no da en la botella perpendicular a la superficie de la botella. Esta disposición preferida da un camino de absorción incrementado para el haz cuando pasa a través de la botella y sus contenidos.
- El haz 19 incidente pasa a través de la botella 16 y contenidos 17 de la botella en los que tendrá lugar la absorción y dispersión a lo largo del camino 21 del haz antes de que emerja el haz 22 de transmisión de la botella y se detecte por el detector 20.
- 30 El haz de rayos X está preferentemente colimado por el colimador 41 primario provisto de abertura 43 y colocado cerca de la fuente 18 y es preferentemente un haz de lápiz con una geometría de una dimensión.
- El haz 20 de rayos X de transmisión está preferentemente colimado a través de una abertura 44 apropiada en el colimador 42 secundario antes de que llegue al detector 22.
- 35 El detector 22 es preferentemente un solo pixel alineado con el haz de rayos X colimado. El detector genera una señal representativa de la intensidad y energía de las interacciones con fotones del haz 20 de rayos X de transmisión. Estas señales se procesan a continuación como se detalla en la Figura 2 a continuación. En la realización el detector comprende material capaz de resolución espectroscópica de los rayos X incidentes, y en los ejemplos específicos comprende telururo de cadmio (CdTe) aunque se apreciará que se podrían usar materiales alternativos.
- 40 Se podría proporcionar una capacidad de análisis adicional por el uso de detectores adicionales para detectar aquellas partes del haz de rayos X que han sido dispersadas en las direcciones hacia adelante y hacia atrás. El haz 20 de transmisión y los haces de rayos X dispersados hacia adelante se podrían detectar por el uso de conjuntos lineales o de área.
- 45 En la representación esquemática general de la Figura 2, solo se muestra por simplicidad un único camino del rayo. Una fuente 18 de rayos X y un conjunto 22 de aparato detector lateralmente espaciado conjuntamente definen una zona Z de escaneo entre ellos. En uso, una botella que se va a escanear se coloca en un camino del haz de rayos X siendo colocada en un soporte de botellas tal como el mostrado en la Figura 1 y siendo movida en dirección X a través de la zona de escaneo por un mecanismo tal como el descrito en la Figura 1 tal que el haz de rayos X pasa a través de la botella a lo largo de su eje.
- 50 En el ejemplo ilustrado, una botella está situada en la zona Z de escaneo. Se ilustra un haz 19 incidente de la fuente de rayos X. En este simple esquema, el haz incidente se representa por la línea 19. El haz 20 transmitido incide sobre un solo detector 22.

El detector 22 está en comunicación de datos con un procesador 32. La resolución espectral inherente del material en el detector permite que el procesador 32 resuelva esta imagen diferencialmente en una pluralidad de bandas de

frecuencia/energía preestablecidas según los principios de la invención por referencia a los límites de banda de energía almacenados en el registro 33 de datos.

En la realización del ejemplo se usa una fuente de rayos X de wolframio. Un espectro típico tal como el que puede ser generado por wolframio de intensidad inicial frente a longitud de onda se ilustra en la Figura 3.

5 El principal propósito de la Figura 3 es ilustrar dos modos posibles en los que el espectro se puede resolver según una realización posible. En cada caso, el espectro se muestra resuelto en cinco bandas de frecuencia.

10 El esquema ilustra dos modos en los que el espectro se puede resolver. En la Figura 3a, el grueso del espectro generado se divide entre cinco bandas de energía relativamente anchas de b1 a b5. En la Figura 3b, cinco bandas relativamente estrechas, que pueden aproximar incluso a energías individuales, se definen de c1 a c5. Ninguna alternativa está en contradicción con los principios de la invención, y se puede usar cualquier combinación para generar resultados útiles bien para el análisis numérico de la invención o, en una realización preferida, para la generación de imágenes espectroscópicamente resueltas para dar información adicional acerca de un objeto y contenidos bajo investigación.

15 En una realización ejemplo, se pueden usar los mismos principios para generar funciones representativas generales para una variedad de botellas y contenidos, y por ejemplo, para rellenar una base de datos de botellas virtuales y contenidos, y para caracterizar e identificar los contenidos de material de una botella desconocida bajo investigación. En la realización ejemplo, los datos se analizan numéricamente. El procesador 32 adicionalmente actúa con relación a una serie de bandas de frecuencia identificadas, por ejemplo, las de la Figura 3a o 3b, y en esta función usa los datos para generar una cuantificación representativa de, y por ejemplo un promedio de, intensidad transmitida en cada banda, que se hace pasar a continuación al registro 34 de elemento de datos de intensidad para almacenamiento.

20 Un medio 35 de cálculo evalúa los datos en puntos a lo largo de la línea de escaneo de la botella e intenta ajustarlos a una relación según el método de la invención.

25 Para llevar a cabo un examen de escaneo de botellas para analizar los contenidos de botellas, se carga una botella que se va a investigar en el soporte de botellas. Se enciende el haz de rayos X y se mueve la botella a una posición para escaneo, por ejemplo, a una posición que maximiza el grosor de los contenidos a través del que pasa el haz de rayos X.

30 La realización del método requiere un conjunto de datos de referencia  $I_0$  para la fuente en todo el espectro bajo examen que se genera convenientemente en una etapa de calibración antes de escanear haciendo funcionar el sistema sin un objeto.

35 En la realización preferida, se genera a continuación una librería de datos de información de intensidad para líquidos contenidos de composición conocida en recipientes conocidos escaneando y determinando la atenuación de una gama de líquidos/recipientes conocidos. La base de datos proporciona información de referencia para una gama completa de combinaciones posibles de líquido/ recipiente, proporcionando por ello un procedimiento de comparación preciso y rápido para líquidos diana. De este modo, un recipiente escaneado se puede comparar con la base de datos de características e identificar un líquido diana. Un método para rellenar tal librería se describe con más detalle a continuación.

40 Un objeto bajo examen que comprende un líquido contenido desconocido se puede escanear a continuación. Por ejemplo, en una metodología posible, se realiza un primer escaneo en movimiento en el que se toma un valor de  $I_0$  como constante durante el escaneo y se identifican anomalías por datos de tendencia anómala en la intensidad  $I$  transmitida.

45 El escaneo en movimiento identifica sitios diana para un segundo escaneo estático en el que se realiza un análisis más completo con vistas a una identificación de los materiales. Por ejemplo se calcula por lo menos la atenuación a cada banda ( $I/I_0$ ). En un enfoque adicional posible, los medios de cálculo también evalúan una relación entre sucesivos elementos de datos de intensidad (por ejemplo, en el que se recogen elementos de datos de  $I_1$  a  $I_5$  que relacionan las bandas de energía de c1 a c5, los medios de cálculo evalúan el cociente  $I_1/I_2, I_2/I_3, I_3/I_4, I_4/I_5$ ). Este cálculo de tal cociente es capaz en principio de retirar de la consideración variables, tales como densidad y grosor, que no varían con la energía de la radiación incidente, y por lo tanto de proporcionar un indicador numérico que está funcionalmente relacionado con la energía, y consecuentemente es indicativo de la variable primaria dependiente de la energía, el coeficiente de atenuación másico, ajustando a una relación como se describe anteriormente.

50 Un comparador 36 compara los datos producidos por ello a lo largo de la profundidad de la botella con una librería de datos 37. La librería de datos incluye datos prealmacenados de naturaleza similar o al menos comparable que está relacionada o depende de la atenuación esperada de la intensidad transmitida, por ejemplo, que incluye la constante de atenuación másica para una gama de materiales, y en particular materiales diana especificados. La librería de datos incluye información de intensidad para líquidos contenidos de composición conocida en recipientes conocidos en todo el espectro de la fuente de radiación para múltiples permutaciones de diferentes longitudes de

- camino. Esta puede ser una librería manual o automáticamente direccionada. Los datos se pueden pre-cargar, o se pueden generar o añadir con el tiempo por el funcionamiento del aparato con materiales conocidos. La Figura 4, que continua en la Figura 5, es un protocolo representativo para la recogida de datos de nivel superior en el escáner de botellas para la producción de tal librería de datos según los principios generales de la invención. La Figura 5 ilustra la continuación de protocolo para escaneo de botellas representado en la Figura 4, en el que los datos se pueden corregir por la inclinación de la botella con relación al haz incidente.
- 5
- En virtud de esta comparación, se pueden sacar conclusiones acerca del posible contenido de material en el camino de transmisión. Esto se puede mostrar en los medios 38 de muestra o la muestra se puede preferentemente retrasar hasta que se ha completado el ciclo de escaneo como se describe a continuación.
- 10
- En una posible realización se escanea una botella en una posición estacionaria. Tal escaneo estático se puede llevar a cabo en un punto seleccionado o, alternativamente, se pueden seleccionar una serie de puntos para el escaneo estático y tomar una serie de registros de datos y analizarlos para identificar o verificar la identidad del material.
- 15
- Una serie de escaneos estáticos se pueden llevar a cabo si, por ejemplo, los contenidos de la botella parecen tener una composición por capas o parece haber una pluralidad de regiones con diferentes composiciones.
- La posición o posiciones de escaneo estático se pueden determinar por medio de un sistema automatizado junto con el comparador o determinar por un operador que monitoriza el examen.
- Una posición para el escaneo estático se puede seleccionar en el cuello de la botella por encima del nivel del líquido para obtener una absorción de fondo del haz de rayos X para el material de la botella.
- 20

## REIVINDICACIONES

1. Un método para obtener datos de radiación útiles para la identificación y detección de la composición de un material contenido que comprende las etapas de:
- 5 a) proporcionar una fuente de radiación y un sistema detector de radiación separado de ella para definir una zona de escaneo entre ellos; siendo el sistema detector capaz de detectar y recoger información espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente;
- 10 b) recoger información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector, y por consiguiente de la interacción de un recipiente de composición del material conocida y de grosor de la pared conocido, ausente cualquier contenido, en la zona de escaneo con radiación incidente de radiación recibida en el sistema detector después de la transmisión a través del recipiente;
- 15 c) repetir la etapa b) para una pluralidad de diferentes recipientes, cada uno de composición del material conocida y grosor de pared conocido, y estando ausente cualquier contenido; para obtener un conjunto de datos de información de intensidad relacionada con recipientes de composiciones del material conocidas y longitud de camino conocida a través del recipiente;
- 20 d) evaluar una relación numérica relacionada con la pluralidad de recipientes para generar una primera función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente de composición del material conocida relacionada con la longitud de camino a través del recipiente;
- 25 e) repetir la etapas de b) a c) con los mismos recipientes que ahora contienen un material contenido de composición conocida para obtener un conjunto de datos de información de intensidad relacionados con el recipiente y contenidos de composiciones del material conocidas y longitud de camino conocida a través del recipiente y contenidos;
- 30 f) abstraer de los datos generados en la etapa e) datos equivalentes generados por un recipiente vacío para obtener un conjunto de datos de información de intensidad que relacionan material contenido de composición del material conocida con longitud de camino conocida a través del material contenido;
- g) evaluar una relación numérica relacionada con el material contenido conocido para generar una segunda función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un material contenido de composición conocida con relación a la longitud de camino a través del material contenido.
2. Un método según la reivindicación 1, en el que las etapas de b) a d) se repiten para recipientes de diversos grosores de pared que tienen composiciones plurales.
3. Un método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que las etapas de e) a g) se repiten para contenidos que tienen composiciones plurales.
- 35 4. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que los datos generados en la etapa e) se usan en las etapas de:
- 40 f) evaluar una relación numérica relacionada con la pluralidad de recipientes que contienen materiales contenidos de composición del material conocida para generar una tercera función analítica que describe información de intensidad espectroscópicamente resoluble acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente de composición del material conocida y grosor conocido normal a la superficie del material del recipiente, que contiene un material contenido de composición conocida;
- g) abstraer la primera función analítica de la tercera función analítica para proporcionar la segunda función analítica.
- 45 5. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que por lo menos la primera y segunda función analítica se desarrollan así para describir la información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector por todo el espectro de la fuente de radiación para múltiples permutaciones de diferentes longitudes de camino.
- 50 6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que una función analítica que relaciona la información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente y una función analítica que relaciona información de intensidad deconvolucionada acerca de radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un material contenido se combinan para producir un resultado que describe información de intensidad acerca de radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un material contenido de composición conocida cuando pasa a

través de la zona de escaneo por todo el espectro de la fuente de radiación para múltiples permutaciones de diferentes longitudes de camino.

- 5 7. Un método según la reivindicación 6, en el que la función analítica del recipiente y la función analítica del material contenido se combinan para rellenar una base de datos con una gama de botellas virtuales llenas de múltiples permutaciones de diferentes longitudes de camino.
8. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que una etapa de recoger información de intensidad acerca de radiación incidente en el sistema detector después de la interacción con un recipiente y/o sus contenidos comprende detectar radiación transmitida a través del recipiente y/o sus contenidos y determinar la atenuación de radiación incidente por un recipiente y/o sus contenidos en la zona de escaneo.
- 10 9. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que un objeto que se va a escanear es un material contenido en una botella y la botella se monta en un soporte y se mueve a través de un plano con un ángulo de entre 5° y 30° respecto a la vertical.
- 15 10. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que el haz de radiación se colima después de la interacción con un recipiente y/o sus contenidos bajo examen para permitir que la radiación transmitida pase al detector pero para restringir que cualquier radiación dispersada llegue al detector.
- 20 11. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que el detector comprende un elemento detector fabricado de un material semiconductor o materiales seleccionados para exhibir inherentemente como una propiedad directa del material una respuesta fotoeléctrica variable directa a la radiación de la fuente en por lo menos una parte del espectro de la fuente y el método comprende obtener información de intensidad espectroscópicamente resuelta en una pluralidad de bandas de energía diferenciadas por todo el espectro de la fuente.
12. Un método según la reivindicación 11, en el que detector comprende un material semiconductor en forma de monocristal grueso que incluye un material semiconductor seleccionado de telururo de cadmio, telururo de cinc y cadmio (CZT), telururo de manganeso y cadmio (CMT) y sus aleaciones.
- 25 13. Un método según cualquier reivindicación precedente, en el que el material contenido es un líquido.
14. Un método para la identificación y detección de la composición de un material contenido que comprende las etapas de:
- ejecución de las etapas según cualquier reivindicación precedente para generar dichas funciones analíticas, y por ello para generar una librería de datos de información de intensidad para materiales contenidos de composición conocida en recipientes conocidos;
- 30 recoger información de intensidad acerca de la radiación incidente en el sistema detector, y por consiguiente de la interacción de, un material contenido no identificado, de radiación recibida en el sistema detector después de la transmisión a través del material contenido no identificado;
- comparar datos de intensidad medida para el material contenido no identificado con dicha librería de datos de información de intensidad, para identificar el material contenido.

35

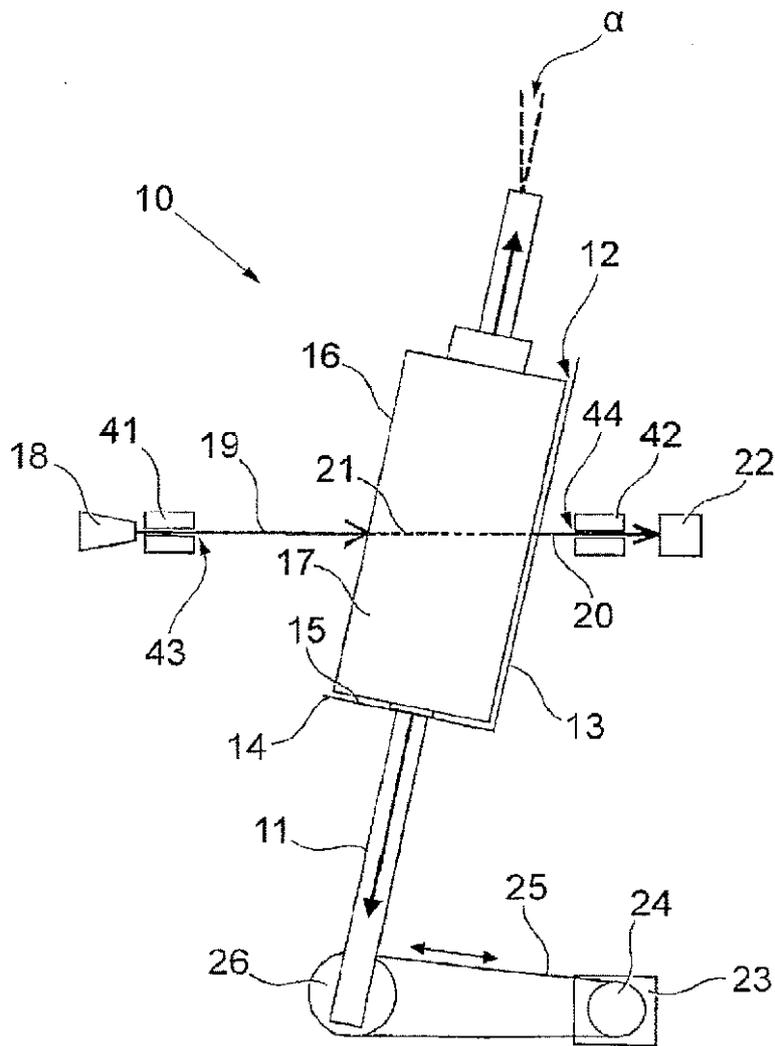


Fig. 1

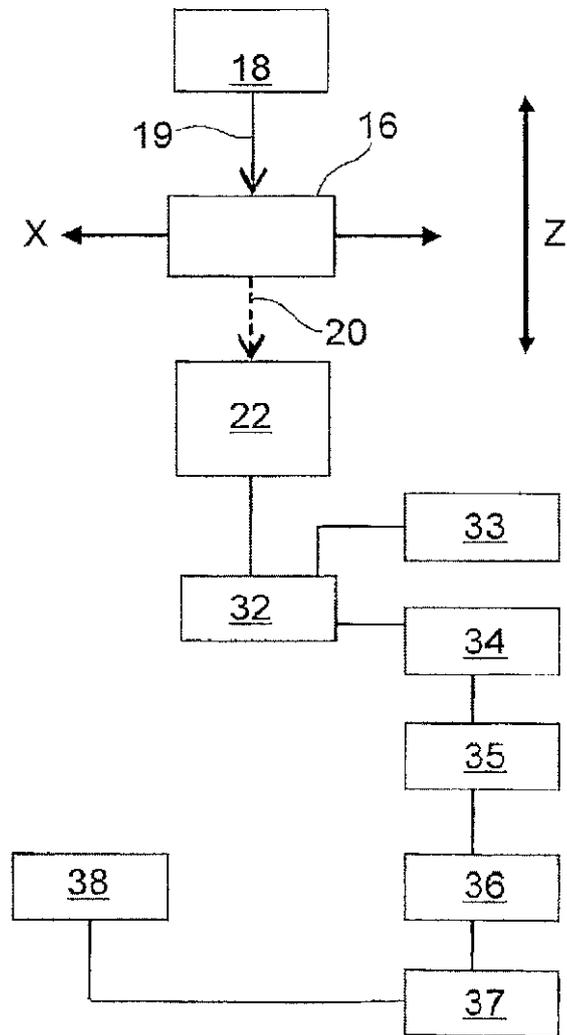
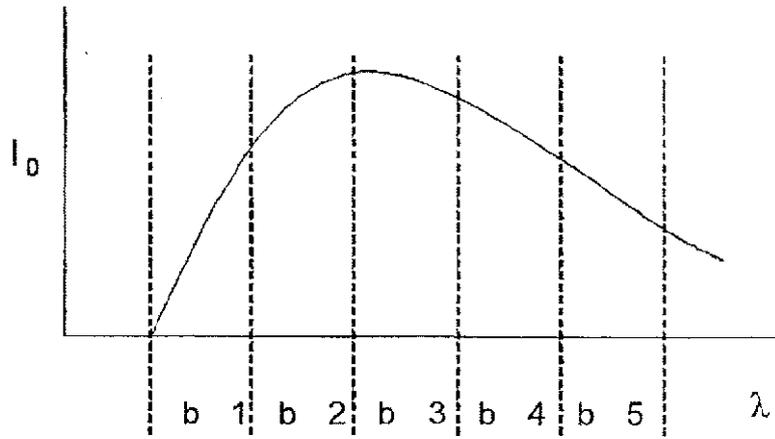
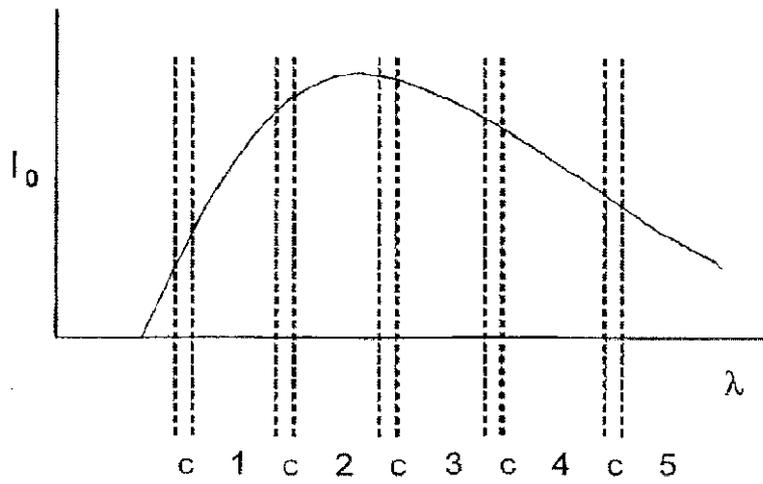


Fig. 2



*Fig. 3a*



*Fig. 3b*

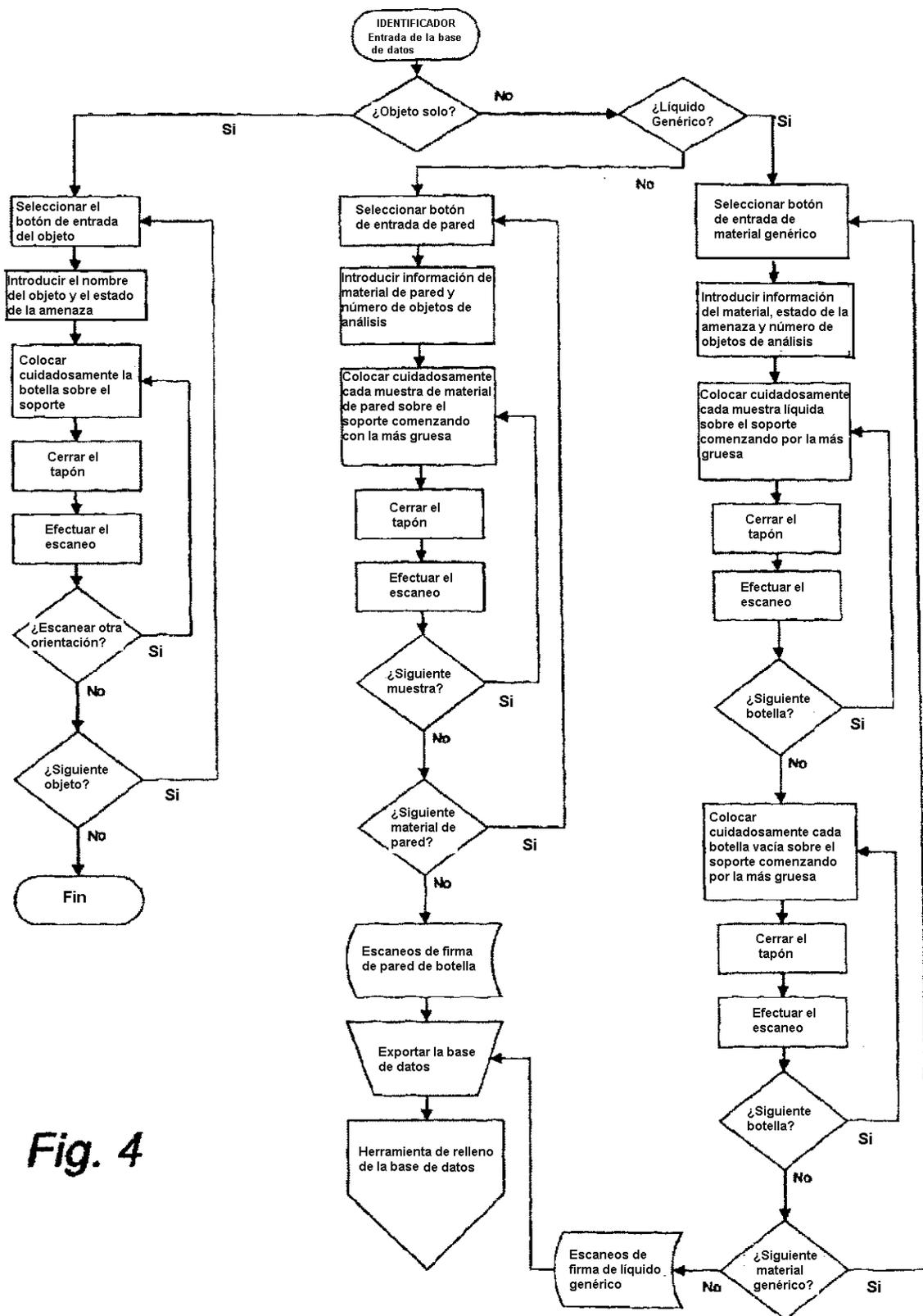


Fig. 4

