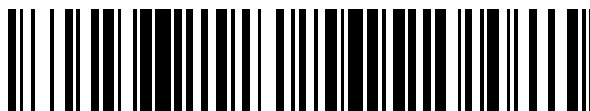


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 474 200**

51 Int. Cl.:

G01N 23/04 (2006.01)

G01N 23/20 (2006.01)

G01N 23/203 (2006.01)

G01V 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2007** **E 07840728 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2049888**

54 Título: **Inspección por rayos X con generación de imágenes de transmisión y retrodispersión contemporánea y proximal**

30 Prioridad:

11.08.2006 US 822162 P

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

08.07.2014

73 Titular/es:

**AMERICAN SCIENCE & ENGINEERING, INC.
(100.0%)
829 MIDDLESEX TURNPIKE
BILLERICA, MA 01821, US**

72 Inventor/es:

**ROTHSCHILD, PETER J.;
SCHUBERT, JEFFREY R. y
PAILES, AARON D.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 474 200 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

Inspección por rayos X con generación de imágenes de transmisión y retrodispersión contemporánea y proximal

Esta solicitud reivindica prioridad de la solicitud de patente provisional de EE.UU. no. de serie 60/822.162, 11 de Agosto, 2006, titulada "X-ray Inspections with Contemporaneous and Proximal Transmission and Backscatter Imaging", no. de expediente legal 1945/A74.

Campo técnico

La presente invención se refiere a métodos y sistemas para inspeccionar objetos por medio de radiación penetrante, y más particularmente, para inspeccionar objetos por medio de sondas de transmisión y dispersión substancialmente contemporáneas.

10 Antecedentes de la invención

Los sistemas de generación de imágenes por transmisión de rayos X estándar se han usado para aplicaciones de inspección, médicas y de seguridad. Típicamente, las imágenes médicas de transmisión de rayos X se han obtenido usando haces cónicos de rayos X y utilizando película de rayos X como medio de detección. Más recientemente, se han usado haces en abanico de rayos X junto con conjuntos detectores segmentados lineales para crear dos imágenes dimensionales de objetos que se transportan a través del haz en abanico, entre la fuente de rayos X y el conjunto de detectores. Este es también el enfoque estándar para examinar pequeñas bolsas o envases para aplicaciones de seguridad, tales como en los aeropuertos. La imagen de transmisión obtenida puede ser una imagen de una sola energía, usando un tubo de rayos X de una sola energía del punto final y un conjunto de detectores en el que cada elemento del conjunto consiste en solo un canal detector.

20 Las imágenes basadas en la transmisión diferencial o dispersión como función de la energía de la radiación incidente se pueden obtener usando una fuente de rayos X que alterna entre dos energías del punto final, o alternativamente, empleando un conjunto de detectores segmentados de energía dual. Tales conjuntos tienen dos canales detectores por elemento del conjunto. Un canal detector es sensible a los rayos X de más baja energía, mientras que el segundo canal (que a menudo contiene también un filtro de rayos X) preferentemente detecta los rayos X de energía más alta. Tomando la relación de las dos señales de los canales de baja y alta energía, se pueden obtener imágenes de transmisión de dos energías, que permiten determinar el número atómico efectivo medio Z de los materiales en cada localización en la imagen. Esto permite que los materiales se separen aproximadamente en materiales de bajo Z (orgánicos), Z intermedio, o Z alto (metálicos). Esta información se puede superponer sobre la imagen de transmisión en blanco y negro, típicamente usando una paleta de color, para crear una imagen de color que transmite la información de identificación del material al operador.

La generación de imágenes de retrodispersión de rayos X se ha usado en las últimas dos décadas para proporcionar un medio de detectar y generar imágenes más fiablemente de materiales orgánicos que se han escondido en bolsas y envases, e incluso en grandes recipientes de carga y vehículos. En lugar de usar un haz en abanico de rayos X, estos sistemas típicamente usan un haz de lápiz de barrido de rayos X, denominado también "punto móvil". Las imágenes de retrodispersión se crean midiendo la cantidad de energía de rayos X que es dispersada por dispersión de Compton del haz a medida que cada parte del objeto es iluminada secuencialmente por el haz. Los rayos X de dispersión de Compton se detectan típicamente en detectores de gran área que se han optimizado para detectar los rayos X dispersados de relativamente baja energía. Barriendo por rastreo del haz de lápiz a través del objeto que se está escaneando mientras se transporta el objeto a través del haz de escaneo, se obtiene una imagen de retrodispersión en dos dimensiones completa del objeto. Dado que la dispersión de Compton a bajas energías de rayos X (por debajo de alrededor de 250 keV) tiende a ser más sensible a las regiones orgánicas del objeto, el método se puede usar para resaltar estas regiones.

La combinación de técnicas de transmisión y retrodispersión de rayos X se ha enseñado previamente, por ejemplo, en la patente de EE.UU. No. 6.151.381 ("Gated Transmission and Scatter Detection," en la que se usan fuentes separadas y temporalmente cerradas para la generación de imágenes de transmisión y retrodispersión) y 6.546.072 ("Transmission-Enhanced Scatter Imaging", en la que se usa la misma fuente para imágenes tanto de transmisión como de retrodispersión). Los sistemas que usan generación de imágenes tanto de transmisión como de retrodispersión han requerido espectros de fuentes idénticas para las dos modalidades (en los casos en los que se usa una sola fuente para ambos) o bien han tenido que enfrentarse a problemas de interferencia, debido especialmente a los fotones dispersados del haz en abanico de transmisión típicamente de más alta energía o más alto flujo que incide sobre los detectores de dispersión.

El documento US 6.687.326 describe un método para corregir la dispersión en un escáner de tomografía computerizada (CT).

Sumario de la invención

55 Se exponen varios aspectos de la presente invención en las reivindicaciones adjuntas.

Según las realizaciones preferidas de la presente invención, se proporcionan métodos y un sistema para inspeccionar un objeto. El sistema tiene dos fuentes de radiación penetrante, la primera que emite un haz en abanico y la segunda que emite un haz de barrido de radiación penetrante. El sistema tiene un conjunto segmentado de elementos detectores para medir la intensidad de radiación penetrante del haz en abanico transmitida a través del objeto así como por lo menos un detector de dispersión para detectar la radiación penetrante del haz de lápiz de barrido dispersada por el objeto. Finalmente, el sistema tiene un procesador para formar por lo menos una imagen que representa las características de transmisión y dispersión que se pueden mostrar a un operador.

En realizaciones adicionales, el conjunto de detectores segmentado puede ser un conjunto de detectores de dos energías, y los detectores de retrodispersión se pueden colimar de modo que preferentemente detectan rayos X dispersados del haz de barrido. Se puede disponer una barrera de atenuación entre el subsistema de generación de imágenes de transmisión y el subsistema de generación de imágenes de dispersión de una manera tal para reducir la interferencia.

El sistema puede proporcionar el ajuste de la relación de aspecto y tamaño de las imágenes de transmisión y dispersión con algoritmos de software de modo que el tamaño y forma del objeto inspeccionado parezcan similares en ambas imágenes. La contribución en la imagen de dispersión debido a la interferencia se puede sustraer de la imagen de dispersión. Según la invención, la señal del detector de dispersión se mide cuando el haz de lápiz de barrido no está iluminando el objeto para determinar la contribución debida a la interferencia y esta señal medida se sustrae de la señal del detector de dispersión cuando el haz de lápiz de barrido ilumina el objeto.

Según más realizaciones adicionales de la invención, uno o más detectores de dispersión pueden detectar preferentemente rayos X dispersados en un intervalo de energía y uno o más detectores de dispersión pueden preferentemente detectar rayos X en otro intervalo de energía. Las señales de los dos conjuntos de detectores se pueden combinar a continuación para extraer información adicional con respecto al número atómico efectivo del objeto observado.

Breve descripción de los dibujos

Las características precedentes de la invención se entenderán más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada junto con dibujos adjuntos:

La Fig. 1 es una ilustración esquemática de un sistema de inspección de generación de imágenes de transmisión y dispersión con paletas de colimación en el detector, según realizaciones de la presente invención;

La Fig. 2 representa la interposición de una barrera flexible de atenuación de rayos X en un sistema de inspección de generación de imágenes de transmisión y dispersión según realizaciones de la presente invención; y

La Fig. 3 es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de inspección de generación de imágenes de transmisión y dispersión con paletas de colimación y apantallamiento del detector.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

Las realizaciones de la presente invención proporcionan métodos y sistemas para superar los problemas de interferencia entre las modalidades de generación de imágenes de transmisión y de dispersión. Estos métodos y sistemas proporcionan también el procesado de imágenes en software tal que la relación de aspecto de las imágenes de transmisión y de dispersión que se presentan a un operador son comparables, aunque la generación de imágenes se realice por diferentes fuentes, con el objeto bajo inspección en diferentes posiciones.

Las realizaciones de la invención se describen aquí desde el punto de vista de radiación de rayos X, sin embargo, se debe entender que las enseñanzas y alcance de la invención reivindicada se extienden a radiación penetrante de cualquier tipo, incluyendo rayos gamma, etc.

Combinando un sistema de generación de imágenes de transmisión de rayos X que usa un haz en abanico y un conjunto de detectores segmentado, con un sistema de generación de imágenes de dispersión que usa un haz de lápiz de barrido, se obtiene un potente sistema de generación de imágenes que incorpora lo mejor de ambas tecnologías. La imagen de transmisión es una imagen de alta resolución, en la que la resolución de la imagen está determinada por el tamaño de los elementos individuales del conjunto de detectores. Usando una fuente de rayos X de dos energías, o un conjunto de detectores de dos energías, la imagen de transmisión puede mostrar también el número atómico efectivo Z de los objetos que se están observando. La resolución de la imagen de retrodispersión está determinada por la anchura del haz de lápiz que se usa para barrer el objeto: cuanto más estrecho sea el haz, más alta será la resolución. Sin embargo, a medida que se reduce la anchura del haz, el número de rayos X en el haz se reduce también, disminuyendo la estadística de fotones disponibles y aumentando la granulosidad aparente de la imagen de retrodispersión. El tamaño del haz que se usa es por lo tanto un compromiso entre la calidad de imagen y la resolución.

Un sistema 10 de generación de imágenes compacto que incorpora subsistemas separados de generación de imágenes de transmisión y retrodispersión se describe con referencia a la Fig. 1. Un objeto 20 que se está

inspeccionando, tal como un paquete o bolsa, se transporta primero sobre una cinta transportadora 23 a través de un haz 25 en abanico de rayos X, y la imagen de transmisión se forma midiendo la intensidad de rayos X que se transmite a través del objeto a cada uno de los elementos detectores en un conjunto 30 de detectores de transmisión segmentado. A medida que el objeto 20 es transportado más allá a través del túnel de inspección del sistema, pasa a través del plano del haz 35 de lápiz de escaneo por rastreo de un sistema de generación de imágenes de retrodispersión. La imagen de retrodispersión se forma midiendo la intensidad de la radiación dispersada de Compton que se detecta por los detectores 40 de dispersión colocados bajo la cinta transportadora 23, o sobre las paredes o techo del túnel de inspección.

Reducción de la interferencia entre subsistemas de generación de imágenes

Un gran reto técnico de la incorporación de las modalidades de transmisión y dispersión en un sistema de generación de imágenes compacto es reducir el escape de radiación de rayos X entre los dos sistemas de generación de imágenes. Por razones prácticas de rendimiento y costes, es preferible que tanto el haz en abanico de rayos X de transmisión como el haz de lápiz de rayos X de retrodispersión se energicen simultáneamente. Esto significa que los rayos X dispersados del haz 25 en abanico de transmisión por el objeto 20 (o que provienen de cualquier superficie del sistema de inspección mismo) se detectarán en los detectores 40 de retrodispersión. Similarmente, los rayos X dispersados del haz 35 de lápiz por el objeto 20 se detectarán también en el conjunto 30 de detectores de transmisión. Debido a que los detectores de retrodispersión son grandes con relación a los elementos detectores de transmisión, y debido a que el subsistema de transmisión usa un haz en abanico en lugar de un haz de lápiz, el problema de interferencia (o escape) es casi exclusivamente en un solo sentido; esto es, la radiación se dispersa desde el haz en abanico de transmisión hacia los detectores de retrodispersión. Esta interferencia se manifiesta en forma de regiones nubosas más brillantes en la imagen de retrodispersión, o en su más extrema manifestación, en forma de bandas verticales en la imagen de retrodispersión.

Hemos encontrado que las características incorporadas en el hardware del sistema pueden reducir los efectos de la "interferencia" de rayos X, tales como las paletas de colimación, cuidadoso diseño y colocación de los detectores de dispersión, y barreras de atenuación de rayos X entre el subsistema de generación de imágenes de transmisión y el subsistema de generación de imágenes de retrodispersión.

Los ejemplos de paletas 50 de colimación se muestran en la Fig. 1. Las paletas se diseñan de modo que el campo de visión ("FOV") de los detectores de retrodispersión está limitado para detectar la retrodispersión que se origina desde el plano que contiene el haz de lápiz del subsistema de generación de imágenes de retrodispersión. Los rayos X que se dispersan del haz en abanico del subsistema de generación de imágenes de transmisión no son capaces de pasar a través de los colimadores, y por lo tanto no contribuyen de un modo negativo a la señal de retrodispersión. Un problema con las paletas de colimador anguladas colocadas en la derecha, detector 40 de retrodispersión mostrado en la Fig.1, es que tales paletas reducirían también la señal de retrodispersión real que viene del haz 35 de lápiz de barrido. De este modo, una sola paleta de colimador, paralela al haz 35 de lápiz, se usa para el detector de retrodispersión derecho. Sin embargo, los rayos X dispersados del haz en abanico de transmisión pueden entrar aún en este detector, degradando la calidad de la imagen de retrodispersión.

Para reducir adicionalmente la "interferencia" no deseada entre los haces de rayos X, un segundo método para reducir la interferencia no deseada entre los subsistemas de generación de imágenes de transmisión y dispersión es colocar una barrera flexible de atenuación de rayos X, tal como una cortina 60 de plomo, entre los dos subsistemas, como se representa, por ejemplo, en la Fig. 2. La barrera (o barreras) podría consistir también en puertas abatibles, que tienen muelles para devolverlas a la posición de cerrado. En esta realización, los rayos X dispersados del haz en abanico de transmisión son bloqueados por la barrera de atenuación antes de que puedan entrar en los detectores de retrodispersión. Se prefiere que la longitud de la cortina (u otra barrera) debe ser tal que no se pueda empujar o apartar por el objeto 20 en el plano que contiene el haz en abanico o el haz de lápiz. Hemos encontrado que tal pantalla reduce el efecto de los rayos X del haz de transmisión dispersado en los detectores de retrodispersión.

Substracción de la interferencia

Para reducir la interferencia de rayos X, la señal inducida en los detectores de retrodispersión debido a la interferencia residual del sistema de generación de imágenes de transmisión se substrahe para retirarla de la señal de retrodispersión. Esto se consigue midiendo la señal de los detectores de retrodispersión cuando el haz de lápiz de retrodispersión está momentáneamente apagado. Por ejemplo, el haz de lápiz de barrido se puede crear usando una rueda de corte rotatoria, que contiene varias aberturas. A medida que cada abertura es iluminada por el tubo de rayos X, emerge un haz de lápiz de rayos X desde la abertura, barriendo a través del túnel de inspección cuando gira la rueda de corte. Durante el breve intervalo de tiempo cuando una abertura acaba de dejar la región de iluminación y justo antes de que la próxima abertura haya entrado en la región iluminada, el haz de lápiz está esencialmente apagado. Durante este breve intervalo de tiempo de "haz apagado", la señal de los detectores de retrodispersión es debida principalmente a la interferencia del haz en abanico de transmisión, que está siempre energizado. Esta señal se usa para medir la intensidad instantánea del flujo del haz en abanico de transmisión dispersado en los detectores de dispersión para esa línea de barrido, que se puede substraer a continuación de esa

5 línea de barrido en la imagen de retrodispersión para retirar la señal de interferencia. Esta substracción se puede efectuar en la electrónica de adquisición de datos, o posteriormente en el proceso antes de que la imagen se muestre al operador. La substracción se puede efectuar usando un procesador con una memoria asociada que contiene instrucciones que el procesador ejecuta para efectuar operaciones que incluyen la substracción anteriormente mencionada. Tal como se usa aquí, y en cualquier reivindicación adjunta, el término "memoria" incluirá, sin limitación, una memoria de estado sólido, un medio magnético, tal como un disco duro, o cualquier otro dispositivo que contiene instrucciones que se pueden ejecutar por el procesador.

10 Comparativamente, la interferencia entre el subsistema de generación de imágenes de transmisión y los subsistemas de generación de imágenes de retrodispersión se podría mitigar por combinaciones de paletas de colimación, pantallas y orientaciones preferidas del detector de dispersión, como se muestra en el sistema 100 en la Figura 3. Adviértanse las siguientes mejoras sobre el sistema de la fig. 1:

15 (a) La superficie activa de los detectores 140 de retrodispersión puede estar angulada hacia el punto 143 del que emana la señal de retrodispersión. Esta geometría maximiza la detección de la señal de retrodispersión del haz 135 de retrodispersión, minimizando la detección de la interferencia del haz de transmisión. Esta geometría elimina también la necesidad de paletas de colimador de la parte izquierda. Todas las otras superficies 175 de los detectores de dispersión pueden estar forradas con un material de pantalla, tal como plomo, para minimizar la detección de rayos X perdidos.

(b) una sola paleta 150 vertical protege la cara activa del detector de retrodispersión de la derecha de detectar la radiación dispersa del haz 125 de transmisión.

20 (c) Una pantalla 170 de plomo bajo la cinta 123 transportadora cerca del haz de transmisión protege al detector 140 de retrodispersión de la izquierda de detectar la radiación dispersada del haz de transmisión.

(d) Los colimadores 180 en frente de los detectores de transmisión previenen que la radiación dispersa del haz de transmisión que salen de la cara frontal de los detectores de transmisión llegue a los detectores 140 de retrodispersión.

25 **Corrección de la relación de aspecto**

Debido a que la imagen de transmisión y la imagen de retrodispersión se adquieren por dos métodos diferentes, las imágenes, en general, tendrán una relación de aspecto diferente. El mismo objeto, por lo tanto, puede parecer que tiene una forma y tamaño muy diferentes en cada una de las dos imágenes. Para hacer esto menos confuso para el operador, la presente invención incluye un método de software para ajustar la relación de aspecto de una (o ambas) imágenes de transmisión o retrodispersión, de modo que parecen tener el mismo tamaño y forma cuando se muestran al operador. Típicamente, la anchura del objeto (a lo largo de la dirección de transporte) será similar en las imágenes tanto de transmisión como de retrodispersión. La altura del objeto (perpendicular a la dirección de transporte) a menudo será diferente en las dos imágenes, sin embargo. Para corregir esto, se puede aplicar un factor de escala conocido a una de las imágenes para asegurar que la altura del objeto es la misma en cada imagen. Alternativamente, se puede emplear un algoritmo de software que determina la altura del objeto en cada imagen, y las imágenes se pueden escalar en consecuencia.

40 Todas las realizaciones de la invención descritas hasta ahora se desea que sean meramente ejemplares y numerosas variaciones y modificaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Por ejemplo, aunque se describe anteriormente la generación de imágenes de retrodispersión, en otras realizaciones de la invención, se pueden emplear otros tipos de generación de imágenes de dispersión. Otro ejemplo sería un sistema que contiene solo una fuente de rayos X, en el que tanto el haz en abanico de transmisión como el haz de lápiz de barrido se extraen de la misma fuente.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para inspeccionar un objeto, comprendiendo el sistema:
- 5 a. una primera fuente de radiación que emite un haz en abanico de radiación penetrante que, en uso, está siempre energizada;
- b. un conjunto segmentado de elementos detectores para medir la intensidad de radiación penetrante transmitida a través del objeto por la primera fuente de radiación;
- c. una segunda fuente de radiación que emite un haz de lápiz de barrido de radiación penetrante;
- 10 d. por lo menos un detector de dispersión para detectar radiación penetrante dispersada del haz de lápiz de barrido por el objeto; y
- e. un procesador, una memoria, y un monitor, conteniendo la memoria instrucciones que provocan que el procesador:
- obtenga una señal de fondo del detector de dispersión tal que la señal de fondo se mide por el detector de dispersión en presencia del objeto cuando el haz de lápiz de barrido no está iluminando el objeto,
- 15 substraiga la señal de fondo de una señal medida del detector de dispersión en presencia del objeto, formando por ello una señal de dispersión medida corregida, y
- muestre en el monitor la señal de dispersión medida corregida y una señal de transmisión medida del conjunto segmentado de elementos detectores para uso para inspeccionar el objeto.
- 20 2. Un sistema según la reivindicación 1, en el que la primera fuente de radiación que emite el haz en abanico y la segunda fuente de radiación que emite el haz de lápiz de barrido son la misma fuente de radiación.
3. Un sistema según la reivindicación 1, en el que por lo menos un detector de dispersión incluye medios para colimar radiación penetrante tal que la radiación penetrante del haz de lápiz de barrido se detecta preferentemente.
4. Un sistema según la reivindicación 1, en el que por lo menos un detector de dispersión incluye una cara sustancialmente plana, la cara plana sensible a la radiación incidente, la cara plana caracterizada por una normal a la cara y en el que la normal a la cara está orientada sustancialmente hacia un punto de incidencia del haz de lápiz de barrido con el objeto.
- 25 5. Un sistema según la reivindicación 4, en el que por lo menos una superficie del detector de dispersión distinta de la cara plana está apantallada para reducir la detección de radiación penetrante del haz en abanico.
6. Un sistema según la reivindicación 1, que incluye adicionalmente una barrera dispuesta entre el haz en abanico y el por lo menos un detector de dispersión tal que se reduce una señal medida del detector de dispersión debida al haz en abanico.
- 30 7. Un sistema según la reivindicación 1, en el que la memoria adicionalmente incluye instrucciones para provocar que el procesador ajuste la relación de aspecto y el tamaño de la señal de transmisión medida y la señal de dispersión medida corregida tal que el tamaño y forma del objeto parecen similares en un monitor de la señal de transmisión medida y en un monitor de la señal de dispersión medida corregida.
- 35 8. El sistema según la reivindicación 1, en el que el conjunto segmentado de elementos detectores incluye un primer conjunto de elementos que miden radiación en un primer intervalo de energía y un segundo conjunto de elementos que miden radiación en un segundo intervalo de energía.
9. Un sistema según la reivindicación 8, en el que la memoria incluye adicionalmente instrucciones para provocar que el procesador determine el número atómico efectivo de por lo menos una porción del objeto usando medidas del primer conjunto de elementos y medidas del segundo conjunto de elementos, y muestre en el monitor una imagen de la por lo menos una porción del objeto que muestra el número atómico efectivo de la porción.
- 40 10. Un método para inspeccionar un objeto que comprende:
- a. irradiar el objeto con un haz en abanico de radiación penetrante; y, mientras el haz en abanico está energizado:
- 45 b. generar una señal de transmisión basada en radiación penetrante transmitida a través del objeto y detectada por un conjunto (30) segmentado de elementos detectores de transmisión;
- c. barrer el objeto con un haz de lápiz de barrido de radiación penetrante;

- d. generar una señal de dispersión basada en radiación penetrante dispersada del haz de lápiz por el objeto y detectada por un detector de dispersión;
- e. obtener una señal de fondo del detector de dispersión tal que la señal de fondo se mide por el detector de dispersión en presencia del objeto cuando el haz de lápiz de barrido no está iluminando el objeto, substrayendo la señal de fondo de la señal de dispersión, formando por ello una señal de dispersión corregida, y
- 5 f. mostrar una imagen visible por el operador que incorpora información de la señal de dispersión corregida y una imagen visible por el operador que incorpora información de una señal de transmisión medida del conjunto segmentado de elementos detectores de transmisión.
- 10 11. El método según la reivindicación 10, en el que generar una señal de transmisión incluye generar una señal de transmisión dependiente de la energía.
12. El método según la reivindicación 10 que comprende adicionalmente: reducir la radiación penetrante del haz en abanico que llega al detector de dispersión.
13. El método según la reivindicación 12, en el que reducir incluye disponer por lo menos una paleta de colimación alrededor del detector de dispersión.
- 15 14. El método según la reivindicación 12, en el que reducir incluye disponer una barrera entre una primera fuente de radiación para el haz (25) en abanico y el detector de dispersión.
15. El método según la reivindicación 14, en el que la barrera es una pantalla dispuesta perpendicular al haz en abanico.
- 20 16. El método según la reivindicación 12, en el que reducir incluye apantallar por lo menos una cara del detector de dispersión.

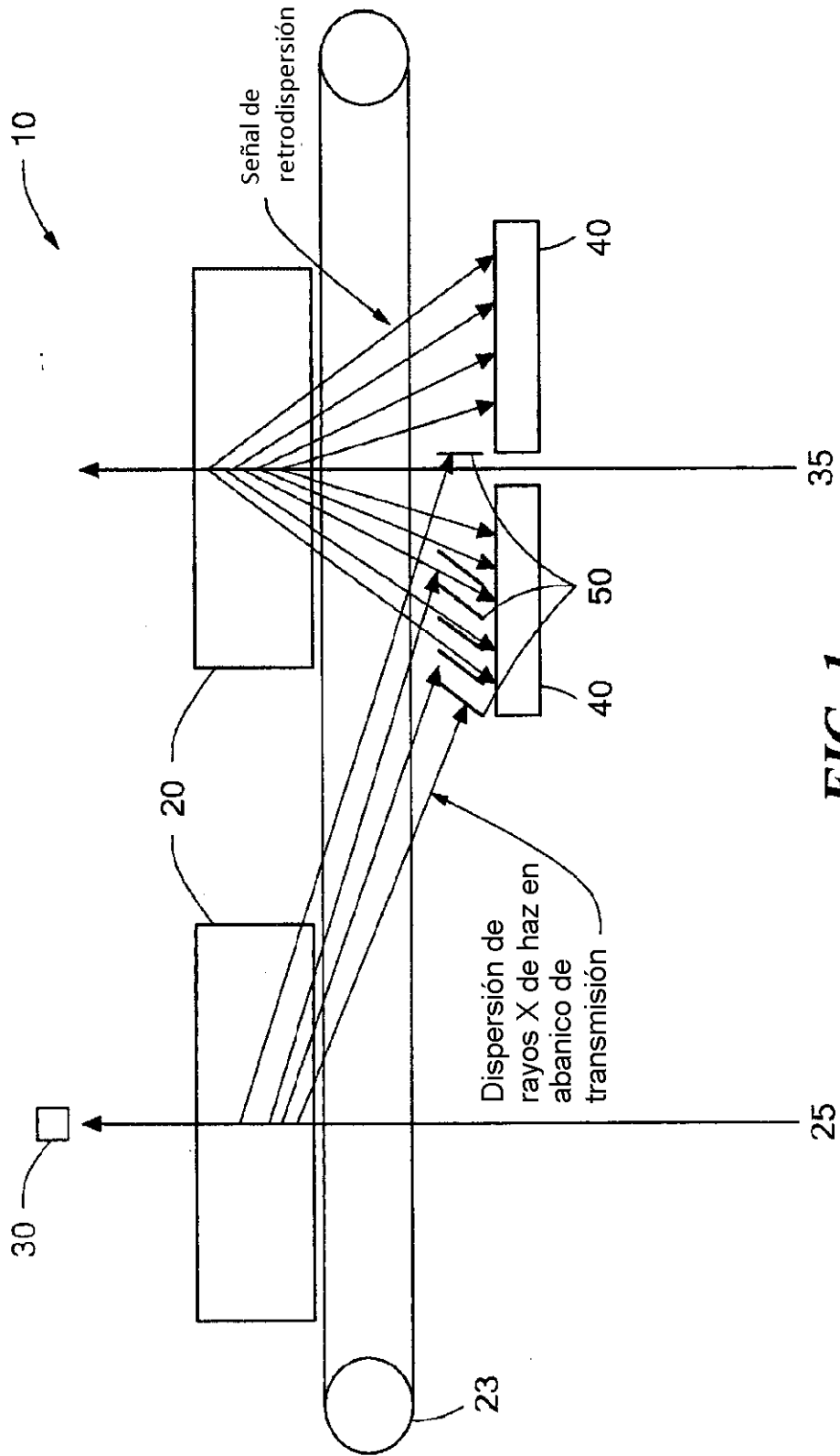


FIG. 1

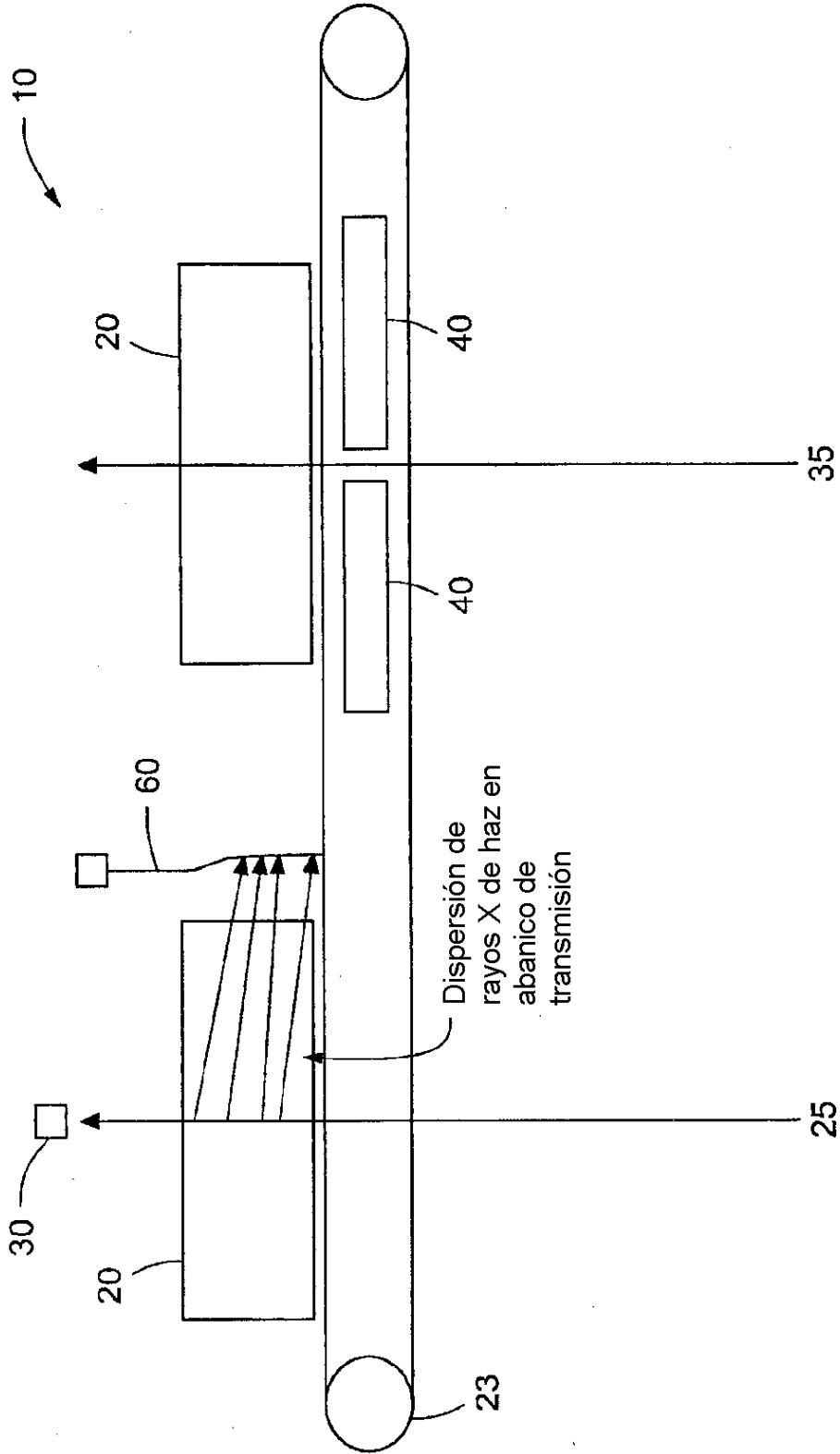


FIG. 2

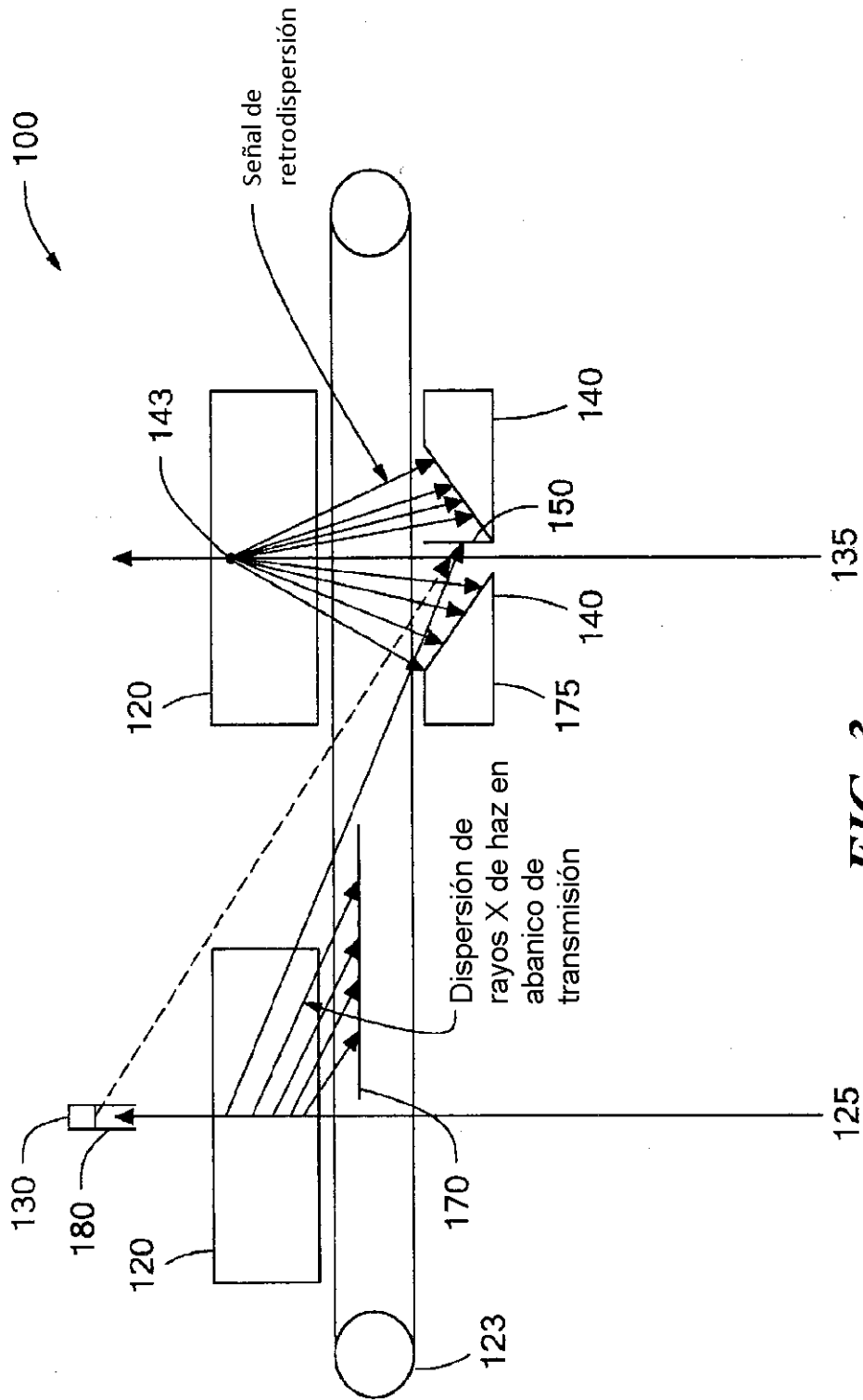


FIG. 3