

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 251**

51 Int. Cl.:

A61B 6/00 (2006.01)

H01J 35/06 (2006.01)

H01J 35/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2015 PCT/GB2015/050639**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2015 WO15132595**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015 E 15714601 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3113686**

54 Título: **Generador de rayos X**

30 Prioridad:
05.03.2014 GB 201403901

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2019

73 Titular/es:
**ADAPTIX LIMITED (100.0%)
Building R1 Rutherford Appleton Laboratory
Harwell Campus
Harwell, Oxfordshire OX11 0QX, GB**

72 Inventor/es:
**EVANS, MARK;
STEVENS, ROBERT y
TRAVISH, GIL**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 717 251 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

Generador de rayos X

5 La presente invención se refiere en general a un generador de rayos X y a un procedimiento para obtener una imagen de rayos X de un objeto y encuentra una utilidad particular, aunque no exclusiva, en un generador de rayos X que comprende una pluralidad de fuentes de rayos X.

En los últimos años, ha habido avances en el desarrollo de fuentes de rayos X a escala micrométrica, de modo que ahora es posible producir una pluralidad de fuentes de rayos X con una distancia típica entre las fuentes de rayos X del orden de 100 µm a 1cm o más.

10 Un ejemplo de una fuente bidimensional de rayos X se proporciona en el documento WO 2011/017645, "Aparato para producir rayos X para uso en formación de imágenes".

Las fuentes de rayos X bidimensionales conocidas como en el documento WO 2011/017645 tienen todas sus fuentes activadas simultáneamente, es decir, en el punto de iniciar la emisión del campo de emisión de rayos X, los electrones de la superficie se producirán en cada uno de los emisores de campo y fotones de rayos X (radiación de frenado) se emitirán simultáneamente desde múltiples sitios cuando los electrones golpeen el material objetivo.

15 El documento US2011/0122992A1 describe una fuente de rayos X mediante la cual el ánodo es un cilindro giratorio que permite controlar el ángulo de incidencia de los electrones.

20 Para ciertas modalidades de formación de imágenes de rayos X, puede ser deseable poder controlar la secuencia de la activación de fuentes de rayos X individuales dentro de una pluralidad de fuentes de rayos X. Por ejemplo, puede ser ventajoso activar las fuentes de rayos X de forma secuencial y fila por fila, lo que se conoce como escaneo ráster, que se utiliza en muchos dispositivos de formación de imágenes electrónicos.

25 Un problema bien conocido en la generación de electrones y rayos X es el control de la corriente de electrones y, por lo tanto, del flujo de rayos X resultante. En los sistemas convencionales, rejillas de tensión intermedias se usan a veces para eliminar la emisión de electrones. En otros casos, interruptores de alta tensión se utilizan para apagar el potencial. En otras configuraciones, como las que se encuentran en las matrices Spindt, los transistores controlan la tensión moderada suministrada a cada uno de los emisores mejorados en el campo y se utiliza una etapa adicional para aumentar la tensión (energía) de los electrones hasta la energía del punto de extremo final deseada desde la fuente de rayos X.

30 Extender estos procedimientos a grandes matrices puede resultar poco práctico y costoso. Las rejillas pueden limitar la densidad del emisor e introducir una fuente de formación de arco y averías. Las matrices de transistores pueden llevar a controles de conmutación complejos y las bajas tensiones de emisión pueden llevar a una corriente reducida debido a los efectos de carga espacial. Por lo tanto, es deseable inventar un nuevo mecanismo para controlar la producción de rayos X a partir de matrices de emisores de electrones; uno que no se base en la conmutación de alta tensión.

35 Es un objetivo proporcionar un medio para controlar selectivamente la emisión de rayos X, por lo que múltiples fuentes de rayos X pueden activarse individualmente, a través de un mecanismo que no depende de la conmutación de alta tensión. Otro objetivo es proporcionar un medio para controlar la secuencia de activación de una pluralidad de fuentes de rayos X, por lo que la secuencia de activación resultante, tal como, por ejemplo, pero sin limitarse a la escaneado ráster, se puede sincronizar con los electrones emisores y la pluralidad de elementos detectores, donde cada elemento de detección se controla individualmente de acuerdo con los requisitos de diagnóstico de la aplicación de formación de imágenes de rayos X.

40 En un primer aspecto, la invención proporciona un generador de rayos X de acuerdo con el objeto de la reivindicación 1. Este generador de rayos X comprende una pluralidad de emisores de campo de electrones, estando configurado el generador de rayos X para acelerar los electrones mediante la aplicación de una tensión aplicada, comprendiendo el generador de rayos X además múltiples fuentes de rayos X de material objetivo dispuestas para emitir fotones de rayos X cuando los electrones inciden sobre el material objetivo; incluyendo el generador de rayos X un medio para controlar selectivamente la emisión de rayos X de fuentes de rayos X activadas individualmente para apagar la producción de rayos X, comprendiendo los medios una pluralidad de bobinas de solenoide activadas colocadas adyacentes a la pluralidad de emisores de campo de electrones, y un circuito electrónico de alimentación y sincronización configurado para proporcionar corriente eléctrica a al menos una bobina de solenoide individual; en el que al menos una bobina de solenoide individual es configurable de manera tal que cuando se activa, se crea un campo magnético que provoca el recorrido de los electrones emitidos desde el emisor más cercano a la al menos una bobina de solenoide individual activada para desenfocarse y/o desviarse antes de que los electrones alcancen el material objetivo; y en el que el material objetivo comprende una región de absorción intersticial, siendo la región de absorción intersticial un área que comprende uno o más materiales de bajo número atómico que efectivamente no producen rayos X de alta energía, y un material productor de fotones de rayos X,

5 estando dispuesto el material productor de fotones de rayos X en un patrón regular, de modo que, en uso, los electrones emitidos por el emisor, inciden en el material productor de fotones de rayos X cuando son desviados y/o desenfocados por la bobina de solenoide individual activada, y sobre la región de absorción intersticial cuando no se desvían y/o desenfocan por la bobina de solenoide individual más cercana al emisor, o impactan sobre la región de absorción intersticial cuando son desviados y/o desenfocados por la bobina de solenoide individual activada, y sobre el material que producen fotones de rayos X cuando no son desviados y/o desenfocados por la bobina de solenoide individual más cercana al emisor.

10 A este respecto, el término "adyacente" puede incluir en el que al menos algunas de las múltiples bobinas están dispuestas para rodear el emisor. Además, el término "adyacente" puede significar que las bobinas están dispuestas detrás del material objetivo en relación con los emisores de campo de electrones y/o están detrás de los emisores de campo de electrones en relación con el material objetivo. En otras palabras, las bobinas pueden no estar ubicadas en, o adyacentes a, la trayectoria de los electrones desde los emisores hasta el material objetivo. Puede decirse que las bobinas no están ubicadas entre los emisores y el material objetivo.

15 Si los electrones están desenfocados o desviados, se determina por la alineación de las bobinas de solenoide en relación con la alineación de los emisores de campo que actúan como la fuente de los electrones que, cuando se aceleran con la aplicación de un golpe de tensión aplicado en el material objetivo que causa la emisión de los rayos X.

20 Si las bobinas de solenoide están alineadas axialmente con los emisores de campo y el área objetivo, entonces una corriente aplicada a través de las bobinas de solenoide hará que los electrones se enfoquen. Si las bobinas de solenoide están dispuestas espacialmente para ser desplazadas lateralmente entre la alineación directa de los emisores de campo de electrones y el área objetivo, entonces una corriente aplicada a través de las bobinas de solenoide hará que los electrones se desenfocuen y se desvíen.

25 Se ha encontrado que el desplazamiento de las bobinas de solenoide con respecto a los emisores de campo de electrones reduce la densidad de corriente requerida a través de las bobinas de solenoide para hacer que un porcentaje dado de electrones se desvíe lo suficiente del curso que tomarían sin que se aplique ninguna corriente a través de las bobinas de solenoide. Por esta razón, es deseable que las bobinas de solenoide se desplacen de los emisores de campo de electrones, aunque colocar las bobinas de solenoide en alineación con los emisores de campo de electrones hace que el dispositivo funcione de la misma manera fundamental, pero que requiera una corriente de solenoide más alta. El desplazamiento puede estar en el rango de 1-3 mm, aunque son posibles otras dimensiones de desplazamiento.

30 Aquí se puede entender que el desenfoco puede significar el aumento en el área o el diámetro del perfil transversal de la distribución de electrones bajo la influencia de una bobina activada. La relación óptica-magnética específica de desplazamiento a desenfoco que es óptima depende del tamaño del objetivo, la distancia al objetivo (separación del ánodo-cátodo) y el paso del emisor, entre otros factores. Esta relación magnética-óptica puede estar en el rango de 1000:1 a 1:1. En la práctica, los parámetros de la bobina y el objetivo se ajustan hasta que haya una alta relación de contraste en el número de fotones emitidos entre los estados de "encendido" y "apagado" del solenoide. Esta relación de contraste es típicamente de 1:100, aunque se contemplan otras relaciones.

35 El material productor de fotones de rayos X puede estar dispuesto en un patrón espacial. El patrón puede ser de naturaleza regular, tal como una rejilla cuadrada, con objetivos de una altura z igualmente espaciada o una disposición triangular. Cada objetivo que produce fotones de rayos X puede ser un círculo o una elipse. También puede ser un cuadrado o un rectángulo. Otra forma (por ejemplo, un objetivo anular) que puede ser útil es una media luna u otras formas formadas por la intersección de círculos, posiblemente dos círculos.

40 El término "no desviado y/o desenfocado" también puede entenderse como "no afectado".

La relación entre el diámetro del material productor de fotones de rayos X y la distancia entre los materiales productores de fotones de rayos X adyacentes en el patrón bidimensional puede ser de aproximadamente 1:100.

La distancia entre las áreas adyacentes de los materiales que producen fotones de rayos X puede ser de aproximadamente 1 cm.

45 Cada objetivo individual del material que produce fotones de rayos X puede tener la forma de un círculo que tenga un diámetro de aproximadamente 100 μm .

50 El material productor de fotones de rayos X en el material objetivo puede ser tungsteno, aunque se contemplan otros materiales productores de fotones de rayos X, tal como el molibdeno, la plata, el oro y el renio. El tungsteno puede tener un espesor en el rango de 1 a 5 μm , aunque se contemplan otros espesores, tal como 5 a 10 μm , 1 a 10 μm , más de 10 μm y menos de 1 μm .

La región de absorción intersticial en el material objetivo puede ser silicio, aunque se pueden usar otros materiales o

combinaciones de materiales tales como carbono, grafito, compuestos de carbono-grafito, aleaciones de berilio como berilio-cobre, aluminio y aleaciones de aluminio. Los materiales no conductores y de baja conductividad pueden ser útiles, tales como polímeros, fibra de vidrio, vidrios y cerámicas. El silicio puede tener un espesor en el rango de 50 a 500 μm , aunque se contemplan otros espesores como 1 mm y 100 μm a 5 mm.

- 5 La región de absorción intersticial puede ser adyacente al objetivo de radiación de frenado. Esta región de absorción intersticial es un área que puede comprender uno o más materiales de bajo número atómico que efectivamente no producen rayos X de alta energía. La pérdida de energía aún puede ser a través de radiación de frenado u otra pérdida de energía por colisión, pero la tasa de brillo de energía puede ser menor y, por lo tanto, los fotones de rayos X resultantes pueden tener menos energía. Estos fotones de baja energía no penetran relativamente lejos a través del material. De esta manera, al desviar los electrones (ya sea a través de la desviación o desenfoque o ambos), la producción de rayos X se puede desactivar de manera efectiva.
- 10

- La geometría y el tamaño de la disposición del material productor de fotones de rayos X dependerá de la geometría de los emisores de campo y se elige de modo que para una densidad de corriente adecuada en los devanados de la bobina, el desenfoque y/o la desviación causen el 99% de los electrones que se desviarán de la trayectoria que habrían tomado en ausencia de una corriente de solenoide y para incidir en el material productor de fotones de rayos X. Esta cifra del 99% se eligió de tal manera que la población de electrones restante (1%) produzca un nivel de fondo por debajo de otras fuentes comunes de ruido y en línea con efectos similares a los de otras modalidades de imágenes de rayos X, como los efectos de aumento gradual del tubo de rayos X, dispersión y fluctuaciones pico a pico de la dosis, aunque se pueden usar otros valores.
- 15

- La relación entre el diámetro del material productor de fotones de rayos X y la distancia entre los materiales productores de fotones de rayos X adyacentes en el patrón bidimensional puede estar en el rango entre 1:50 y 1:200, sin embargo, son posibles otras relaciones que proporcionen la geometría suficiente para contener el haz de electrones en el fotón de rayos X que produce (cuando el solenoide está activado) y en la región de absorción intersticial (cuando el solenoide no está activado).
- 20

- La distancia entre las áreas adyacentes de los materiales que producen fotones de rayos X puede ser de aproximadamente 1 cm, sin embargo, se contemplan otras dimensiones, tales como aproximadamente igual al paso del emisor, aproximadamente igual al diámetro del objetivo, 100 μm a 500 μm , 500 μm a 1 mm, 1 a 10 mm, y 10 a 30 mm.
- 25

Cada objetivo individual del material productor de fotones de rayos X puede ser un círculo de aproximadamente 100 μm de diámetro, aunque se contemplan otras formas y dimensiones, como se discutió anteriormente.

- Un procedimiento para fabricar la geometría del material productor de fotones de rayos X es mediante una combinación de litografía y deposición. Debido a los espesores involucrados, el control de la presión parcial del gas tampón de deposición y/o el uso de un patrón litográfico doble (círculos grandes y círculos pequeños) son beneficiosos, como sabría un experto en la técnica de técnicas de microfabricación.
- 30

- El sustrato que contiene el material objetivo puede comprender una lámina delgada de material absorbente de rayos X configurado para absorber fotones de rayos X de baja energía producidos por la acción de electrones que inciden sobre el material productor de fotones de rayos X, colocándose la hoja absorbente de rayos X en la superficie posterior del sustrato que contiene material objetivo.
- 35

- La lámina absorbente de rayos X puede colocarse detrás del material objetivo y usarse para absorber fotones de rayos X de baja energía producidos por la acción de los electrones que inciden sobre el material productor de fotones de rayos X. Esta capa puede permitir el "endurecimiento" o la "rigidez" del espectro mediante la absorción de rayos X de muy baja energía que no contribuyen a la formación de la imagen, pero aumentan la dosis al paciente o al objetivo. También es posible incorporar esta capa de "endurecimiento" en la región de absorción intersticial.
- 40

- La lámina delgada de material absorbente de rayos X puede comprender aluminio de espesor en el rango de 0,1 a 1 cm, aunque también se contemplan otros materiales y espesores tales como cobre, compuestos de aluminio y cobre y aleaciones.
- 45

La pluralidad de bobinas de solenoide que se pueden activar pueden comprender bobinas de cobre, fabricadas por electroformado de bobinas de láminas pequeñas de cobre.

- También se pueden usar otros materiales y métodos de fabricación, tales como bobinas enrolladas que comprenden alambre de aluminio, bobinas enrolladas de hojas conductoras separadas por láminas aislantes (como Mylar (RTM)), también se puede usar una sola vuelta hecha de conductores gruesos, también como las llamadas 'espirales de Tesla' de bobinas planas.
- 50

Las bobinas de solenoide pueden cablearse con láminas rectangulares de cobre de alto factor de empaquetado, las láminas pueden ser de 5 micrómetros por 10 micrómetros, aunque otros tamaños de lámina son útiles.

5 En una configuración, la longitud del solenoide se cubrirá con 100 vueltas y el espesor estará formado por 10 capas, cada una de las cuales tiene 10 vueltas, aunque otras disposiciones son útiles. Las capas se pueden conectar en serie, lo que es más común en la optimización de solenoides. En una configuración, las capas se cablearán en paralelo para una respuesta más rápida y alimentaciones de corriente mayores/tensión menores.

10 En una configuración, treinta y seis bobinas de solenoide están dispuestas en una disposición bidimensional de 6 x 6. Esta configuración tiene la ventaja de que con un paso de 1 cm entre los solenoides es posible fabricar las treinta y seis bobinas en una oblea de 4" (100 mm), ampliamente utilizada en el procesamiento de semiconductores electrónicos. Otras configuraciones que contienen sesenta y cuatro bobinas dispuestas en una cuadrícula de 8 x 8 o cuarenta y nueve bobinas dispuestas en una cuadrícula de 7 x 7 también son útiles.

15 La matriz puede ser considerada como un azulejo. El número de bobinas puede depender del tamaño total y, por lo tanto, del número total de emisores. Por ejemplo, para una fuente de panel de radiología general de 42 x 42 cm, puede haber aproximadamente 1764 emisores. Alternativamente, puede haber una fuente de 40 x 40 cm con 1600 emisores. Esto puede requerir hasta 1680 o más bobinas.

20 Se puede suministrar energía a las treinta y seis bobinas de solenoide a través de treinta y seis líneas de control de energía. Esto se puede lograr mediante el uso de dos dispositivos multiplexores de 1 x 32 (MUX) que actúan como una gran matriz de conmutación bajo el control de un microprocesador o microcontrolador. Aquellos expertos en conmutación electrónica de potencia conocerían otros mecanismos y dispositivos de conmutación y servirían para el mismo propósito de poder proporcionar potencia independientemente a cada solenoide para lograr una secuencia de exploración deseada según la modalidad de formación de imágenes que se esté realizando.

25 Se apreciará que existen varios enfoques de diseño para implementar una serie adecuada de generadores de campo magnético, de manera que los electrones emitidos puedan desviarse o desenfocarse. Se puede apreciar además que se pueden usar enfoques electrostáticos, pero con el desafío adicional de introducir conductores entre la región del cátodo y el ánodo (objetivo), lo que haría que el diseño sea propenso a la rotura. Por lo tanto, en una configuración se emplean campos magnéticos, producidos con bobinas y formados por lentes férricas.

30 En una configuración, los emisores de electrones estarán formados por un cristal piroeléctrico con una superficie superior y una película conductora que recubre la superficie superior del cristal piroeléctrico. El cristal piroeléctrico incluye una pluralidad de emisores de campo formados como regiones expuestas a escala micrométrica en el cristal piroeléctrico, que tiene uno o más picos o crestas afiladas. El cristal piroeléctrico se calienta y enfría alternativamente durante un período de varios minutos con un calentador/enfriador adyacente al cristal piroeléctrico, de modo que se produce una polarización de carga espontánea en el cristal piroeléctrico. La polarización de carga espontánea hace que surja un campo eléctrico perpendicular en las caras superior e inferior del cristal piroeléctrico, en cuyo caso, en la superficie expuesta del cristal piroeléctrico, el campo eléctrico se ve reforzado por los picos o crestas afiladas, lo que provoca la emisión de electrones superficiales en el campo desde ese lugar. Los rayos X se producen cuando los electrones emitidos chocan contra un material objetivo ubicado adyacente a la cara emisora.

El cristal piroeléctrico puede comprender o consistir en niobato de litio.

En una configuración alternativa, el emisor de electrones puede ser una fuente no piroeléctrica.

El emisor de electrones puede ser un emisor de campo mejorado, un cátodo frío, un cátodo termoiónico o un fotocátodo.

40 Una pluralidad de lentes magnéticas puede colocarse adyacente a la pluralidad de bobinas solenoides que se pueden activar, estando dispuestas las lentes magnéticas de tal manera que, en uso, la lente puede concentrar el flujo de campo hacia el centro de la matriz de emisores.

El circuito electrónico de potencia y temporización puede configurarse de manera tal que, en uso, proporcione corriente a solenoides individuales en una secuencia ráster.

45 El generador de rayos X puede configurarse de modo que las bobinas de solenoide adyacentes que puedan activar dentro de 1 ms a 5 ms entre sí.

A este respecto, el circuito electrónico de potencia y temporización puede configurarse para proporcionar corriente a una cantidad de bobinas de solenoide simultáneamente.

50 El generador de rayos X puede comprender además un dispositivo de control de entrada configurado para proporcionar corriente a un número de bobinas de solenoide simultáneamente en función de una selección de una región de interés.

En este sentido, el técnico de rayos X puede seleccionar la región de interés o el software puede seleccionarla automáticamente. Luego, los emisores correspondientes que al menos cubren esa región de interés pueden activarse mientras que los emisores que no están en absoluto, o solo una pequeña cantidad, dentro de la región de interés se dejan apagados (inactivos). El software de control puede determinar qué emisores forman parte de la región de interés.

- 5 Alternativamente, el operador puede seleccionar manualmente una fracción del panel para activar. Por ejemplo, el operador puede elegir usar solo el lado izquierdo o el cuarto superior derecho del panel. Las partes restantes del panel permanecerían inactivas.

El software puede optar por activar solo todos los otros emisores, por ejemplo, cómo se puede usar en un escaneado 'de exploración' rápido y de menor resolución.

- 10 En lo que respecta al uso de varios emisores a la vez, se trata de, en general, acelerar el ráster total y, al mismo tiempo, evitar las superposiciones (en una sola trama). El ráster se puede multiplexar al dividir el panel en regiones donde la emisión de dos emisores en las esquinas opuestas de las regiones no se superpondría si se activara. Cada región puede operar en paralelo. Si se calculan cuatro regiones para que no se superpongan, entonces se pueden activar cuatro bobinas simultáneamente y aumentar cada bobina.

- 15 El circuito electrónico de potencia y temporización puede configurarse para proporcionar corriente a varias bobinas de solenoide simultáneamente, sincronizadas por una señal de reloj externa.

Cada emisor de electrones puede comprender un cristal piroeléctrico dispuesto para emitir electrones cuando se realiza un ciclo térmico.

- 20 En un segundo aspecto, la invención proporciona un procedimiento para obtener una imagen de rayos X de un objeto, que comprende las etapas de proporcionar un generador de rayos X de acuerdo con el primer aspecto; proporcionar un detector de rayos x; y operar dicho generador mediante el cual los fotones de rayos X pasan a través de un objeto colocado entre la matriz de la fuente de rayos X y el detector de rayos X.

- 25 Lo anterior y otras características, rasgos y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención. Esta descripción se proporciona solo a modo de ejemplo, sin limitar el alcance de la invención. Las figuras de referencia citadas a continuación se refieren a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es una representación esquemática de un generador de rayos X;

- 30 La figura 2 es una representación esquemática del flujo de electrones y fotones de rayos X donde las bobinas de solenoide están alineadas axialmente con los emisores de campo y el área objetivo y el solenoide está apagado y los electrones emitidos desde la fuente se enfocan en el material objetivo;

La figura 3 es una representación esquemática del flujo de electrones y fotones de rayos X donde las bobinas de solenoide están alineadas axialmente con los emisores de campo y el área objetivo y el solenoide está encendido y los electrones emitidos desde la fuente se desvían del material objetivo;

- 35 La figura 4 es una representación esquemática del flujo de electrones y fotones de rayos X donde las bobinas de solenoide no están alineadas axialmente con los emisores de campo y el área objetivo y el solenoide está encendido y los electrones emitidos desde la fuente se desenfocan hacia el material objetivo; y

La figura 5 es una representación esquemática del flujo de electrones y fotones de rayos X donde las bobinas de solenoide no están alineadas axialmente con los emisores de campo y el área objetivo y el solenoide está apagado y los electrones emitidos desde la fuente se enfocan hacia el material objetivo.

- 40 La presente invención se describirá con respecto a ciertos dibujos, pero la invención no está limitada a los mismos sino solo por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son solo esquemáticos y no limitativos. Cada dibujo puede no incluir todas las características de la invención y, por lo tanto, no debe considerarse necesariamente como un modo de realización de la invención. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala para fines ilustrativos. Las dimensiones y las dimensiones relativas no corresponden a reducciones reales para la práctica de la invención.

- 45 Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir una secuencia, ya sea de forma temporal, espacial, por orden o de cualquier otra manera. Se debe entender que los términos así usados son intercambiables en circunstancias apropiadas y que se pueden hacer funcionar en otras secuencias distintas de las descritas o ilustradas en el presente documento.
- 50

Además, los términos encima, inferior, superior, debajo y similares en la descripción y las reivindicaciones se usan para fines descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Se debe entender que los términos así usados son intercambiables en circunstancias apropiadas y que se pueden hacer funcionar en otras orientaciones distintas de las descritas o ilustradas en el presente documento.

5 Se debe destacar que el término "que comprende", usado en las reivindicaciones, no se debe interpretar como restringido a los medios enumerados a continuación; no excluye otros elementos o etapas. Por tanto, se debe interpretar como que especifica la presencia de los rasgos distintivos, números enteros, etapas o componentes establecidos como se indica, pero no descarta la presencia o adición de uno o más de otros rasgos distintivos, números enteros, etapas o componentes, o grupos de los mismos. Por tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende los medios A y B" no se debe
10 limitar a dispositivos que consisten solo en los componentes A y B. Quiere decir que, con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

De manera similar, debe notarse que el término "conectado", que se usa en la descripción, no debe interpretarse como restringido a conexiones directas solamente. Por lo tanto, el alcance de la expresión 'un dispositivo A conectado a un dispositivo B' no debe limitarse a dispositivos o sistemas en los que una salida del dispositivo A esté directamente
15 conectada a una entrada del dispositivo B. Esto significa que existe una trayectoria entre una salida de A y una entrada de B que puede ser una trayectoria que incluye otros dispositivos o medios. "Conectado" puede significar que dos o más elementos están en contacto físico o eléctrico directo, o que dos o más elementos no están en contacto directo entre sí, pero aun así cooperan o interactúan entre sí. Por ejemplo, se contempla la conectividad inalámbrica.

La referencia en toda la presente memoria descriptiva a "un modo de realización" o a "un aspecto" quiere decir que un rasgo distintivo, estructura o característica particular descrito en relación con el modo de realización o aspecto está incluido en al menos un modo de realización o aspecto de la presente invención. Por tanto, las apariciones de la frase "en un modo de realización" o "en un aspecto" en varios lugares a lo largo de la presente memoria descriptiva no se refieren todas necesariamente al mismo modo de realización o aspecto, pero pueden referirse a diferentes modos de realización o aspectos. Además, los rasgos distintivos, estructuras o características particulares de cualquier modo de realización o
20 aspecto de la invención se pueden combinar de cualquier manera adecuada, como sería evidente para un experto en la técnica a partir de esta divulgación, en uno o más modos de realización o aspectos.

De forma similar, se debe apreciar que en la descripción, a veces varios rasgos distintivos de la invención se agrupan conjuntamente en un único modo de realización, figura o descripción de la misma con el fin de hacer más eficiente la divulgación y ayudar a la comprensión de uno o más de los diversos aspectos inventivos. Sin embargo, este procedimiento de divulgación no se debe interpretar como reflejo de una intención de que la invención reivindicada requiera más rasgos
30 distintivos que los que se enumeran expresamente en cada reivindicación. Además, la descripción de cualquier dibujo o aspecto individual no debe considerarse necesariamente como un modo de realización de la invención. Más bien, como reflejan las siguientes reivindicaciones, los aspectos inventivos están en menos de la totalidad de los rasgos distintivos de un único modo de realización divulgado anterior. Por tanto, las reivindicaciones que siguen a la descripción detallada se incorporan expresamente por el presente documento en esta descripción detallada, siendo válida cada reivindicación por sí sola como un modo de realización separado de la presente invención.

Además, aunque algunos modos de realización descritos en el presente documento incluyen algunos rasgos distintivos incluidos en otros modos de realización, se entiende que las combinaciones de rasgos distintivos de diferentes modos de realización están dentro del alcance de la invención, y forman modos de realización adicionales, como se entenderá por los expertos en la técnica. Por ejemplo, en las siguientes reivindicaciones, cualquiera de los modos de realización reivindicados se puede usar en cualquier combinación.

En la descripción proporcionada en el presente documento, se exponen numerosos detalles específicos. Sin embargo, se entiende que los modos de realización de la invención se pueden practicar sin estos detalles específicos. En otros casos, no se han mostrado en detalle procedimientos, estructuras y técnicas bien conocidos para no confundir la comprensión de esta descripción.
45

En la discusión de la invención, a menos que se indique lo contrario, la divulgación de valores alternativos para el límite superior o inferior del rango permitido de un parámetro, junto con una indicación de que uno de dichos valores es más altamente preferente que el otro, debe interpretarse como una declaración implícita de que cada valor intermedio de dicho parámetro, que se encuentra entre la más preferente y la menos preferente de dichas alternativas, se prefiere a dicho valor menos preferente y también a cada valor que se encuentra entre dicho valor menos preferente y dicho valor intermedio.
50

El uso del término 'al menos uno' puede significar solo uno en ciertas circunstancias.

Los principios de la invención se describirán ahora mediante una descripción detallada de al menos un dibujo relacionado con características ejemplares de la invención. Está claro que otras disposiciones pueden configurarse de acuerdo con el conocimiento de los expertos en la técnica sin apartarse del concepto subyacente o la enseñanza técnica de la invención,

estando limitada la invención por los términos de las reivindicaciones adjuntas.

En la figura 1 se muestra una representación esquemática de los componentes utilizados en un modo de realización del generador de rayos X.

5 Los electrones son emitidos desde la fuente del emisor de electrones 10. El emisor de electrones puede estar formado por un cristal piroeléctrico de niobato de litio 80 con una superficie superior y una película conductora que recubre la superficie superior del cristal piroeléctrico. El cristal piroeléctrico incluye una pluralidad de emisores de campo formados como regiones expuestas a escala micrométrica en el cristal piroeléctrico, que tiene uno o más picos o crestas afiladas. El cristal piroeléctrico se calienta y enfría alternativamente durante un período de varios minutos con un calentador/enfriador 90 adyacente al cristal piroeléctrico, de modo que se produce una polarización de carga espontánea en el cristal piroeléctrico.
10 La polarización de carga espontánea hace que surja un campo eléctrico perpendicular en las caras superior e inferior del cristal piroeléctrico, en cuyo caso, en la superficie expuesta del cristal piroeléctrico, el campo eléctrico se ve reforzado por los picos o crestas afiladas, lo que provoca la emisión de electrones superficiales en el campo desde ese lugar. Los rayos X se producen cuando los electrones emitidos chocan contra un material objetivo ubicado adyacente a la cara emisora.

15 Los electrones se desplazan hacia un material objetivo que comprende una pluralidad de objetivos de tungsteno 20 contenidos dentro de un sustrato de silicio 30. Adyacentes a los objetivos de tungsteno 20 hay una pluralidad de bobinas de solenoide 50 con cada bobina de solenoide individual 40 suministrando corriente desde una fuente de alimentación 60. La fuente de alimentación 60 está configurada de tal manera que, en uso, las bobinas de solenoide adyacentes se activan dentro de 1 ms a 5 ms entre sí.

20 Una representación esquemática en la figura 2 muestra el flujo de los electrones 100 y los fotones de rayos X 110 cuando las bobinas de solenoide 40 están alineadas axialmente con los emisores 10 y las bobinas de solenoide 40 están apagadas y los electrones de la fuente del emisor 10 inciden en el objetivo de tungsteno 20.

En esta realización, el material de filtro de aluminio 70 se coloca entre el objetivo 20 y el solenoide 40, sin embargo, el principio de funcionamiento es el mismo que cuando el material de filtro de aluminio 40 se coloca detrás del solenoide 40, como se muestra en la figura 1.

25 Los fotones de rayos X 110 producidos cuando los electrones 100 chocan con el material objetivo 20 pasan a través del material de filtro de aluminio 70 que absorbe los fotones de rayos X de baja energía (o blandos) de manera que los fotones de rayos X que emergen más allá del solenoide 40 son solo fotones de rayos X de alta energía (o duros) 120.

30 Una representación esquemática en la figura 3 muestra el flujo de los electrones 100 y los fotones de rayos X 110 donde las bobinas de solenoide 40 están alineadas axialmente con los emisores 10 y las bobinas de solenoide 40 están encendidas y los electrones 100 emitidos desde la fuente 10 son desviados desde el material objetivo 20 que produce fotones de rayos X, hacia la región de absorción intersticial 30.

35 Esto funciona esencialmente de la misma manera que en la figura 2, excepto que en este caso la energía se suministra a la bobina de solenoide 40. En el estado "encendido", la bobina de solenoide desvía los electrones 100 del material objetivo 20. Por lo tanto, los fotones de rayos X producidos 110 son relativamente pocos y los fotones de rayos X de baja energía (o blandos) que se absorben principalmente en el material de filtro 70 dan como resultado relativamente pocos (menos del 1% de los fotones de rayos X en comparación con el estado "apagado") que pasa a través del solenoide 40 y está disponible para un proceso posterior de formación de imágenes de rayos X 120.

40 Una representación esquemática en la figura 4 muestra el flujo de los electrones 100 y los fotones de rayos X 110 donde las bobinas de solenoide 40 no están alineadas axialmente con los emisores de campo 10 y las bobinas de solenoide 40 están encendidas y los electrones 100 emitidos desde los emisores 10 se desenfocan lejos del material objetivo 20 contenido dentro del sustrato 30.

45 Aquí, el solenoide 40 desenfoca el haz de electrones 100 del material objetivo 20 y produce relativamente pocos fotones de rayos X duros 110 en comparación con un mayor número de fotones de rayos X blandos 130 (de baja energía) que son absorbidos por el material de filtro de aluminio 70. Los fotones de rayos X 110 que emergen del material de filtro de rayos X 70 pasan a través del solenoide 40 y están disponibles para un proceso posterior de obtención de imágenes de rayos X 120.

Una representación esquemática en la figura 5 muestra el flujo de los electrones 100 y los fotones de rayos X 110 donde las bobinas de solenoide 40 no están alineadas axialmente con los emisores de campo 10 y las bobinas de solenoide 40 están apagadas y los electrones 100 emitidos desde la fuente de emisor 10 están enfocados hacia el material objetivo 20.

50 Aquí, las bobinas de solenoide 40 enfocan el haz de electrones 100 hacia el material objetivo 20, lo que resulta en un mayor número de fotones de rayos X duros 110 que pasan a través del material de filtro de aluminio 70 y emergen 120 en el otro lado del solenoide 40.

REVINDICACIONES

1. Un generador de rayos X, que comprende una pluralidad de emisores de campo de electrones (10), estando configurado el generador de rayos X para acelerar los electrones mediante la aplicación de una tensión aplicada, comprendiendo además el generador de rayos X múltiples fuentes de rayos X del material objetivo (20) dispuestos para emitir fotones de rayos X (110) cuando los electrones (100) inciden sobre el material objetivo (20); en el que el generador de rayos X incluye un medio para controlar selectivamente la emisión de rayos X de fuentes de rayos X activadas individualmente para apagar la producción de rayos X, comprendiendo los medios una pluralidad de bobinas de solenoide (50) activadas colocadas adyacentes a la pluralidad de emisores de campo de electrones, y un circuito electrónico de alimentación y sincronización (60) configurado para proporcionar corriente eléctrica a al menos una bobina de solenoide individual; en el que al menos una bobina de solenoide individual es configurable de manera tal que cuando se activa, se crea un campo magnético que provoca el recorrido de los electrones emitidos desde el emisor más cercano a la al menos una bobina de solenoide individual activada para desenfocarse y/o desviarse antes de que los electrones alcancen el material objetivo (20); y en el que el material objetivo comprende una región de absorción intersticial, siendo la región de absorción intersticial un área que comprende uno o más materiales de bajo número atómico que efectivamente no producen rayos X de alta energía, y un material productor de fotones de rayos X, estando dispuesto el material productor de fotones de rayos X en un patrón regular, de modo que, en uso, los electrones emitidos por el emisor, inciden en el material productor de fotones de rayos X cuando son desviados y/o desenfocados por la bobina de solenoide individual activada, y sobre la región de absorción intersticial cuando no se desvían y/o desenfocan por la bobina de solenoide individual más cercana al emisor, o impactan sobre la región de absorción intersticial cuando son desviados y/o desenfocados por la bobina de solenoide individual activada, y sobre el material que producen fotones de rayos X cuando no son desviados y/o desenfocados por la bobina de solenoide individual más cercana al emisor.
2. Un generador de rayos X según la reivindicación 1, en el que la relación del diámetro del material productor de fotones de rayos X a la distancia entre los materiales productores de fotones de rayos X adyacentes en el patrón regular es de aproximadamente 1:100.
3. Un generador de rayos X según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que cada objetivo individual del material productor de fotones de rayos X es un círculo que tiene un diámetro de aproximadamente 100 μm .
4. Un generador de rayos X según cualquier reivindicación anterior, en el que, el material productor de fotones de rayos X en el material objetivo es tungsteno.
5. Un generador de rayos X según la reivindicación 4, en el que el tungsteno tiene un espesor en el intervalo de 1 a 5 μm .
6. Un generador de rayos X según cualquier reivindicación anterior, en el que la región de absorción intersticial en el material objetivo es silicio.
7. Un generador de rayos X según la reivindicación 6, en el que el silicio tiene un espesor en el intervalo de 50 a 500 μm .
8. Un generador de rayos X según cualquier reivindicación anterior, que comprende una lámina delgada de material absorbente de rayos X (70) configurada para absorber fotones de rayos X de baja energía producidos por la acción de electrones que inciden sobre el material productor de fotones de rayos X, colocándose la hoja absorbente de rayos X en la parte posterior del sustrato que contiene material objetivo (20).
9. Un generador de rayos X según cualquier reivindicación anterior, en el que la pluralidad de bobinas de solenoide que se pueden activar comprenden bobinas de cobre, fabricadas mediante devanados de electroformación de pequeñas láminas de cobre.
10. Un generador de rayos X según cualquier reivindicación anterior, en el que una pluralidad de lentes magnéticas está colocada adyacente a la pluralidad de bobinas de solenoide que se puede activar, estando dispuestas las lentes magnéticas de tal manera que en uso, la lente concentra el flujo de campo hacia el centro de la matriz de emisores.
11. Un generador de rayos X según cualquier reivindicación anterior, en el que el circuito electrónico de alimentación y sincronización (60) está configurado de tal manera que, en uso, proporciona corriente a solenoides individuales en una secuencia ráster.
12. Un generador de rayos X según la reivindicación 11, en el que el circuito electrónico de alimentación y temporización (60) está configurado de tal manera que las bobinas de solenoide adyacentes se pueden energizar dentro de 1 ms a 5 ms entre sí.

13. Un generador de rayos X según una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en el que el circuito electrónico de alimentación y temporización (60) está configurado para proporcionar corriente a varias bobinas de solenoide simultáneamente.

5 14. Un generador de rayos X según cualquier reivindicación anterior, en el que cada emisor de electrones comprende un cristal piroeléctrico (80) dispuesto para emitir electrones (100) cuando se realiza un ciclo térmico.

15. Un procedimiento para obtener una imagen de rayos X de un objeto, que comprende las etapas de proporcionar un generador de rayos X de acuerdo con cualquier reivindicación anterior; proporcionar un detector de rayos x; y operar dicho generador mediante el cual los fotones de rayos X pasan a través de un objeto colocado entre la matriz de la fuente de rayos X y el detector de rayos X.

10

[Fig. 1]

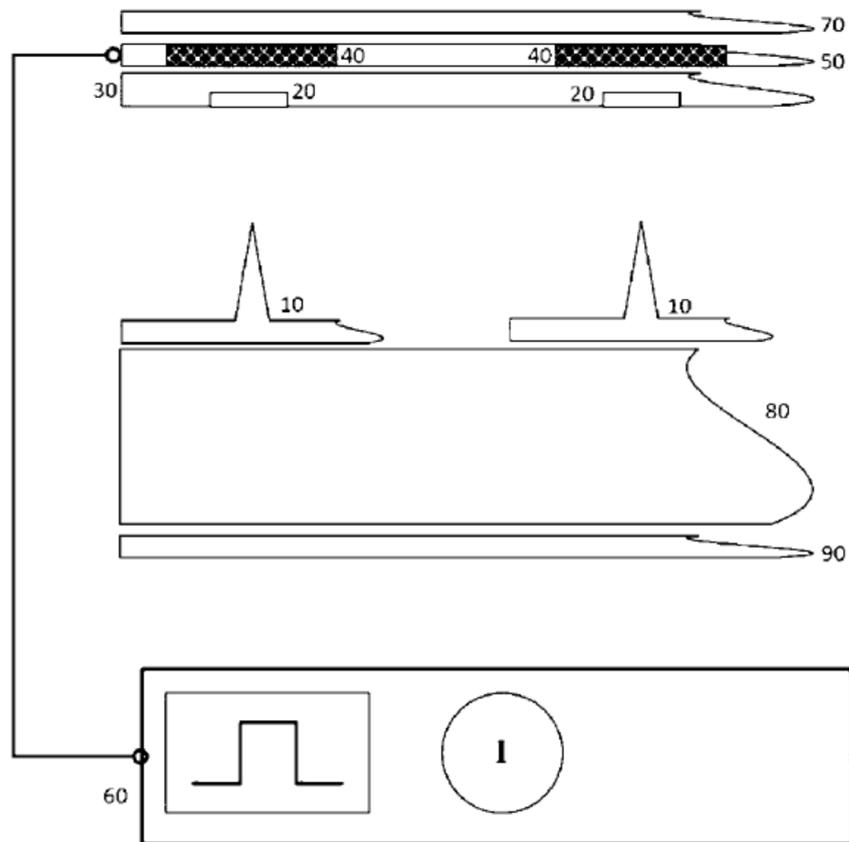


Fig 1.

[Fig. 2]

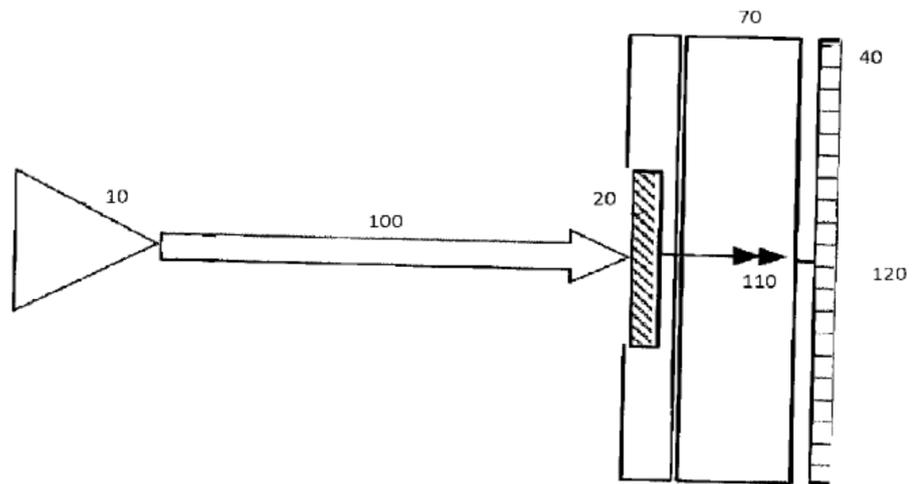


Fig 2.

[Fig. 3]

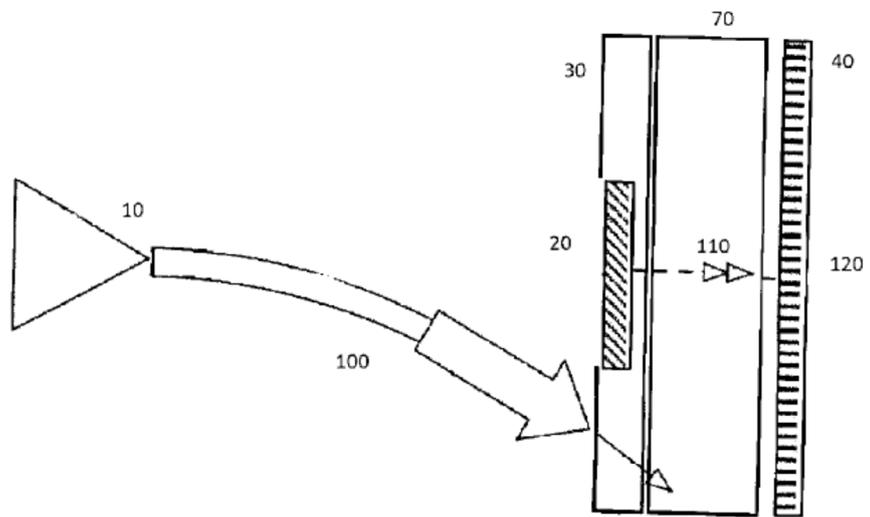


Fig 3.

[Fig. 4]

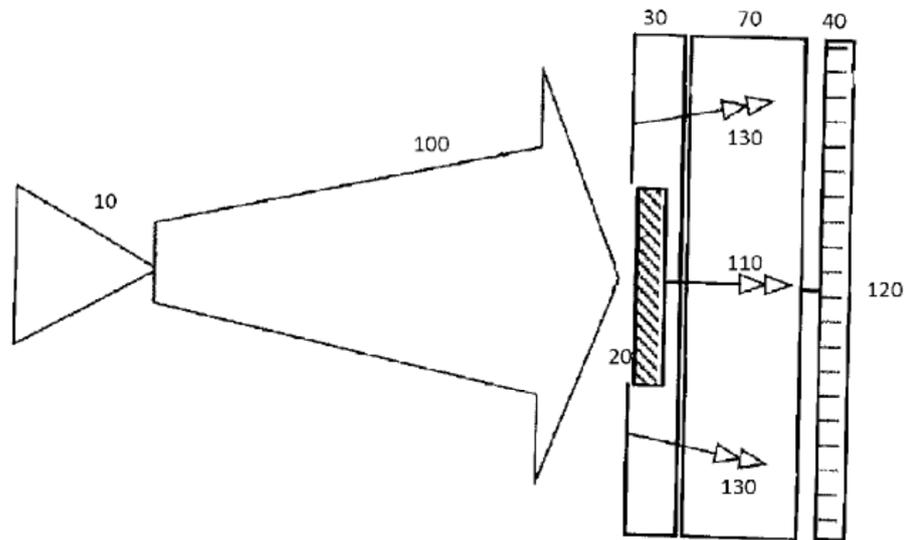


Fig 4.

[Fig. 5]

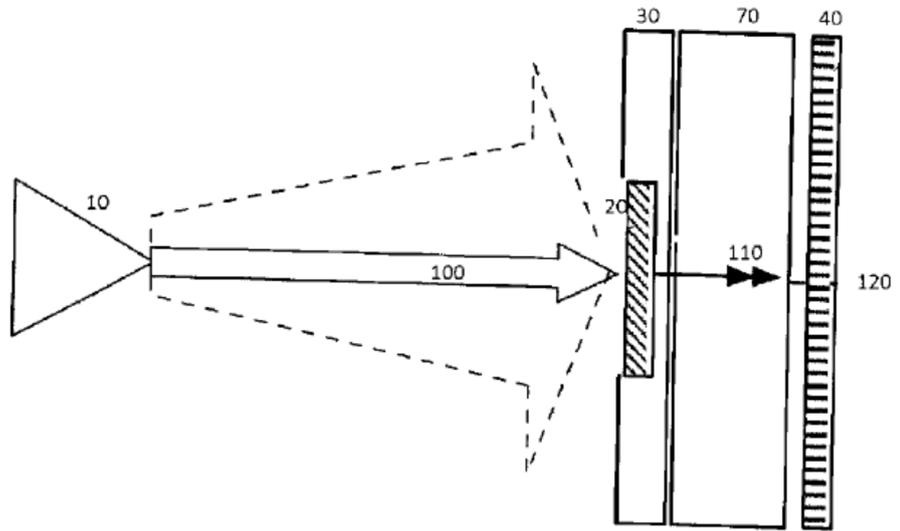


Fig 5.