

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 223**

51 Int. Cl.:

G01N 23/04 (2008.01)

G21K 1/10 (2006.01)

G21K 1/02 (2006.01)

H01J 35/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2015 PCT/GB2015/050637**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2015 WO15132593**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015 E 15715360 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3114693**

54 Título: **Colimador de rayos X**

30 Prioridad:

05.03.2014 GB 201403889

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

07.03.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TRAVISH, GIL;
EVANS, MARK y
STEVENS, ROBERT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 703 223 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

Colimador de rayos X

La presente invención está relacionada generalmente con un colimador de rayos X y un método para obtener una imagen por rayos X y encontrar utilidad particular, aunque no exclusiva, en la colimación de radiación de frenado o Bremsstrahlung de rayos X, donde la fuente de rayos X comprende una pluralidad de fuentes de rayos X dispuestas en una distribución bidimensional.

Se sabe que la colimación de los rayos X da como resultado una mejora en la calidad de imagen de un sistema de obtención de imágenes por rayos X. Esto es porque la colimación de una fuente de rayos X reduce la cantidad de fotones dispersados de rayos X que alcanzan los elementos de sensor de rayos X, tras haber pasado a través de la materia de asunto de la que se están obteniendo imágenes. Estos fotones dispersados de rayos X de otro modo contribuirían a la lectura desde los elementos de sensor y reducirían el contraste total en la imagen por rayos X porque no transportan la misma información de diagnóstico pertinente que los fotones no dispersados de rayos X que han pasado directamente desde la fuente de rayos X al elemento de sensor. Fotones dispersados son responsables de la neblina a menudo asociada con las radiografías.

Generalmente, los colimadores de rayos X de la técnica anterior han comprendido un cuadrícula bidimensional, a veces también conocida como cuadrícula antidispersión (ASG, del inglés *anti-scatter grid*), que se posiciona directamente delante del sensor y sirve para absorber o bloquear fotones que emanan con un ángulo grande. Estas ASG a menudo son estructuras de cuadrícula compuestas de metales de alta densidad cuyo funcionamiento se puede considerar análogo a una persiana veneciana que colima fotones ópticos. En la bibliografía se ha descrito una variedad de geometrías y métodos de fabricación, cada uno con la meta similar de reducir los fotones dispersados no deseados para que no impacten en el sensor.

Además de métodos antidispersión, se han considerado lentes de rayos X. Se ha tratado una amplia variedad de planteamientos en un intento de enfocar los rayos X con más eficiencia o mejores propiedades focales. Ejemplos de lentes de rayos X de la técnica anterior incluyen, policapilares (ensamblados y fundidos) y Ópticas Wolter (una cuadrícula de materiales) ambos esencialmente trabajan reflejando colectivamente una única fuente de fotones de rayos X. También se han descrito lentes refractivas.

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

Un ejemplo de este tipo de fuente de rayos X bidimensional se proporciona en el aparato del documento WO 2011/017645 para producir rayos X para uso en obtención de imágenes.

Los métodos conocidos de colimación y lentes no son tan útiles para colimar una distribución bidimensional de fuentes de rayos X y una intención de realizaciones de la presente descripción es mitigar al menos parcialmente las desventajas de métodos conocidos de colimación de rayos X y proporcionar medios para colimar rayos X que emanan de una distribución bidimensional de fuentes de rayos X.

El documento JP2003197811A describe un módulo de montaje de semiconductor que incluye un sustrato con orificios pasantes. El documento JPH06295903A describe un colimador para un dispositivo de pulverización catódica para fabricar circuitos integrados de semiconductor. El documento JP4599504B2 describe un colimador para detectar rayos X.

Una intención es proporcionar medios para colimar rayos X por lo que múltiples elementos u orificios de colimación reciben fotones de rayos X de una única fuente de rayos X. Una intención adicional es proporcionar medios para colimar rayos X por lo que cada elemento u orificio de colimación comprende una geometría en disminución de alta relación de aspecto y se alinea con una distribución bidimensional de fuentes de rayos X de escala de micrómetro, de modo que el ángulo de salida de rayos X y la formación se controlan en un emisor por emisor en una fuente de rayos X distribuida. En este sentido, una relación de aspecto alta puede incluir una que tiene una relación altura a anchura del orden de 10:1 a 1000:1.

En un primer aspecto la invención proporciona un colimador de rayos X que comprende un sustrato que contiene una pluralidad de orificios de colimador, en donde al menos algunos de dichos orificios de colimador comprenden a lo largo de sus longitudes axiales, un orificio de entrada a través del que pueden pasar rayos X adentro del orificio de colimador, una parte en disminución que es troncocónica, y una siguiente parte tubular que tiene un orificio de salida, el colimador de rayos X comprende además material de objetivo de rayos X que comprende una primera hoja delgada de material de alto número atómico y se dispone para convertir, en uso, electrones desde una distribución de emisores de electrones a fuentes localizadas de fotones de rayos X, de manera que cada uno de dichos al menos algunos orificios de colimador emite un haz de fotones de rayos X que emerge desde el orificio de salida en un cono de ángulo estrecho que es aproximadamente paralelo o que tiene un ángulo de desviación desde paralelo en el intervalo 1 a 20 grados.

La pluralidad de orificios se puede disponer en una distribución bidimensional. La distribución bidimensional puede ser

en forma de cuadrícula. La cuadrícula se puede disponer regularmente, tal como en columnas y filas espaciadas regularmente. Como alternativa, la cuadrícula puede ser irregular.

El sustrato puede comprender silicio o un vidrio. El vidrio puede ser sílice fundida.

5 La parte troncocónica se puede describir por una forma parabólica aproximada. La forma parabólica puede ser definida aproximadamente por una forma conocida como "Cono de Winston". La parte tubular puede ser cilíndrica.

La distancia entre el orificio de entrada de la parte troncocónica y el orificio de salida de la parte tubular puede ser sustancialmente mayor que el diámetro del orificio de salida, esta geometría se configura a fin de lograr una reducción en el ángulo de apertura de los rayos X transmitidos comparado con el ángulo de apertura de la radiación no guiada.

10 La distancia entre el orificio de entrada de la parte troncocónica y el orificio de salida de la parte tubular se puede conocer como "longitud nominal de colimador".

La longitud nominal de colimador puede ser al menos diez veces mayor que el diámetro del orificio de salida, esta geometría se configura a fin de lograr una reducción en el ángulo de apertura de los rayos X transmitidos comparado con el ángulo de apertura de la radiación no guiada.

15 La relación de la longitud nominal de colimador a la salida diámetro se puede describir como la "relación de aspecto" del colimador.

20 Los orificios que discurren a través del sustrato se pueden alinear en su superficie interior con una película delgada. La película delgada puede comprender al menos una única capa ya sea de tungsteno o iridio. La película delgada puede comprender una bicapa de uno de tungsteno y óxido de aluminio, tungsteno y silicio, y tungsteno y carbono. La película delgada puede comprender una combinación bicapa de un metal de alto número Z y un material espaciador de bajo número Z/baja densidad. En este sentido el término "bajo" puede significar que tiene un número atómico menor que el "metal de alto número Z". El "material de bajo número Z" puede tener un número atómico únicamente uno menor que el "metal de alto número Z". Se puede decir que una bicapa comprende una pila de películas delgadas.

La entrada de la parte en disminución puede topar contra el material de objetivo de rayos X.

25 La primera hoja delgada puede comprender uno o más de tungsteno, aleación de tungsteno, molibdeno u oro. La primera hoja delgada del material de objetivo puede tener un grosor de aproximadamente 1 a 5 μm .

Una segunda hoja delgada de material de filtro de rayos X se puede posicionar entre el material de objetivo de rayos X y los orificios de entrada en el sustrato. El material de filtro de rayos X puede comprender aluminio.

El material de filtro de rayos X puede tener un grosor de aproximadamente 100 a 500 μm .

30 En una alternativa, se puede proporcionar un colimador de rayos X que comprende dos o más colimadores de rayos X según el primer aspecto, en donde los orificios de salida tubulares de un sustrato de colimador de rayos X se alinean con los orificios de entrada troncocónicos del sustrato adyacente de colimador de rayos X a fin de extender la longitud del orificio de colimación. En otras palabras, se puede decir que los dos colimadores se disponen en serie.

35 En otro aspecto, la invención proporciona un método para obtener una imagen por rayos X de un sujeto, que comprende las etapas de proporcionar un colimador de rayos X según el primer aspecto, alinear dicho colimador de rayos X con un sensor bidimensional de rayos X, por lo que, en uso, fotones de rayos X desde las fuentes de rayos X pasan a través de los orificios de colimador y emergen en un cono de ángulo estrecho de fotones de rayos X algunos de los cuales pasan entonces a través de un sujeto posicionado entre los orificios de salida del colimador y el sensor de rayos X.

40 En una realización, se describe un método para obtener una imagen por rayos X de un sujeto, que comprende las etapas de proporcionar un colimador de rayos X según el primer aspecto proporcionar una distribución de fuentes de rayos X, proporcionar una distribución de elementos de detección de rayos X y alinear los orificios de entrada de colimador de rayos X con la distribución de fuentes de rayos X y alinear los orificios de salida de colimador de rayos X con la distribución de elementos de detección de rayos X, por lo que fotones de rayos X desde la distribución de fuentes de rayos X pasan a través de los orificios de colimador y emergen como haz aproximadamente paralelo de fotones de rayos X que pasan a través de un sujeto posicionado entre los orificios de salida del colimador y la distribución de elementos de detección de rayos X. La distribución de fuentes de rayos X puede ser bidimensional. La distribución de elementos de detección de rayos X puede ser bidimensional.

45 Una ventaja de los aparatos descritos es que pueden proporcionar medios para colimar rayos X que emanan desde una distribución bidimensional de fuentes de rayos X de escala de micrómetro.

50 Las características, rasgos y ventajas anteriores y otros de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención. Esta descripción se da en aras de ejemplo únicamente, sin limitar el alcance de la invención. Las figuras de referencia indicadas a continuación se refieren a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es una vista en planta de un colimador de rayos X;

la figura 2 es una sección transversal esquemática de un colimador de rayos X;

la figura 3 es una sección transversal esquemática del colimador de rayos X de la figura 2 acoplado a un material de objetivo de rayos X y fuente de electrones;

5 la figura 4 es una sección transversal esquemática del colimador de rayos X de la figura 3 que incluye un material de filtro de rayos X; y

la figura 5 es una sección transversal esquemática de dos colimadores de rayos X de la figura 4 conjuntamente con una materia de asunto de la que se van a obtener imágenes sobre elementos adyacentes en un sensor bidimensional de rayos X.

10 La presente invención se describirá con respecto a ciertos dibujos pero la invención no se limita a los mismos sino únicamente por las reivindicaciones. Los dibujos descritos únicamente son esquemáticos y no limitativos. Cada dibujo puede no incluir todos de los rasgos de la invención y por lo tanto no se deben considerar necesariamente como que son una realización de la invención. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala por motivos ilustrativos. Las dimensiones y las dimensiones relativas no corresponden a
15 reducciones reales de la puesta en práctica de la invención.

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 en el tiempo, espacialmente, en ranking o de cualquier otra manera. Se tiene que entender que los términos usados son intercambiables en circunstancias apropiadas y ese funcionamiento es posible en otras secuencias que las descritas o ilustradas en esta memoria.
20

Además, los términos arriba, abajo, sobre, debajo y similares en la descripción y las reivindicaciones se usan con fines descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Se tiene que entender que los términos usados son intercambiables en circunstancias apropiadas y ese funcionamiento es posible en otras orientaciones que las descritas o ilustradas en esta memoria.

25 Cabe observar que el término “comprender”, utilizado en las reivindicaciones, no debe interpretarse como restringido a los medios que se enumeran a partir de entonces; no excluye otros elementos o etapas. Así se tiene que interpretar como que especifica la presencia de características, entidades, etapas o componentes a los que se refiere, pero no imposibilita la presencia o adición de una o varias características, entidades, etapas o componentes adicionales o grupos de los mismos. De este modo, el alcance de la expresión “un dispositivo comprende unos medios A y B” no
30 debe limitarse a los dispositivos que consisten sólo en los componentes A y B. Significa que con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

De manera similar, se tiene que observar que el término “conectado”, usado en la descripción, no se debe interpretar como que está restringido para dirigir conexiones únicamente. Así, el alcance de la expresión “un dispositivo A conectado a un dispositivo B” no se debe limitar a dispositivos o sistemas en donde una salida del dispositivo A se
35 conecta directamente a una entrada de dispositivo B. Significa que existe un camino entre una salida de A y una entrada de B que puede ser un camino que incluye otros dispositivos o medios. “Conectado” puede significar que dos o más elementos están en contacto directo ya sea físico o eléctrico, o que dos o más elementos no están en directo contacto entre sí pero incluso todavía cooperan o interactúan entre sí. Por ejemplo, se contempla conectividad inalámbrica.

40 Referencia por toda esta memoria descriptiva a “una realización” o “un aspecto” significa que un rasgo, estructura o característica particulares descritos en conexión con la realización o aspecto se incluye en al menos una realización o aspecto de la presente invención. Así, apariciones de la frases “en una realización” o “en un aspecto” en diversos lugares por toda esta memoria descriptiva no necesariamente hacen referencia todas a la misma realización o aspecto, sino que se pueden referir a diferentes realizaciones o aspectos. Además, los rasgos, estructuras o características
45 particulares de cualquier realización o aspecto de la invención se pueden combinar de cualquier manera adecuada, como será evidente para el experto en la técnica a partir de esta descripción, en una o más realizaciones o aspectos.

De manera similar, se debe apreciar que en la descripción a veces se agrupan juntos diversos rasgos de la invención en una única realización, figura o descripción de los mismos con el propósito de optimizar la descripción y ayudar al entendimiento de uno o más de los diversos aspectos inventivos. Este método de descripción, sin embargo, no se
50 debe interpretar como que refleja la intención de que la invención reivindicada requiere más rasgos que se relatan expresamente en cada reivindicación. Además, la descripción de cualquier dibujo o aspecto individual no se debe considerar necesariamente como que es una realización de la invención. En cambio, como reflejan las siguientes reivindicaciones, aspectos inventivos se encuentra en menos que todos los rasgos de una única realización descrita anteriormente. Así, las reivindicaciones que siguen a la descripción detallada se incorporan por la presente expresamente en esta descripción detallada, con cada reivindicación soportada por sí misma como realización
55 separada de esta invención.

Además, si bien algunas realizaciones descritas en esta memoria incluyen algunos rasgos incluidos en otras realizaciones, se entiende que combinaciones de rasgos de realizaciones diferentes están dentro del alcance de la invención, y forman incluso realizaciones adicionales, como entenderán los expertos en la técnica. Por ejemplo, en las siguientes reivindicaciones, cualquiera de las realizaciones reivindicadas se puede usar en cualquier combinación.

5 En la descripción proporcionada en esta memoria, se presentan numerosos detalles específicos. Sin embargo, se entiende que realizaciones de la invención se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, no se han mostrado en detalle métodos, estructuras y técnicas muy conocidos a fin de no enturbiar el entendimiento de esta descripción.

10 En la explicación de la invención, a menos que se indique lo contrario, la descripción de valores alternativos para el límite superior o inferior del intervalo permitido de un parámetro, acoplado con una indicación de que uno de dichos valores se prefiere más que el otro, se tiene que interpretar como que implica declaración de que cada valor intermedio de dicho parámetro, que se encuentra entre la más preferida y la menos preferida de dichas alternativas, se prefiere por sí mismo a dicho valor menos preferido y también a cada valor que se encuentra entre dicho valor menos preferido y dicho valor intermedio.

15 El uso del término “al menos uno” puede significar únicamente uno en ciertas circunstancias.

Ahora se describirán los principios de la invención mediante una descripción detallada de al menos un dibujo relacionado con rasgos ejemplares de la invención. Está claro que se pueden configurar otras disposiciones según el conocimiento de expertos en la técnica sin apartarse del concepto o enseñanza técnica subyacentes de la invención, la invención está limitada únicamente por los términos de las reivindicaciones adjuntas.

20 La figura 1 muestra un dibujo esquemático de una vista en planta del lado superior de un colimador de rayos X. El sustrato comprende una losa rectangular plana que tiene un grosor bastante menor que cualquiera de sus lados. El sustrato 10 puede comprender silicio. Como alternativa el sustrato se puede hacer de otros materiales tales como un material de vidrio, por ejemplo, sílice fundida. Otros materiales de sustrato también se consideran sustitutos útiles.

25 El material de sustrato 10 puede contener elementos de tungsteno de material intersticial dispersado aunque se pueden usar otros elementos de alto número atómico, tales como plomo, oro o tántalo.

30 Dispuestos cruzando el sustrato 10 hay una serie de orificios de colimación 30, estos se pueden disponer en una distribución bidimensional. La distribución es regular, comprendiendo cinco columnas y cuatro filas, aunque se contemplan otras cantidades de columnas y filas. Esta disposición de orificios es útil si las fuentes de rayos X también se disponen en una cuadrícula bidimensional, de manera que cada orificio de colimación se alinee con una fuente de fotones de rayos X. Otras geometrías y patrones de orificio también son útiles.

En una preparación, los orificios 30 son de aproximadamente 100 μm de diámetro y se posicionan a una distancia de 1 mm a 1 cm entre orificios 30 adyacentes en la cuadrícula.

35 La figura 2 muestra una sección transversal de un orificio en disminución individual de colimación 30. El orificio en disminución 30 comprende una parte sustancialmente tubular. Está sustancialmente cerrada en el extremo izquierdo pero incluye una entrada 20 a través de la que pueden pasar rayos X al orificio 30. El orificio 30 está sustancialmente abierto en el extremo opuesto 50 para permitir que salgan rayos X. Una parte 40 de la pared lateral del orificio 30 entre la entrada 20 y la parte sustancialmente tubular es en disminución.

La disminución 40 puede ser parabólica y puede ser descrita por una forma de Cono de Winston, aunque son útiles otras formas parabólicas.

40 Los orificios en disminución 30 pueden ser aproximadamente cilíndricos en su extremo de salida 50, aunque son útiles otras geometrías de orificio de salida.

La entrada 20 se encuentra en un lado de la losa de sustrato con el extremo de salida 50 en el lado opuesto de la misma. El orificio por lo tanto atraviesa la losa desde un lado al otro y tiene un agujero con un eje longitudinal que se encuentra aproximadamente perpendicular al plano de la losa.

45 La distancia entre la entrada 20 y la salida 50 del orificio 30 puede estar en el intervalo 1 mm a 1 cm, aunque son útiles otras distancias.

50 Los orificios en disminución de colimación 30 se pueden fabricar mediante un método de grabado químico profundo tal como Grabado Iónico Reactivo Profundo (DRIE, del inglés *Deep Reactive Ion Etching*) seguido por oxidación y grabado adicional para retirar las crestas, aunque son posibles otros medios para fabricar la geometría en disminución con estructuras de alta relación de aspecto y paredes internas lisas.

Los orificios en disminución de colimación 30 se pueden forrar sobre su superficie interior con una película delgada 60 de un material seleccionado de los típicamente conocidos para uso en “superespejos.” Por ejemplo, la película delgada puede comprender una única película de tungsteno. Como alternativa, se puede usar una única película de iridio. En una realización alternativa, se pueden usar bicapas de tungsteno y silicio o tungsteno y carbono. También pueden ser

útiles y eficaces otros materiales de “superespejo” que comprenden una combinación de un metal de número atómico (Z) alto y un número atómico (Z) bajo / materiales espaciadores de baja densidad.

5 La película delgada 60 se puede depositar sobre el interior de los orificios en disminución 30 por medio de un proceso de deposición de capa atómica (ALD, del inglés *atomic layer deposition*), aunque también se contemplan otros procesos de deposición de película delgada.

10 La figura 3 muestra una sección transversal esquemática de un orificio en disminución individual de colimación 30 acoplado a un material de objetivo de rayos X 70 de manera que la entrada 20 está sustancialmente adyacente al material de objetivo 70. El orificio 30 se muestra alineado con una fuente de electrones adyacente 90 que produce electrones que entonces son acelerados a lo largo de líneas de campo eléctrico 80 por medio de un campo eléctrico aplicado provocando que impacten sobre el material de objetivo de rayos X 70. En este sentido, el término “alineado” puede significar que los ejes lineal/longitudinal del centro de los agujeros de orificio son sustancialmente paralelos y coincidentes con los centros de los ejes de las fuentes de electrones. Sin embargo, puede haber alguna tolerancia tal como dentro de un porcentaje del diámetro del orificio de colimador donde típicamente este porcentaje está entre el 1% y el 50%, aunque se contemplan tolerancias más pequeñas o más grandes.

15 En uso, el orificio en disminución se posiciona de manera que su extremo en disminución 40 y su entrada 20 están adyacentes a un material de objetivo de rayos X 70, que puede ser una hoja delgada de tungsteno de 1-5 μm de grueso, aunque se pueden usar otros materiales de objetivo de rayos X tales como molibdeno, oro o aleación de tungsteno.

20 El material de tungsteno de objetivo de rayos X 70 puede ser segmentado por un material intersticial de menor densidad dispersado entre objetivos de tungsteno adyacentes. Es posible retirar el material intersticial y que el material de objetivo de tungsteno sea continuo.

25 El orificio de entrada 20 se puede posicionar tan cerca como sea posible del origen (70) de los fotones de rayos X. En este sentido, el término “tan cerca como sea posible” se indica a la luz del hecho de que se proporciona algún material típicamente entre el objetivo y el extremo del orificio para sostener el material de objetivo. Se conoce que existen métodos para retirar todo excepto una capa delgada de 1 μm de grosor, métodos más comunes se basan en decenas de micrómetros, siendo comunes intervalos de 50-100 μm .

En uso, fotones de rayos X que emanan del material de tungsteno de objetivo 70 se reflejarán internamente desde la película delgada 60 de W:AIO_2 y emergerán en el extremo de salida 50 del orificio en disminución de colimación 30 en una forma sustancialmente colimada.

30 La figura 4 muestra una sección transversal esquemática de un colimador de rayos X 30 acoplado a un material de objetivo de rayos X 70, con un material de filtro de rayos X 100 posicionado entre el material de objetivo 70 y la entrada 20.

35 El material de filtro de rayos X 100 puede comprender una hoja de aluminio de grosor 250 μm , sin embargo se pueden usar otros materiales y otros grosores, dependiendo de la energía de punto de extremo de rayos X, material de objetivo y aplicación específica.

El filtro material 100 actúa para absorber los fotones de rayos X de baja energía y electrones no convertidos. El intervalo de energía de los fotones de rayos X transmitidos que pasan a través del filtro material 100 será así más uniforme, lo que llevará a una mejora en la calidad de imagen por rayos X resultante como entenderá el experto en la técnica.

40 La figura 5 es una sección transversal esquemática que muestra una realización donde, en uso, dos fuentes de electrones 90 adyacentes, generan fotones de rayos X en el material de objetivo 70, los fotones de rayos X de energía más alta pasan a través del material de filtro 100, son reflejados internamente a lo largo de los orificios de colimación en disminución 30 antes de pasar a través de la materia de asunto 110 de la que se están obteniendo imágenes y entonces llegan a elementos 120 adyacentes en un sensor bidimensional de rayos X 130. En esta figura se muestra una correspondencia uno a uno entre las fuentes de rayos X y los orificios de colimación, sin embargo, se contemplan otras relaciones tales como una pluralidad de fuentes de rayos X a un colimador, y un colimador a una pluralidad de objetivos (por ejemplo cuatro).

50 Los elementos intersticiales 31 (es decir, el material que se encuentra entre los orificios 30) actúa para bloquear fotones de rayos X que pasan entre orificios de colimación en disminución de entrada 20 adyacentes. Por ejemplo, los elementos intersticiales pueden absorber los rayos X. Esto resulta en que únicamente fotones de rayos X que han sido guiados bajando por los orificios de colimación 30 en el sustrato material 10 emergen aproximadamente perpendiculares al plano de colimador con una mejora consiguiente en la calidad de imagen resultante. En este sentido, el plano de colimador puede ser un plano imaginario que se encuentra perpendicular a los ejes longitudinales de los agujeros de los orificios 30.

55 En la salida del orificio de colimador 50 es posible añadir una capa delgada adicional de material absorbente de rayos X, para absorber fotones de rayos X de baja energía. Esta capa permite “endurecer” o “rigidizar” el espectro al absorber

los rayos X de energía muy baja que no contribuyen a la formación de imagen sino que aumentan la dosis para el paciente o el objetivo.

5 Es posible usar dos o más de los sustratos de colimador 10, por lo que los orificios de salida 30 sustancialmente cilíndricos de un sustrato de colimador de rayos X 10 se alinean con los orificios de entrada 20 del sustrato de colimador de rayos X 10 adyacente a fin de extender la longitud del orificio de colimación 30.

10 También son útiles y se contemplan otras disposiciones. Por ejemplo, puede ser útil tener un orificio de colimador que comprenda una región de disminución corta seguida por una holgura (o un tubo de diámetro más grande) que se termina en un orificio más estrecho. Esta disposición puede ser eficazmente similar a la sección en disminución más sección de tubo recto descrita anteriormente, pero permite una fabricación más simple. Sin embargo, puede ser a costa de guiado menos eficiente de los rayos X. Otra disposición que se puede contemplar es una pila de varios orificios con diámetro variable de manera que el perfil en conjunto es como se ha descrito anteriormente, pero cuya fabricación y construcción son diferentes. También puede ser útil sustituir la parte troncocónica por otras formas tales como una disminución lineal (cónica), sección hiperbólica o semiesférica.

REIVINDICACIONES

1. Un colimador de rayos X que comprende un sustrato (10) que contiene una pluralidad de orificios de colimador (30), en donde al menos algunos de dichos orificios de colimador comprenden a lo largo de sus longitudes axiales, un orificio de entrada (20) a través del que pueden pasar rayos X adentro del orificio de colimador, una parte en
5
disminución (40) que es troncocónica, y una siguiente parte tubular que tiene un orificio de salida (50), y caracterizado por que el colimador de rayos X comprende además material de objetivo de rayos X (70) que comprende una primera hoja delgada de material de alto número atómico y se dispone para convertir, en uso, electrones desde una distribución de emisores de electrones (90) a fuentes localizadas de fotones de rayos X, de manera que cada uno de dichos al
10
menos algunos orificios de colimador (30) emite un haz de fotones de rayos X que emerge desde el orificio de salida (50) en un cono de ángulo estrecho que es aproximadamente paralelo o que tiene un ángulo de desviación desde paralelo en el intervalo 1 a 20 grados.
2. El colimador de rayos X según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de orificios (30) se dispone en una distribución bidimensional.
3. El colimador de rayos X según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, reivindicación anterior, en donde la
15
parte troncocónica se describe por una forma parabólica aproximada.
4. El colimador de rayos X según la reivindicación 3, en donde la forma parabólica se define aproximadamente por una forma conocida como "Cono de Winston".
5. El colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, en donde la parte tubular es cilíndrica.
6. El colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, en donde la distancia entre el orificio de
20
entrada (20) de la parte troncocónica y el orificio de salida (50) de la parte tubular es sustancialmente mayor que el diámetro del orificio de salida, esta geometría se configura a fin de lograr una reducción en el ángulo de apertura de los rayos X transmitidos comparado con el ángulo de apertura de la radiación no guiada.
7. El colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, en donde la distancia entre el orificio de
25
entrada (20) de la parte troncocónica y el orificio de salida (50) de la parte tubular es al menos diez veces mayor que el diámetro del orificio de salida, esta geometría se configura a fin de lograr una reducción en el ángulo de apertura de los rayos X transmitidos comparado con el ángulo de apertura de la radiación no guiada.
8. El colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, en donde los orificios (30) que discurren a través del sustrato (10) se alinean en su superficie interior con una película delgada (60).
9. El colimador de rayos X según la reivindicación 8, en donde la película delgada (60) comprende al menos una
30
única capa de tungsteno o de iridio, o una bicapa de uno de tungsteno y óxido de aluminio, tungsteno y silicio, y tungsteno y carbono.
10. El colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, en donde la entrada de la parte en
disminución hace tope contra el material de objetivo de rayos X (70).
11. El colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, en donde la primera hoja delgada
35
comprende uno o más de tungsteno, aleación de tungsteno, molibdeno u oro.
12. El colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, en donde la primera hoja delgada del material de objetivo (70) tiene un grosor de aproximadamente de 1 a 5 μm .
13. El colimador de rayos X según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 y 11 a 12, en donde se posiciona una segunda hoja delgada de material de filtro de rayos X (100) entre el material de objetivo de rayos X (70) y los
40
orificios de entrada (20) en el sustrato (10).
14. El colimador de rayos X según la reivindicación 13, en donde el material de filtro de rayos X (100) tiene un grosor de aproximadamente 100 a 500 μm .
15. Un método para obtener una imagen por rayos X de un sujeto, que comprende las etapas de proporcionar un
45
colimador de rayos X según cualquier reivindicación precedente, alinear dicho colimador de rayos X con un sensor bidimensional de rayos X (130), por lo que, en uso, fotones de rayos X desde la fuente de rayos X pasan a través de los orificios de colimador (30) y emergen en un cono de ángulo estrecho de fotones de rayos X algunos de los cuales pasan entonces a través de un sujeto posicionado entre los orificios de salida (50) del colimador y el sensor de rayos X.

[Fig. 1]

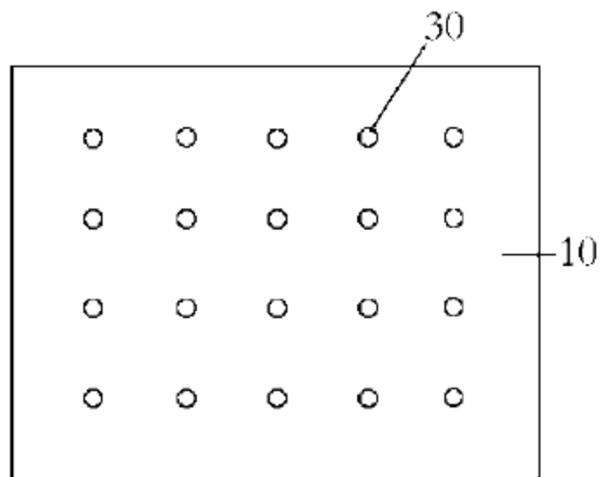


Figura 1

[Fig. 2]

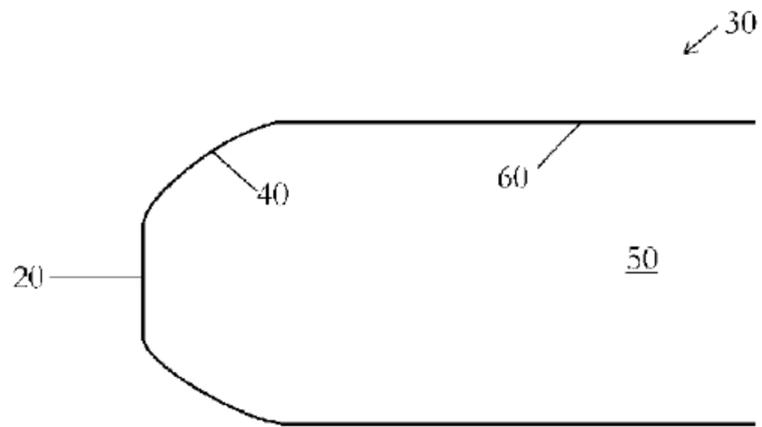


Figura 2

[Fig. 3]

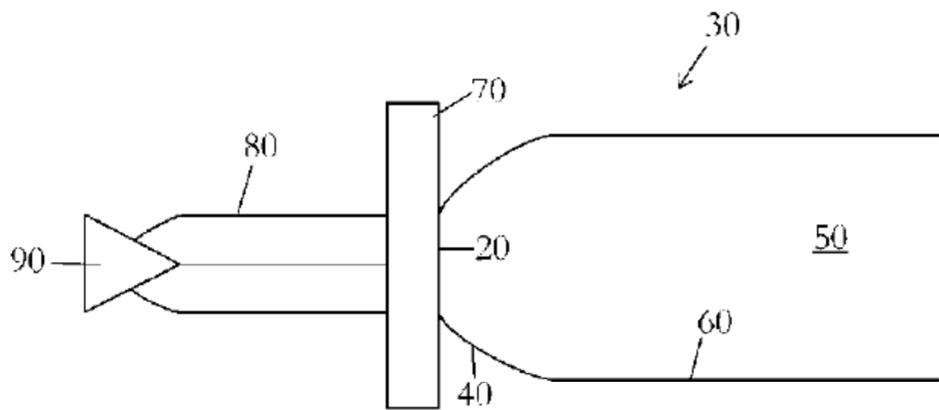


Figura 3

[Fig. 4]

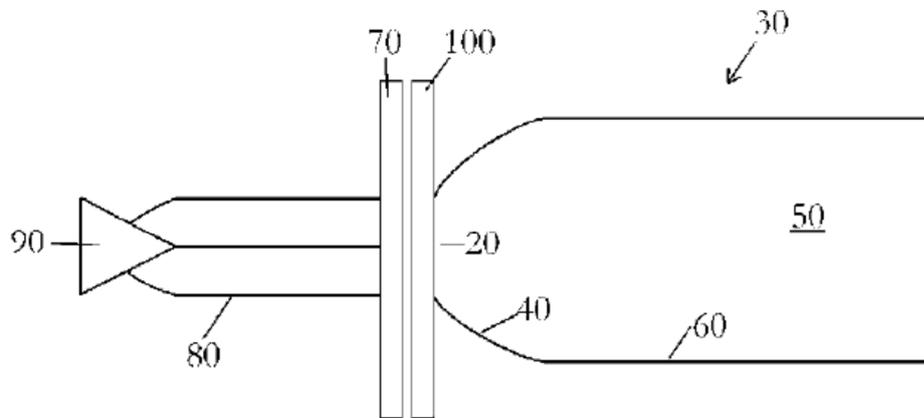


Figura 4

