

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 272**

51 Int. Cl.:

G21K 1/02 (2006.01)

G21K 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2015 E 15170759 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2953136**

54 Título: **Generador de rayos X con colimación ajustable**

30 Prioridad:

06.06.2014 CN 201410250942

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

02.03.2018

73 Titular/es:

**NUCTECH COMPANY LIMITED (50.0%)
2nd Floor, Block A, TongFang Building,
Shuangqinglu, Haidian District
Beijing 100084, CN y
TSINGHUA UNIVERSITY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**DING, FUHUA;
CHEN, ZHIQIANG;
ZHAO, ZIRAN;
WU, WANLONG;
TANG, LE;
JIN, YINGKANG y
WEN, YANJIE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 657 272 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 con colimación ajustable

Referencia cruzada a solicitud relacionada

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente China No. 201410250942.5, presentada el 6 de junio de 2014 en la Oficina de Propiedad Intelectual de Estado de China, cuya descripción completa se incorpora en la presente memoria como referencia.

Antecedentes**Campo técnico**

10 La presente invención se refiere al campo técnico de los generadores de rayos X y, particularmente, a un generador de rayos X con colimación ajustable y construcción monolítica, que está adoptado en la detección de seguridad en base a la formación de imágenes de radiación de rayos X, tratamiento médico e investigación científica, etc.

Descripción de la técnica relacionada

15 Un generador de rayos X convencional incluye usualmente partes tales como una fuente de energía de alto voltaje, un tubo de rayos X y una unidad de colimación, etc. Estas partes son relativamente independientes y están conectadas por medio de cables y tubos. Hay gran número de partes intermedias y se ocupa un gran espacio. Los haces de rayos X emitidos presentan en su mayoría una forma del tipo de abanico y estos haces no pueden ser ajustados o, por otra parte, el ajuste de estos rayos es difícil y complicado. Especialmente, en términos de enfriamiento y disipación de calor, los modos comunes de disipación de calor, tales como enfriamiento por aceite en circulación y enfriamiento por agua en circulación son fácilmente susceptibles de fugas y son por tanto de aplicación inadecuada.

20 El documento US 2014/064453 A1 describe, por ejemplo, un sistema de rayos X de retro dispersión que comprende una plataforma móvil, un alojamiento conectado a la plataforma móvil, una fuente de energía situada entro del alojamiento y un tubo de rayos X situado dentro del alojamiento y que está configurado para generar un haz de rayos X. La fuente de energía y el tubo de rayos X están sumergidos en un refrigerante.

25 El documento EP 2 701 159 A2, que se puede considerar la técnica anterior más cercana, describe un aparato integrado de rayos X de punto móvil, que se usa como un aparato de núcleo para campos de inspección de seguridad y tratamiento médico. Dicho aparato comprende un bastidor de montaje integrado en el que están montados un generador de rayos, un dispositivo colimador giratorio, un motor de par sin bastidor y un dispositivo de enfriamiento.

30 El documento US 6 778 635 B1 describe un sistema de enfriamiento del tubo de rayos X, que incluye un disipador de calor que está dispuesto, al menos parcialmente, dentro de un alojamiento vaciado del tubo de rayos X y tiene un bloque de enfriamiento que está parcialmente recibido dentro de un alojamiento de apoyo de manera que absorba calor transmitido a un conjunto de apoyo y al alojamiento de apoyo.

35 En la actualidad se han desarrollado aparatos de detección de seguridad y equipos de tratamiento médico para que sean miniaturizados, modularizados y de alta eficacia. Con el fin de conseguir este objetivo, se desea proporcionar un generador de rayos X con colimación ajustable y construcción monolítica.

Compendio

La presente invención se propone aliviar y/o superar al menos uno de los problemas y defectos existentes en las técnicas anteriores.

40 Un objeto de la presente invención es proporcionar un generador de rayos X con colimación ajustable y construcción monolítica, con el fin de cumplir la demanda de miniaturización, modularización y alta eficacia de un aparato de formación de imagen de radiación de rayos X. Este objeto es resuelto por el aparato de la reivindicación 1, estando definidas realizaciones ventajosas adicionales en las reivindicaciones dependientes.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un generador de rayos X con colimación ajustable, que comprende:

un conjunto de fuente de rayos X, que incluye un tubo de rayos X que tiene un cátodo y un ánodo y un colimador frontal;

50 un generador de alta voltaje, que está dispuesto en una cámara extendida de un alojamiento para el tubo de rayos X y que se utiliza para suministrar un alto voltaje de corriente continua entre el cátodo y el ánodo del tubo de rayos X para excitar haces de rayos X;

una unidad de ajuste de colimación, que está dispuesta rotativamente al exterior del colimador frontal y que se utiliza para ajustar haces de rayos X del tipo de abanico convirtiéndolos en haces continuos de rayos X de tipo lápiz; y

5 una unidad de refrigeración, que está montada independientemente en el tubo de rayos X y que se utiliza para enfriar el ánodo del tubo de rayos X;

en el que el conjunto de fuente de rayos X, el generador de alto voltaje, la unidad de ajuste de colimación y la unidad de refrigeración están integrados como un todo.

10 El conjunto de fuente de rayos X comprende además una base de radiación de calor para el ánodo, cuya base está dispuesta en un lado del ánodo del tubo de rayos X; y una cubierta extrema y una membrana, que están dispuestas en un lado del cátodo del tubo de rayos X y que trabajan en cooperación para proporcionar obturación y prevención de fugas. Además, la base de radiación de calor puede tener empotrado en ella un detector de temperatura y un conmutador de temperatura.

15 De acuerdo con la invención, la base de radiación de calor tiene una superficie de transferencia de calor para ponerse en contacto con la unidad de refrigeración para que sea enfriada. Además, la unidad de refrigeración comprende

una placa de radiación de calor y un tubo de calor dispuesto sobre la placa de radiación de calor, y la placa de radiación de calor está configurada para contactar suficientemente con la superficie de transferencia de calor de la base de radiación de calor a través de grasa de silicio de conducción térmica. Alternativamente, sin formar parte de la invención reivindicada,

20 la unidad de refrigeración puede comprender solo un tubo de calor montado directamente en la superficie de transferencia de calor de la base de radiación de calor. Además, la unidad de refrigeración puede comprender también aletas de radiación de calor, que estén dispuestas en el tubo de calor, y un ventilador silencioso que esté dispuesto por encima de las aletas de radiación de calor. Preferiblemente, el tubo de calor puede ser de una configuración del tipo de U o de una configuración del tipo de L.

25 En una realización, el tubo de rayos X comunica con la cámara extendida, estando esta última llena con aceite de aislamiento. Además, el generador de alto voltaje puede comprender un circuito anular de alto voltaje, un transformador de alto voltaje y un transformador de filamento dispuestos dentro de la cámara extendida, en el que el circuito anular de alto voltaje, el transformador de alto voltaje y el transformador de filamento están colocados, respectivamente, sobre correspondientes placas aislantes de resina y están dispuestos a los lados de las correspondientes placas aislantes de resina, separados del tubo de rayos X. Preferiblemente, la placa aislante de resina puede estar incorporada como una placa anular aislante de resina que tenga una parte hueca a través de la cual pase el aceite aislante y una porción periférica provista de una pluralidad de soportes de fijación protuberantes. Adicionalmente, el generador de alto voltaje puede comprender además un separador de posicionamiento encajado fijo, dispuesto dentro de la cámara extendida, y las placas aislantes de resina están fijamente situadas dentro de la cámara extendida por medio del separador de posicionamiento encajado.

35 En una realización, el generador de rayos X comprende además una unidad de montaje mecánico en la que están montados el conjunto de fuente de rayos X, el generador de alto voltaje, la unidad de ajuste de colimación y la unidad de refrigeración.

40 En una realización, la unidad de ajuste de colimación puede comprender: un anillo rotativo de tungsteno para fines de ajuste; y un mecanismo de accionamiento para accionar en rotación el anillo de tungsteno rotativo alrededor del colimador frontal para conseguir una exploración puntual continua de rayos X. El mecanismo de accionamiento comprende: un motor montado en la unidad de montaje mecánico; una polea de accionamiento conectada al motor; una polea accionada conectada al anillo de tungsteno rotativo; y una correa de transmisión conectada entre la polea de accionamiento y la polea accionada. Además, el mecanismo de accionamiento puede comprender además una estructura de tensado para ajustar el grado de tensión de la correa de transmisión.

45 En una realización, el generador de rayos X comprende además una unidad de protección contra radiación que consiste en una capa de protección contra radiación, el colimador frontal y el anillo de tungsteno rotativo dispuestos dentro del tubo de rayos X y la cámara extendida. Preferiblemente, el colimador frontal puede ser un colimador frontal de óxido de metal pesado.

50 Por lo tanto, el generador de rayos X anteriormente mencionado comprende un generador de alto voltaje que aplica un voltaje a través de ambos extremos del tubo de rayos X, el conjunto de fuente de rayos X que incluye el colimador frontal y la unidad de protección contra radiación, la unidad de ajuste de colimación rotativa que se utiliza para ajustar los rayos X, la unidad de refrigeración del tubo de calor para enfriar el ánodo del tubo de rayos X, y la unidad de montaje mecánico para proporcionar soportes y fijaciones. El generador de alto voltaje está dispuesto dentro de la cámara extendida del alojamiento para el tubo de rayos X, y la unidad de refrigeración está montada independientemente. Todas las partes anteriormente mencionadas están integradas en una construcción compacta

y monolítica.

Es decir, el generador de rayos X con colimación ajustable de acuerdo con realizaciones de la presente invención comprende el generador de alto voltaje, el conjunto de fuente de rayos X, la unidad de ajuste de colimación, la unidad de refrigeración y la unidad de montaje mecánico, que están integrados como un todo. Por lo tanto, tiene una construcción monolítica combinada, realiza el enfriamiento del tubo de calor y ajusta los haces de rayos X del tipo de abanico para formar haces de rayos X continuos del tipo de lápiz mediante el uso del colimador frontal y de la unidad de ajuste de colimación rotativa, consiguiendo exploración puntual dinámica sobre un objeto que se ha de verificar.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, el generador de alto voltaje suministra un alto voltaje de corriente continua entre el cátodo y el ánodo del tubo de rayos X, de tal manera que los electrones de alta energía generados en el cátodo impactan en el ánodo para emitir los haces de rayos X. El generador de alto voltaje está dispuesto dentro de la cámara extendida del alojamiento para tubo de rayos X, de tal manera que está integralmente formado con el conjunto de fuente de rayos X con puro aceite aislante del transformador que llena el interior del alojamiento.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, se puede usar como transformador de filamento un núcleo magnético de ferrita del tipo UY, puede ser usado como el transformador de alto voltaje un núcleo magnético de ferrita del tipo R, el cual es bajo en dispersión de flujo y fuga de inductancia y de elevada permeabilidad magnética, el circuito de alto voltaje es preferiblemente de una disposición anular, y se consigue salida de alto voltaje en un modo de multiplicación de voltaje de rectificación de etapas múltiples. El transformador de filamento, el transformador de alto voltaje y el circuito de alto voltaje están dispuestos a los lados de las placas de resina aislantes que se orientan en la misma dirección. Tres soportes de fijación protuberantes están dispuestos en la porción periférica de cada una de las placas de resina, y la porción central está ahuecada de tal manera que el aceite aislante pasa a través de ella. Un saliente de posicionamiento anular está formado en un lado interior de la capa de plomo de protección contra la radiación. Las tres placas anulares aislantes de resina están situadas en posición por el separador de posicionamiento encajado. La salida de alto voltaje de corriente continua está conectada al tubo de rayos X a través de un conector. El sistema de control está conectado a través de un conector de navegación anti-aceite.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, el conjunto de fuente de rayos X comprende el alojamiento cilíndrico para el tubo de rayos X, el saliente de montaje, la base de radiación de calor para el ánodo del tubo de rayos X, la capa de protección contra la radiación, la cubierta de filtro hecha de policarbonato, la cubierta extrema para la obturación del cátodo, los orificios de aceite de vacío y la membrana, etc. La base de radiación de calor para el ánodo se usa como una cubierta de obturación extrema y tiene una superficie de transferencia de calor acabada y ligeramente sobresaliente. El anillo de obturación del lado del ánodo está hecho de material de cobre exento de oxígeno, que evita la deformación causada por sobrecalentamiento. El anillo de obturación 209 está formado también con orificios 210 de aceite de vacío en el mismo, con el fin de asegurar la función del aceite aislante interior. La cubierta de filtro cóncava está hecha de policarbonato, y se utiliza para limitar el espesor de una capa de aceite en una abertura de haz del tubo de rayos X y tiene ella misma buena penetrabilidad por los rayos X, mejorando la dosis de salida efectiva de rayos X. El alojamiento para el tubo de rayos X tiene una abertura del tipo de abanico de cierto ángulo de acuerdo con las características del ángulo de amplitud del tubo de rayos X, de tal manera los haces de rayos X son efectivamente generados una vez que se aplica alto voltaje de corriente continua a través de ambos extremos del tubo de rayos X.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, la base de radiación de calor para el ánodo está hecha preferiblemente de material de cobre exento de oxígeno, que no solo es en conjunto de un tamaño relativamente grande, sino que tiene también un extremo extendido lateralmente que aumenta la capacidad de calor y la zona de radiación de calor. Además, también se usa como una cubierta extrema para obturar el ánodo dentro del alojamiento par el tubo de rayos X.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, la cubierta extrema para obturar el cátodo coopera con una membrana flexible para crear una cámara entre ellos. Durante el funcionamiento del generador de rayos X, el aceite aislante es expandido cuando se calienta, y contraído cuando está siendo enfriado; correspondientemente, la membrana será deformada desde el lado del aceite aislante o desde el lado del medio ambiente. Aquí se usa una abertura de ventilación o evacuación en la cubierta extrema para el cátodo, para actuar como un canal de liberación de manera que se obtenga un equilibrio de presiones. La abertura de ventilación está formada con una rosca interna en ella, y está montado un perno de protección con un orificio pasante en el mismo está montado en la abertura de ventilación. Cuando ocurre un fallo de fuga de aceite, el perno protector es roscado dentro de la abertura de ventilación de tal manera que se bloquea el orificio pasante, evitando la fuga del aceite aislante. Además, la membrana y la cubierta extrema funcionan conjuntamente como un anillo de obturación.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, la unidad de ajuste de colimación comprende un anillo rotativo de Tungsteno, un colimador frontal, un apoyo de contacto angular, una polea de accionamiento, una polea accionada, una correa de transmisión, una tuerca de fijación y un servo motor. El anillo rotativo de tungsteno tiene formados varios pequeños orificios pasantes en el mismo y está fijado sobre la polea accionada. El colimador frontal está fijamente unido alrededor de la superficie exterior del alojamiento para el tubo de rayos X. El apoyo de

contacto angular está empotrado dentro de la polea accionada y es asegurado alrededor de la superficie exterior del alojamiento para el tubo de rayos X mientras está siendo fijado por la tuerca de fijación. Bajo la acción del servo motor 308, la polea accionada es accionada por la polea de accionamiento y hace que gire el apoyo de contacto angular; aquí el anillo de tungsteno es accionado para que gire alrededor del colimador frontal, consiguiendo una exploración puntual continua de rayos X. La mencionada unidad de ajuste de colimación es de estructura simplificada, de bajo consumo de potencia y de poco ruido, y tiene buenas características de punto, reducido efecto de penumbra y resolución de imagen mejorada.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, el colimador frontal tiene cierto espesor y está empotrado dentro de la cubierta de filtro cóncava hecha de policarbonato. El colimador frontal está hecho de óxido de metal pesado, preferiblemente óxido de bismuto, que es fácilmente mecanizado, tiene la característica de asilamiento del elevado voltaje y de protección contra la radiación, y también cumple los requisitos medioambientales. Se pueden usar otros materiales, tales como óxido de plomo. El anillo de tungsteno está provisto de nervios de protección en ambos lados del mismo y posee buen efecto de protección contra la radiación. La capa de protección interna del alojamiento para el tubo de rayos X, el colimador frontal y el anillo rotativo de tungsteno constituyen una unidad de protección contra la radiación efectivamente laberíntica, evitando las fugas de los rayos X para cumplir con los requisitos de seguridad.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, la unidad de refrigeración se ocupa de la radiación de calor a través del tubo de calor y está constituida por tubos de calor, placas de apriete fijas, sustrato térmicamente conductor, aletas de radiación de calor y ventilador silencioso. Con el fin de evitar el desgaste de objetivo debido a sobrecalentamiento del ánodo del tubo de rayos X, se utiliza tubo de calor, que es un eficaz conductor de calor que transfiere calor por medio de evaporación y condensación de líquido dentro del tubo de vacío completamente cerrado. Generalmente tiene una configuración del tipo de L. El extremo de evaporación del tubo de calor está fijado por el sustrato térmicamente conductor y está configurado para contactar lo suficiente con la superficie de transferencia de calor que sobresale ligeramente de la base de radiación de calor, mientras que el extremo de condensación está soldado con una pluralidad de capas de aletas de radiación de calor de gran tamaño. El ventilador silencioso, junto con el ventilador de succión montado por encima de la unidad de protección contra la radiación, evacua el aire caliente y aspira el aire frío, el cual forma un suave canal de aire, disipando con ello de manera rápida y eficaz el calor generado en el ánodo. Es decir, la unidad de refrigeración que consiste en tubos de calor es de estructura eficiente, de poco coste, de funcionamiento estable, de fácil mantenimiento y tiene un bajo consumo de energía, reducidos puntos de fallo y un efecto novedoso y practicable.

Alternativamente, los tubos de calor pueden estar directamente asegurados a la base de radiación de calor para el ánodo.

De acuerdo con las realizaciones anteriormente mencionadas, la unidad de montaje mecánico está dispuesta para integrar estas unidades funcionales anteriormente mencionadas juntamente en una construcción monolítica. La unidad de montaje mecánico comprende una montura de fijación, una unidad de protección exterior contra la radiación, un bastidor para el motor, un tornillo de sujeción, un manguito de expansión, etc. La montura de fijación se usa para ensamblar el alojamiento para el tubo de rayos X y sus componentes periféricos conjuntamente y está provista exteriormente de la unidad de protección contra la radiación, consiguiéndose la modularización. La unidad de montaje mecánico es procesada con buena tecnología de procesamiento y precisión, con el fin de garantizar buenas características de punto de los haces de rayos X ajustados y efecto de ensamblado.

Además, el generador de rayos X de acuerdo con las realizaciones puede comprender también un conmutador de temperatura minitipo y un detector de temperatura empotrado dentro de la base de radiación de calor para el ánodo, un módulo de control de circuito inversor, una interfaz de control eléctrico relacionada, un conmutador de proximidad, etc.

Por lo tanto, el generador de rayos X de acuerdo con las realizaciones tiene las siguientes ventajas. En primer lugar, el generador de alto voltaje está incorporado en el interior del alojamiento para el tubo de rayos X, y el generador de alto voltaje, el conjunto de fuente de rayos X, la unidad de ajuste de colimación y a unidad de refrigeración están integrados como una construcción monolítica compacta, facilitando la miniaturización, la modularización y la elevada eficacia de los aparatos de detección de seguridad de rayos X y la consecución de un diseño nuevo y practicable. En segundo lugar, los haces de rayos X son ajustables a haces de rayos X continuos de tipo lápiz para exploración dinámica, consecución de buenas características de punto y pequeño efecto de penumbra y resolución de imagen mejorada. En tercer lugar, la unidad de refrigeración consiste en tubos de calor que están ensamblados de manera independiente, trabaja en cooperación con diseño efectivo de canal de aire, consiguiendo una configuración limpia y estable y reducción de fallos del sistema.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores características y otras de la presente invención resultarán más evidentes mediante la descripción detallada de realizaciones ejemplares de la misma, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista frontal de un generador de rayos X con colimación ajustable de acuerdo con una realización

de la presente invención;

La figura 2 es una vista mirando la lo largo de una dirección A de la figura 1;

La figura 3 es una vista en sección a lo largo de a línea B-B de la figura 1;

5 La figura 4 es una vista de la disposición de un circuito de alto voltaje en el generador de rayos X mostrado en la figura 1;

La figura 5 es una vista esquemática de un separador de posicionamiento del generador de rayos X mostrado en la figura 1;

La figura 6 es una vista esquemática de una unidad laberíntica de protección contra radiación del generador de rayos X mostrado en la figura 1;

10 La figura 7 es una vista esquemática de una superficie de transferencia de calor del generador de rayos X mostrado en la figura 1; y

La figura 8 es un diagrama esquemático de la fuente de alto voltaje del generador de rayos X mostrado en la figura 1.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

15 Se describirán con detalle realizaciones ejemplares de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que los mismos números de referencia identifican elementos similares. La presente invención puede, sin embargo, ser realizada de muchas formas diferentes y no se ha de considerar limitada a la realización expuesta en esta memoria; por el contrario, estas realizaciones son proporcionadas de manera que la presente descripción sea rigurosa y completa, y transmita completamente el concepto de la invención a los expertos en la técnica.

En la siguiente descripción detallada, para fines de explicación, se exponen numerosos detalles concretos con el fin de proporcionar un entendimiento completo de las realizaciones descritas. Resultará evidente, sin embargo, que una o más realizaciones pueden ser practicadas sin estos detalles concretos. En otros casos se muestran esquemáticamente estructuras y dispositivos bien conocidos con el fin de simplificar el dibujo.

25 La figura 1 muestra una estructura global de un generador de rayos X con colimación ajustable de acuerdo con una realización de la presente invención. El generador de rayos X comprende principalmente un conjunto de fuente 200 de rayos X, una unidad 300 de ajuste de colimación, una polea de accionamiento 304, una polea accionada 305, una correa de transmisión 306, un servo motor 308, una unidad de refrigeración 400, una montura de fijación 501 y una base de navegación 107 anti-aceite.

30 Partes de núcleo que incluyen el conjunto de fuente 200 de rayos X, la unidad 300 de ajuste de colimación y la unidad de refrigeración 400, etc., están combinadas como una construcción monolítica y están integradas en un alojamiento 201 para tubo de rayos X. El movimiento de rotación de la unidad 300 de ajuste de colimación es producido por el servo motor 308 a través de la polea de accionamiento 304, la correa de transmisión 306 y la polea accionada 305. La montura de fijación 501 se utiliza para montar el alojamiento 201 para tubo de rayos X, el servo motor 308 y otros componentes en la misma y esta formada con orificios de montaje correspondientes. Se consiguen sistemáticamente funciones de control eléctricas y automáticas a través de la base de navegación 107 anti-aceite.

40 De acuerdo con una realización, haciendo referencia a las figuras 1-3, el generador de rayos X con colimación ajustable comprende un conjunto de fuente 200 de rayos X, la unidad 300 de ajuste de colimación, un generador de alto voltaje 100 y una unidad de refrigeración 400, en la que el conjunto de fuente 200 de rayos X, el generador de alto voltaje 100, la unidad 300 de ajuste de colimación y la unidad de refrigeración 400 están integrados como un todo. Concretamente, el conjunto de fuente 200 de rayos X incluye un tubo de rayos X que tiene un cátodo y un ánodo y un colimador frontal 302. El generador de alto voltaje 100 está dispuesto en una cámara extendida del alojamiento 201 para tubo de rayos X y es para suministrar un alto voltaje de corriente continua entre el cátodo y el ánodo del tubo de rayos X para excitar haces de rayos X. La unidad 300 de ajuste de colimación está dispuesta rotativamente fuera del colimador frontal 302 y es usada para ajustar haces de rayos X del tipo de abanico formando haces de rayos X continuos de tipo lápiz. La unidad de colimación está montada independientemente en el tubo de rayos X y se usa para enfriar el ánodo del tubo de rayos X.

50 Haciendo referencia a las figuras 1-2, el colimador frontal 302 está hecho preferiblemente de óxido de bismuto y tiene una función de aislamiento del alto voltaje y una función de protección contra la radiación. Aquel es de bajo coste, de poco peso y fácil de fabricar, y también cumple los requisitos medioambientales. El colimador frontal 302 está asegurado al exterior del colimador frontal 302 por un zuncho en arco.

Haciendo referencia a la figura 3, el conjunto de fuente de rayos X comprende además una base 204 de radiación de

calor para el ánodo, cuya base está dispuesta en un lado del ánodo del tubo de rayos X, y una cubierta extrema 207 y una membrana 208, que están dispuestas en un lado del cátodo del tubo de rayos X y que funcionan en cooperación para proporcionar obturación y prevención de fugas. Cuando el tubo 203 de rayos X emite los haces continuamente, la temperatura del aceite de aislamiento asciende y el volumen del mismo sufre una cierta cantidad de expansión. Inversamente, cuando desciende la temperatura, la membrana 208 es deformada desde el exterior hacia el interior bajo la acción de la presión atmosférica. La membrana 208 está unida en el interior del cátodo y es simultáneamente actuada como un anillo de obturación.

Opcionalmente, la base 204 de radiación de calor para el ánodo puede tener empotrados en ella un detector de temperatura 601 y un conmutador de temperatura 602. Haciendo referencia a la figura 7, la base 204 de radiación de calor para el ánodo del tubo de rayos X tiene empotrados en ella el detector de temperatura 601 que se usa para vigilar, en tiempo real, una temperatura de funcionamiento del tubo 203 de rayos X, y el conmutador de temperatura 602 que es capaz de proporcionar con prontitud una señal de fallo una vez que la temperatura va más allá de un umbral permisible, para una protección de seguridad del aparato.

Haciendo referencia a las figuras 1-3, el generador de rayos X puede comprender además la unidad de refrigeración 400, la cual está montada de manera independiente en el tubo de rayos X y que se usa para enfriar el ánodo del tubo de rayos X. Concretamente, la base 204 de radiación de calor tiene una superficie 211 de transferencia de calor para conectarse con la unidad de refrigeración 400 con fines de enfriamiento. La unidad de refrigeración comprende una placa 405 de radiación de calor y tubos de calor 401 dispuestos en la placa 405 de radiación de calor, y la placa 405 de radiación de calor contacta lo suficiente con la superficie 211 de transferencia de calor de la base 204 de radiación de calor a través de grasa de silicio de conducción térmica. Alternativamente, la unidad de refrigeración 400 puede comprender solo los tubos de calor 401 directamente sujetos y fijos a la superficie 211 de transferencia de calor de la base 204 de radiación de calor. Además, la unidad de refrigeración 400 puede comprender también aletas 402 de radiación de calor que estén dispuestas en los tubos de calor 401 y un ventilador silencioso 403 que esté dispuesto por encima de las aletas 402 de radiación de calor. Preferiblemente, el tubo de calor 401 puede ser de una configuración del tipo de U o de una configuración del tipo de L.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 3, la unidad de refrigeración 400 se usa para evacuar calor del ánodo del tubo 203 de rayos X e incluye la base 204 de radiación de calor para el ánodo, los tubos de calor 401, las aletas 402 de radiación de calor, el ventilador silencioso 403 y la placa 405 de radiación de calor. Los tubos de calor 401 son independientes cada uno del otro, y cada uno de ellos tiene su cierta resistencia y está preferiblemente curvado en una configuración del tipo de U. Varios tubos de calor del tipo de U están montados en la placa 405 de radiación de calor. Las aletas 402 de radiación de calor están soldadas alrededor de los tubos de calor 401, con el fin de aumentar el área de radiación de calor. El ventilador silencioso 403 está asegurado en un modo de ajuste por salto elástico. La estructura anteriormente mencionada está completamente montada en la base 204 de radiación de calor del tubo de rayos X.

Haciendo referencia a las figuras 3 y 7, la superficie 211 de transferencia de calor en el exterior de la base 204 de radiación de calor para el ánodo está acabada. La superficie 211 de transferencia de calor acabada, junto con una superficie de la placa 405 de radiación de calor, está limpia y no dañada y está uniformemente revestida con una capa de grasa de silicio de buena conducción térmica con el fin de asegurar que la placa 405 de radiación de calor contacte lo suficiente con la superficie 211 de transferencia de calor de la base de radiación de calor a través de la grasa de silicio de conducción térmica, facilitando con ello que se active la radiación de calor.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 3, el ventilador silencioso 403 está dispuesto por encima de las aletas 402 de radiación de calor y realiza una succión de aire verticalmente ascendente. De acuerdo con el principio de convección térmica de que el aire más caliente se eleva y el aire más frío desciende, se genera ahí un canal de aire. Sueve a lo largo de una flecha mostrada en la figura 1. Esta configuración de radiación de calor está independientemente montada, lo que reduce los puntos de fallo del sistema y la cual es pequeña y estética, respetuosa con el medio ambiente, estable y apropiada y de bajo coste.

Haciendo referencia a la figura 3, la base 204 de radiación de calor para el tubo de rayos X está hecha preferiblemente de material de cobre exento de oxígeno, que no solo es capaz de evacuar calor rápidamente, sino que también se usa como una cubierta extrema para obturar el ánodo dentro del alojamiento 201 del tubo de rayos X. Un anillo de obturación 209 para la base 204 de radiación de calor está preferiblemente hecho de material de cobre exento de oxígeno, lo que evita dañar el anillo de obturación de caucho convencional debido al sobrecalentamiento. El anillo de obturación 209 tiene también formados en el mismo orificios 210 de aceite de vacío, con el fin de asegurar la función del aceite aislante en el interior.

Haciendo referencia a la figura 3, la base 204 de radiación de calor es de un tamaño relativamente grande en conjunto y tiene un extremo extendido lateralmente que aumenta la capacidad de calor y el área de radiación de calor. Alternativamente, los tubos de calor pueden estar sujetos y asegurados directamente sobre la base 204 de radiación de calor.

De acuerdo con una realización, haciendo referencia a las figuras 1 y 3, el generador de rayos X comprende además el generador de alto voltaje 100, el cual está dispuesto en la cámara extendida del alojamiento 201 para tubo de

rayos X y el cual es usado para suministrar un alto voltaje de corriente continua entre el cátodo y el ánodo del tubo de rayos X para excitar haces de rayos X. Como se muestra en la figura 3, el generador de alto voltaje 100 está distribuido dentro de la cámara extendida del alojamiento 201 para tubo de rayos X. El alojamiento 201 para tubo de rayos X está asegurado a la montura de fijación 501 a través de un saliente de montaje 202. La salida de alto voltaje de corriente continua está conectada al cátodo del tubo 203 de rayos X a través de un conector 106 de alto voltaje.

Concretamente, el tubo 203 de rayos X está en comunicación con la cámara extendida, estando esta última llena de aceite aislante. En referencia a la figura 3, el alojamiento 201 para tubo de rayos X está lleno de aceite aislante a elevada presión. En el alojamiento 201 está formada una abertura de ventilación 212 con rosca interior, y está montado en la abertura de ventilación un perno de protección 213 con un orificio pasante de tipo L. A través del orificio pasante de tipo L se obtiene equilibrio de presiones entre el interior del alojamiento 201 y el ambiente exterior. Una vez que ha ocurrido un fallo de fuga, el perno de protección 213 se rosca en la abertura de ventilación 212 de tal manera que se bloquea el orificio pasante de tipo L, evitando la fuga del aceite aislante.

Haciendo referencia a la figura 3, una cubierta de filtro cóncava 206, que está hecha preferiblemente de policarbonato, se usa para restringir el espesor de una capa de aceite en un orificio de haces del tubo 203 de rayos X, y ella misma tiene una buena penetrabilidad a los rayos X, mejorando la dosis de salida efectiva de los rayos X.

Haciendo referencia a las figura 3 y 4, el generador de alto voltaje 100 comprende un circuito anular 101 de alto voltaje, un transformador 102 de alto voltaje y un transformador 103 de filamento dispuestos dentro de la cámara extendida. El circuito anular 101 de alto voltaje, el transformador 102 de alto voltaje y el transformador 103 de filamento están situados respectivamente en correspondientes placas de resina aislantes 104 y están dispuestos en lados de las correspondientes placas aislantes 104 de resina separadas del tubo de rayos X. Preferiblemente, la placa de resina aislante 104 está realizada como una placa circular de resina aislante que tiene una parte hueca a través de la cual pasa el aceite aislante y una porción periférica provista de una pluralidad de soportes de fijación prominentes.

En referencia a las figuras 3 y 4, el circuito 101 de alto voltaje tiene una configuración anular, se usa un núcleo magnético de tipo R como transformador 102 de alto voltaje, se usa un núcleo magnético de tipo UY como transformador 103 de filamento, y la totalidad de los tres componentes mencionados están asegurados en los lados de las placas circulares 104 de resina aislantes, orientados en la misma dirección. Tres soportes de fijación prominentes están dispuestos en la porción periférica de cada una de las placas de resina 104, y la porción central está ahuecada de tal manera que el aceite aislante pasa a través de ella.

Además, el generador de alto voltaje 100 comprende también un separador de posicionamiento encajado 105 fijamente dispuesto dentro de la cámara extendida, las placas de resina aislantes 104 están fijamente colocadas dentro de la cámara extendida a través del separador de posicionamiento encajado 105. Haciendo referencia a las figuras 3 y 5, las tres placas de resina aislantes 104 son colocadas en posición mediante el separador de posicionamiento encajado 105.

Concretamente, la unidad 300 de ajuste de colimación comprende un anillo rotativo 301 de tungsteno con fines de ajuste, y un mecanismo de accionamiento para accionar en rotación el anillo rotativo de tungsteno alrededor del colimador frontal para conseguir una exploración continua puntual de rayos X. El mecanismo de accionamiento comprende un motor 308 montado en la montura de fijación 501, una polea de accionamiento 304 conectada al motor 308, una polea accionada 305 conectada al anillo rotativo 301 de tungsteno y una correa de transmisión 306 conectada entre la polea de accionamiento 304 y la polea accionada 305.

Haciendo referencia a la figura 3, el conjunto de fuente 200 de rayos X y la unidad 300 de ajuste de colimación comprenden el alojamiento 201 para tubo de rayos X, el saliente de montaje 202, un forro 205 de protección contra radiación, el tubo 203 de rayos X y la base 204 de radiación de calor para el ánodo del mismo, el anillo de obturación 209 de cobre exento de oxígeno, la cubierta cóncava 206 de filtro, la cubierta extrema 207 y la membrana 208 para obturar el cátodo, el anillo rotativo 301 de tungsteno, la polea accionada 305, una tuerca de fijación 307, un colimador frontal 302, un apoyo de contacto angular 303 y la base de navegación anti-aceite 107.

Haciendo referencia a las figuras 1-3, una fuente de accionamiento para la rotación del anillo 301 de tungsteno es el servo motor 308 montado en un bastidor 503 de motor, la polea de accionamiento 304 está unida de manera tensa alrededor de un eje de accionamiento del servo motor 308 mediante un manguito de expansión y, por medio de la correa de transmisión 306, acciona a la polea accionada 305 para que gire, y la polea de accionamiento 304 y la polea accionada 305 cumplen una cierta relación de proporción de accionamiento.

Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, el anillo rotativo 301 de tungsteno tiene formados en el mismo varios orificios pasantes pequeños, ajusta sobre el colimador frontal 302 y está fijado sobre la polea accionada 305 mediante tornillos. El apoyo de contacto angular 303 está montado alrededor de la superficie exterior del alojamiento 201 para tubo de rayos X, está apretadamente unido a un saliente de tope y fijado por la tuerca de fijación 307. La polea accionada 305 está montada al exterior del apoyo de contacto angular 303, el anillo rotativo de tungsteno es accionado por el servo motor 308 para girar alrededor del colimador frontal 302, consiguiendo exploración dinámica

de haces de rayos X del tipo de lápiz. La unidad rotativa y de protección contra radiación es de estructura eficiente, de bajo consumo de potencia y de poco ruido.

En referencia a la figura 3, los rayos X del haz de tipo lápiz, ajustado por el anillo rotativo 301 de tungsteno tiene buena característica de punto y pequeño efecto de penumbra, facilitando la mejora de la resolución de imagen.

5 Además, el mecanismo de accionamiento comprende también una estructura de tensado para ajustar el grado de tirantez de la correa de transmisión 306. Como se muestra en las figuras 1 y 2, el grado de tirantez o tensión de la correa de transmisión 306 se puede ajustar por medio del servo motor 308 a través de mecanismos tales como el tornillo de tope 504, rueda de tensado, etc.

10 De acuerdo con una realización, el generador de rayos X puede comprender además una unidad 500 de montaje mecánico, y el conjunto 200 de fuente de rayos X, el generador de alto voltaje 100, la unidad 300 de ajuste de colimación y la unidad de refrigeración 400 están soportados en una montura de fijación 501 de la unidad 500 de montaje mecánico.

15 De acuerdo con una realización, el generador de rayos X puede comprender además una unidad de protección contra radiación que consiste en una capa 205 de protección contra radiación, el colimador frontal 302 y el anillo rotativo 301 de tungsteno dispuestos dentro del tubo de rayos X y la cámara extendida.

Haciendo referencia a las figuras 3 y 5, el saliente de posicionamiento 108 tiene una forma de anillo en el lado interior de la capa de plomo 205 de protección contra la radiación. Las tres placas anulares aislantes 104 de resina están situadas en posición mediante el separador de posicionamiento encajado 105.

20 Haciendo referencia a las figuras 3 y 6, el colimador frontal 302 es un colimador frontal hecho preferiblemente de óxido de metal pesado. El colimador frontal 302 tiene un cierto espesor y característica de ángulo de ensanchamiento, para restringir los haces de rayos X dentro del orificio de tipo abanico. El anillo rotativo 301 de tungsteno está provisto de nervios de protección en ambos del mismo y ajusta alrededor del colimador frontal 302 con una holgura de aproximadamente 1 mm entre ellos. Además de pasar a través de los pequeños orificios pasantes del anillo de tungsteno, todos los rayos X pasan solo a lo largo de la trayectoria de liberación mostrada en la figura 2. La capa de protección interior del alojamiento 201 para tubo de rayos X, el colimador frontal 302 y el anillo rotativo 301 de tungsteno constituyen conjuntamente una unidad de protección efectivamente laberíntica contra radiación para evitar la fuga de rayos X para cumplir con los requisitos de seguridad.

30 Haciendo referencia a la figura 8, la corriente eléctrica procedente de la fuente de energía pasa a través de un primer módulo de regulación y rectificación y a continuación se le da salida a través de un circuito inversor de puente completo hacia el transformador 102 de alto voltaje, de manera que se consigue un refuerzo del voltaje inicial. A continuación es introducida en un módulo 101 de rectificación de duplicación de voltaje, para conseguir una alta presión negativa. Finalmente, se aplica al cátodo del tubo 203 de rayos X. La corriente eléctrica procedente de la fuente de energía pasa a través de un segundo módulo de regulación y rectificación y a continuación se le da salida a través de un circuito inversor de medio puente hacia un lado primario del transformador 103 de filamento, mientras que el lado secundario del transformador 103 de filamento está conectado a ambos extremos del filamento del cátodo del tubo 203 de rayos X. Un módulo 603 de inversión y control está conectado con la base de navegación 107 de tal manera que, cuando se aplica alto voltaje a través de ambos extremos del tubo 203 de rayos X, son generados electrones calientes acelerados para impactar contra el ánodo objetivo para generar haces de rayos X.

REIVINDICACIONES

1. Un generador de rayos X con colimación ajustable, que comprende:

un conjunto de fuente (200) de rayos X, que incluye un tubo (203) de rayos X que tiene un cátodo y un ánodo y un colimador frontal (302);

5 un generador de alto voltaje (100), que está dispuesto en una cámara extendida de un alojamiento (201) para el tubo (203) de rayos X y que se usa para suministrar un alto voltaje de corriente continua entre el cátodo y el ánodo del tubo (203) de rayos X para excitar haces de rayos X:

10 una unidad (300) de ajuste de colimación, que está dispuesta rotativamente al exterior del colimador frontal (302) y que se utiliza para ajustar haces de rayos X de tipo abanico para formar haces de rayos X continuos de tipo lápiz; y

en el que el generador de rayos X comprende además

una unidad de refrigeración (400) que está montada independientemente en el tubo (203) de rayos X y que se utiliza para enfriar el ánodo del tubo (203) de rayos X;

15 en el que el conjunto de fuente (203) de rayos X, el generador de alto voltaje (100), la unidad (300) de ajuste de colimación y la unidad de refrigeración (400) están integrados como un todo;

en el que el conjunto de fuente de rayos X comprende además:

20 una base (204) de radiación de calor para el ánodo, cuya base (204) está dispuesta en un lado del ánodo del tubo (203) de rayos X; en el que la base (204) de radiación de calor tiene una superficie de transferencia de calor (211) para ponerse en contacto con la unidad de refrigeración (400) para que sea enfriada; y

una cubierta extrema (207) y una membrana (208) que es un elemento que se puede deformar desde el exterior hacia el interior bajo la acción de la presión atmosférica, estando la cubierta extrema (207) y la membrana (208) dispuestas en un lado del cátodo del tubo (203) de rayos X y que funcionan en cooperación para proporcionar obturación y prevención de fugas; y

25 caracterizado porque

30 la unidad de refrigeración (100) comprende una placa (405) de radiación de calor y un tubo de calor (401) que es un tubo de vacío completamente encerrado que actúa como un conductor de calor que transfiere calor por medio de evaporación y condensación de líquido, estando el tubo de calor (401) dispuesto en la placa (405) de radiación de calor, y la placa (405) de radiación de calor está configurada para contactar lo suficiente con la superficie de transferencia de calor (211) de la base (204) de radiación de calor a través de grasa de silicio de conducción térmica.

2. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de refrigeración (400) comprende además:

aletas (402) de radiación de calor que están dispuestas en el tubo de calor (401); y

35 un ventilador silencioso (403) que está dispuesto por encima de las aletas (402) de radiación de calor.

3. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tubo de calor (401) tiene una configuración de tipo U.

4. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base (204) de radiación de calor tiene empotrados en ella un detector de temperatura (601) y un conmutador de temperatura (602).

40 5. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tubo (203) de rayos X comunica con la cámara extendida y la cámara extendida está llena de aceite aislante.

6. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el generador de alto voltaje (100) comprende un circuito anular (101) de alto voltaje, un transformador (102) de alto voltaje y un transformador (103) de filamento dispuestos dentro de la cámara extendida, en el que el circuito anular (101) de alto voltaje, el transformador (102) de alto voltaje y el transformador (103) de filamento están respectivamente situados en correspondientes placas aislantes (104) de resina y están dispuestos en lados de las correspondientes placas (104) de resina separadas del tubo (203) de rayos X.

7. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la placa aislante (104) de resina está realizada como una placa anular aislante (104) de resina que tiene una porción hueca a través de la cual pasa aceite aislante y una porción periférica provista de una pluralidad de soportes de fijación sobresalientes.
- 5 8. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el generador de alto voltaje (100) comprende además un separador de posicionamiento encajado (105) fijamente dispuesto dentro de la cámara extendida, estando las placas aislantes (104) de resina fijamente situadas dentro de la cámara extendida a través del separador de posicionamiento encajado (105).
- 10 9. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una unidad de montaje mecánico (500) en la cual están soportados el conjunto de fuente de rayos X, el generador de alto voltaje (100), la unidad (300) de ajuste de colimación y la unidad de refrigeración (400).
10. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la unidad (300) de ajuste de colimación comprende:
- un anillo rotativo (301) de tungsteno para fines de ajuste; y
 - 15 un mecanismo de accionamiento para accionar en rotación el anillo rotativo (301) de tungsteno alrededor del colimador frontal (302) para conseguir una exploración continua puntual de rayos X, en el que el mecanismo de accionamiento comprende:
 - un motor (308) montado en la unidad de montaje mecánico (500):
 - una polea de accionamiento (304) conectada al motor (308);
 - una polea accionada (305) conectada al anillo rotativo (301) de tungsteno;
 - 20 una correa de transmisión (306) conectada entre la polea de accionamiento (304) y la polea accionada (305); y
 - una estructura de tensado para ajustar el grado de tensión de la correa de transmisión (306).
- 25 11. El generador de rayos X de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además una unidad de protección contra la radiación que consiste en una capa (205) de protección contra la radiación, estando el colimador frontal (302) y el anillo rotativo (301) de tungsteno dispuestos dentro del tubo de rayos X y la cámara extendida, en el que el colimador frontal (302) consiste en un colimador frontal (302) de óxido de metal pesado.

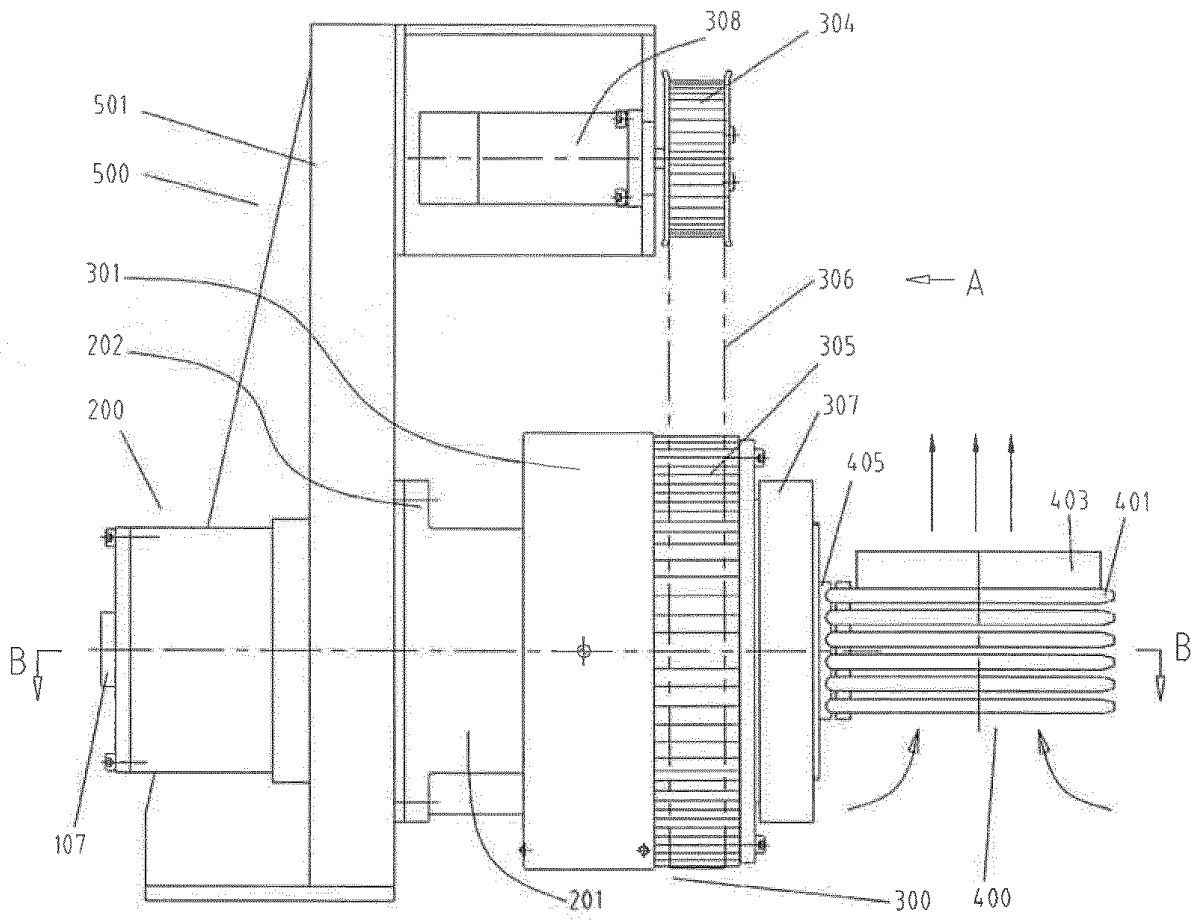


Fig. 1

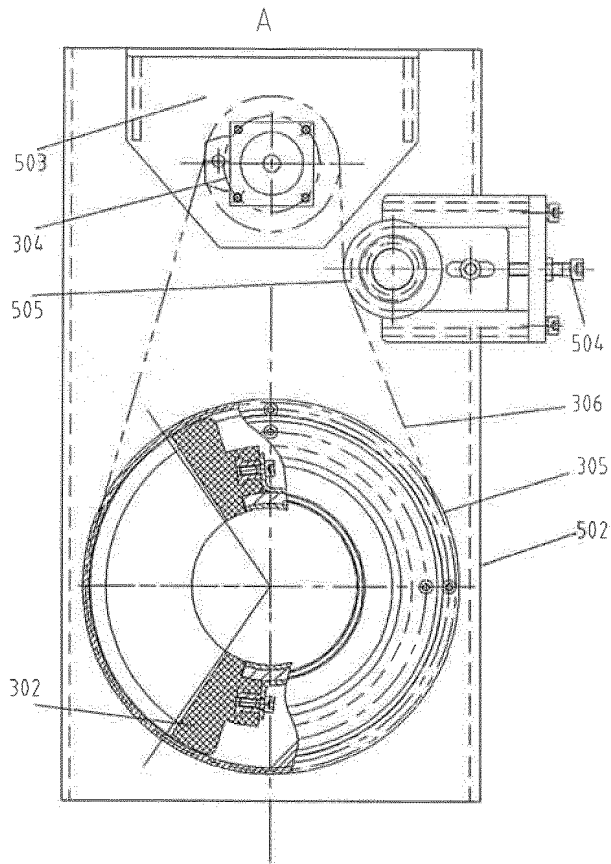


Fig. 2

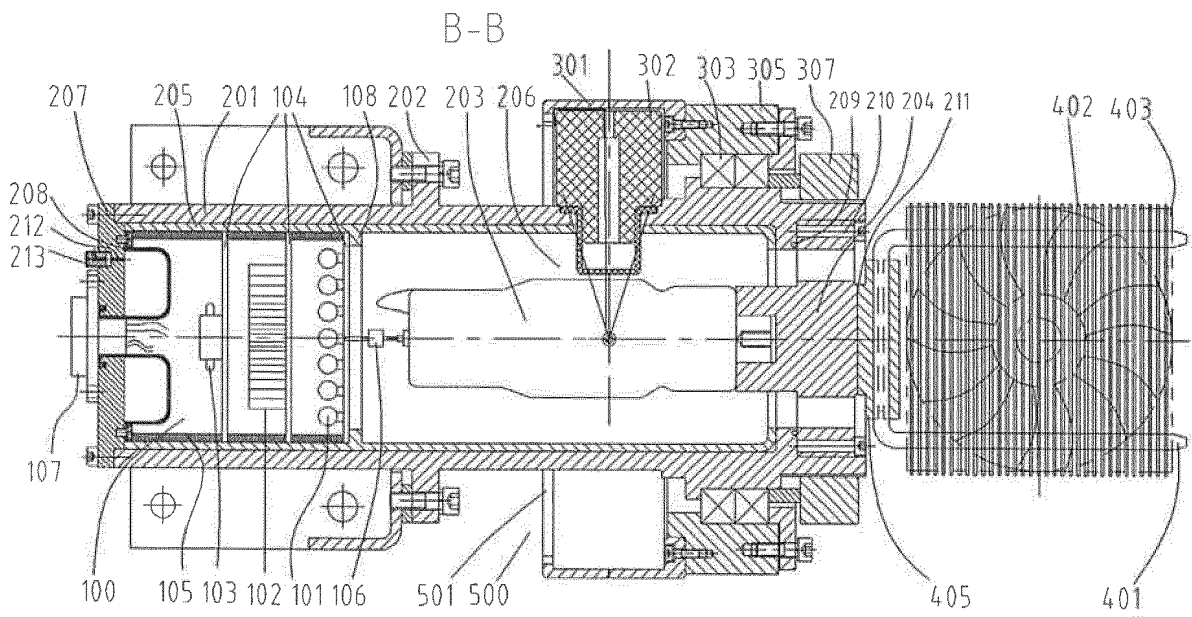


Fig. 3

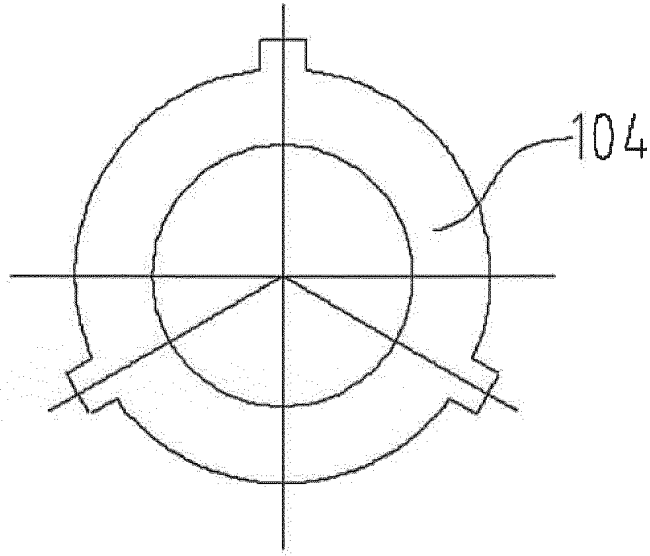


Fig. 4

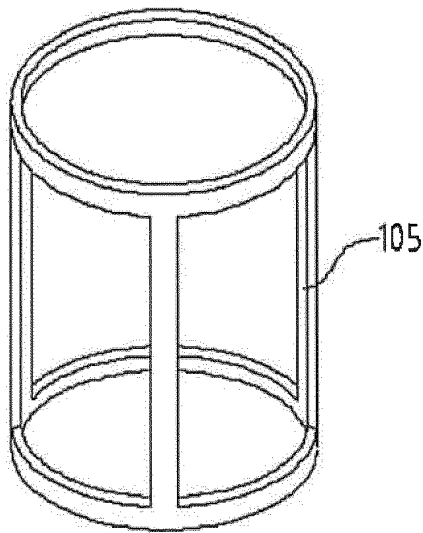


Fig. 5

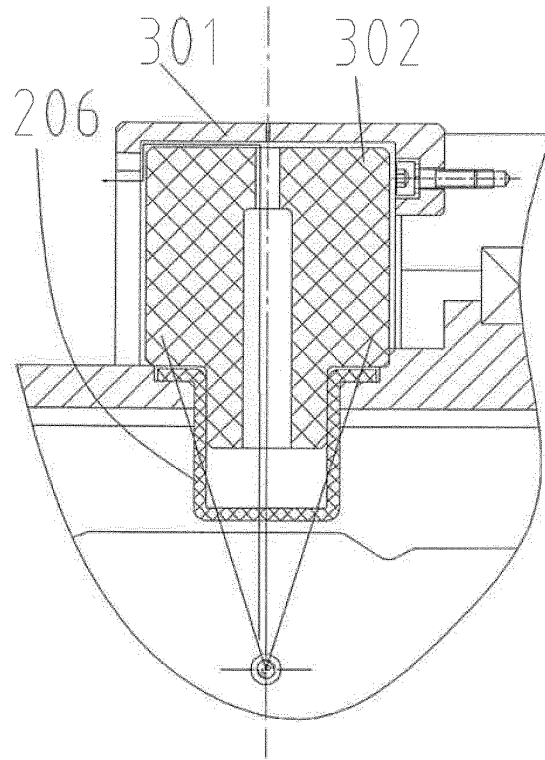


Fig. 6

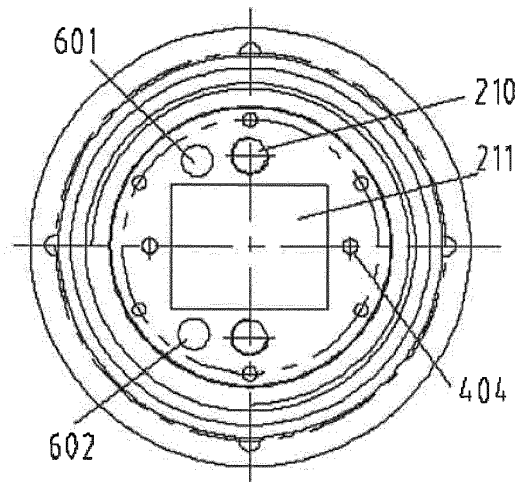


Fig. 7

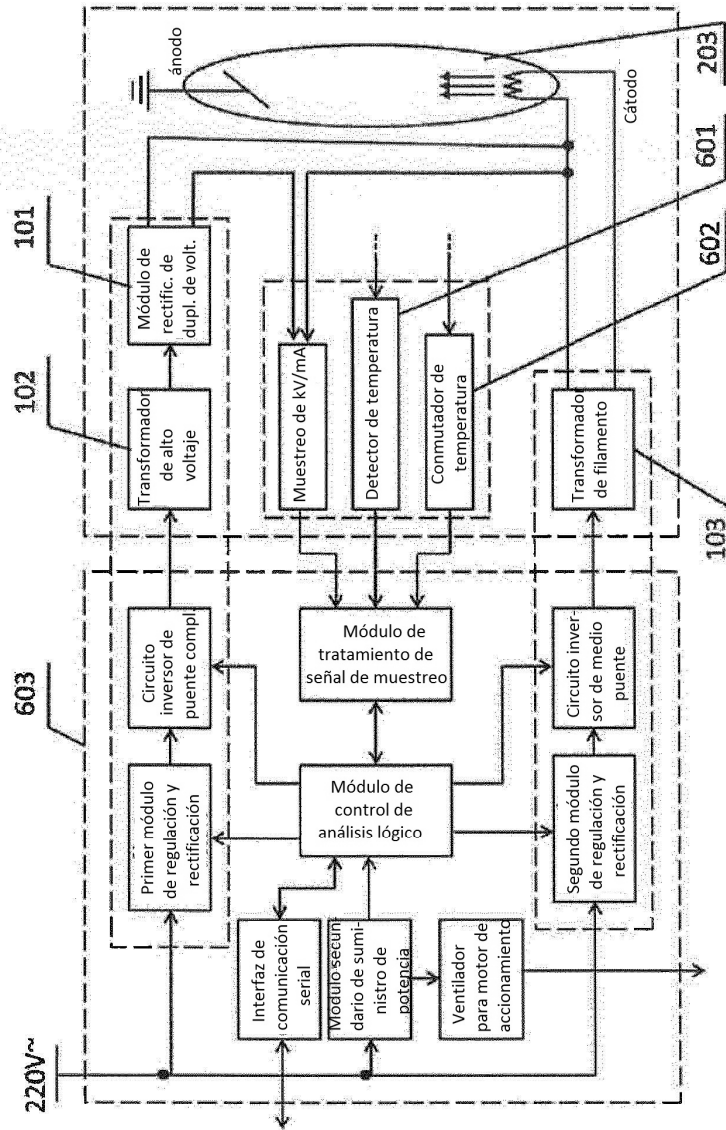


Fig. 8