

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 725**

51 Int. Cl.:

H01J 35/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2014 E 14185376 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 2858087**

54 Título: **Un aparato de rayos X y un dispositivo de CT que tiene el mismo**

30 Prioridad:

18.09.2013 CN 201310426917

18.09.2013 CN 201310600370

18.09.2013 CN 201310600016

18.09.2013 CN 201310600023

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

23.03.2020

73 Titular/es:

TSINGHUA UNIVERSITY (50.0%)

Tsinghua Park, Haidian District

Beijing 100084 , CN y

NUCTECH COMPANY LIMITED (50.0%)

72 Inventor/es:

TANG, CHUANXIANG;

TANG, HUAPING;

CHEN, HUAIBI;

HUANG, WENHUI;

ZHANG, HUAYI y

ZHENG, SHUXIN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 749 725 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

Un aparato de rayos X y un dispositivo de CT que tiene el mismo

5 Campo técnico

La presente solicitud se refiere a un aparato que genera rayos X distribuidos, en particular, a un aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo que genera rayos X modificando la posición del foco en un orden predeterminado en un dispositivo de fuente de luz de rayos X disponiendo una pluralidad de unidades de transmisión de electrones por cátodo termoiónico independiente a través de un enfoque externo y mediante un control de cátodos o un control de rejilla y un dispositivo de CT que tiene el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo.

15 Antecedentes

En general, la fuente de luz de rayos X se refiere a un dispositivo que genera rayos X que normalmente está compuesto por un tubo de rayos X, un sistema de suministro de alimentación y de control, un aparato auxiliar para enfriar y proteger, etc., o similares. El núcleo del dispositivo es el tubo de rayos X. El tubo de rayos X consta normalmente de un cátodo, un ánodo, una carcasa de vidrio o cerámica, etc. El cátodo es un filamento de tungsteno espiral directamente calentado. Cuando está en funcionamiento, se calienta hasta un estado de alta temperatura por corriente, generando de este modo una corriente de haz electrónico de transmisión térmica. El cátodo está rodeado por una cubierta metálica que tiene una hendidura en su extremo delantero y enfoca los electrones. El ánodo es un objetivo de tungsteno incrustado en la superficie de extremo del tocho de cobre. Cuando está en funcionamiento, se aplica una alta presión entre el cátodo y el ánodo. Los electrones generados por el cátodo se mueven hacia el ánodo bajo el efecto del campo eléctrico y golpean la superficie del objetivo, por lo que se generan rayos X.

Los rayos X presentan una amplia gama de aplicaciones en los campos de la detección no destructiva, el control de seguridad y los diagnósticos y tratamientos médicos, etc. En particular, el dispositivo de formación de imágenes fluoroscópicas de rayos X que utiliza la alta penetrabilidad de los rayos X desempeña un papel esencial en todos los aspectos de la vida cotidiana de las personas. El primer dispositivo de este tipo fue un dispositivo de formación de imágenes fluoroscópicas de película plana. Actualmente, la tecnología avanzada es un dispositivo digital de formación de imágenes estereoscópicas de múltiples ángulos visuales y alta resolución, por ejemplo, CT (tomografía computarizada), que puede obtener gráficas tridimensionales o imágenes de corte de alta definición, que es una aplicación avanzada.

En el dispositivo de CT de corriente, la fuente de rayos X y el detector necesitan moverse en el anillo deslizante. Con el fin de aumentar la velocidad de inspección, las velocidades de movimiento de la fuente de rayos X y el detector son normalmente altas, lo que conduce a una disminución general de la fiabilidad y la estabilización. Además, debido al límite de la velocidad de movimiento, se limita en consecuencia la velocidad de inspección del CT. Por lo tanto, existe la necesidad de que la fuente de rayos X genere múltiples ángulos visuales sin desplazarse.

Para hacer frente a los problemas de fiabilidad, estabilización y velocidad de inspección provocados por el anillo deslizante, así como el problema de la resistencia al calor del punto objetivo de ánodo, hay métodos proporcionados en la bibliografía de patentes disponible. Por ejemplo, la rotación de la fuente de rayos X del objetivo puede resolver en cierta medida el sobrecalentamiento del objetivo de ánodo. Sin embargo, su estructura es compleja y el punto objetivo que genera los rayos X sigue siendo una posición de punto objetivo definida con respecto a la fuente de rayos X general. Por ejemplo, en alguna tecnología, una pluralidad de fuentes de rayos X convencionales dependientes están dispuestas cerca de una periferia para reemplazar el movimiento de la fuente de rayos X con el fin de realizar múltiples ángulos visuales de una fuente de rayos X fija. Aunque pueden realizarse múltiples ángulos visuales, el coste es alto. Además, el espacio entre los puntos objetivo de diferentes ángulos visuales es grande y la calidad de imagen (resolución estereoscópica) es bastante pobre. Además, una fuente de luz que genera rayos X distribuidos y su método se desvelan en la bibliografía de patentes 1 (US4926452), en la que el objetivo de ánodo tiene un área grande que hace remitir el sobrecalentamiento del objetivo y podrían producirse múltiples ángulos visuales, ya que la posición del punto objetivo cambia a lo largo de la periferia. Aunque la bibliografía de patentes 1 realiza la desviación de escaneo hacia el haz de electrones de alta energía acelerado, todavía hay problemas de control difícil, no disyunción de puntos objetivo y pobre repetibilidad. De todos modos, sigue siendo una manera eficaz de generar fuentes de luz distribuida. Además, las fuentes de luz que generan rayos X distribuidos y sus métodos se proponen en la bibliografía de patentes 2 (US20110075802) y en la bibliografía de patentes 3 (WO2011/119629), en las que el objetivo de ánodo tiene un área grande que hace remitir el sobrecalentamiento del objetivo y podrían producirse múltiples ángulos visuales, ya que la posición de los puntos objetivo se fija de manera dispersa y se disponen en una disposición. Además, los CNT (nanotubos de carbono) se emplean como cátodos fríos y los cátodos fríos están dispuestos en una disposición. La transmisión se controla utilizando la tensión entre el cátodo y la rejilla con el fin de controlar cada cátodo para emitir electrones en secuencia y bombardear el punto objetivo en el ánodo en un orden correspondiente, convirtiéndose así en la fuente de rayos X distribuidos. Sin embargo, existen desventajas en el complejo proceso de fabricación y la pobre capacidad de transmisión y la corta vida útil de los nanotubos de carbono.

El documento JP S60 92741 A desvela un dispositivo de CT que comprende una pluralidad de unidades de transmisión de electrones por cátodo termoiónico, que están localizadas completamente fuera de una caja de vacío, dentro de la que está instalado el ánodo.

5

Sumario

La presente solicitud se propone para hacer frente a los problemas mencionados anteriormente, siendo su objetivo proporcionar un aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo y un dispositivo de CT que tiene el mismo, en el que puedan generarse múltiples ángulos visuales sin mover la fuente de luz. Esto contribuye a simplificar la estructura, mejorar la estabilidad y fiabilidad del sistema, aumentando de este modo la eficiencia de la inspección.

10

Para lograr el objetivo mencionado anteriormente, la presente solicitud proporciona un aparato de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1. El aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de acuerdo con algunos aspectos de la presente invención comprende: una caja de vacío que se sella en su periferia, y cuyo interior es de alto vacío; una pluralidad de unidades de transmisión de electrones dispuestas en una disposición lineal e instaladas en la pared lateral de la caja de vacío, siendo cada unidad de transmisión de electrones independiente de las otras; un ánodo instalado en el centro dentro de la caja de vacío, y en la dirección de la longitud, el ánodo es paralelo a la orientación de la unidad de transmisión de electrones, y en la dirección de la anchura, el ánodo tiene un ángulo predeterminado con respecto al plano de la unidad de transmisión de electrones; y un sistema de suministro de alimentación y de control que tiene una fuente de alimentación de alta tensión conectada al ánodo, un medio de control de transmisión conectado a cada una de la pluralidad de unidades de transmisión de electrones; un sistema de control para controlar cada fuente de alimentación; la unidad de transmisión de electrones tiene: un filamento de calentamiento; un cátodo conectado al filamento de calentamiento; un cable de filamento que se extiende desde ambos extremos del filamento de calentamiento; un soporte aislado que encierra el filamento de calentamiento y el cátodo; un electrodo de enfoque, dispuesto en el extremo superior del soporte aislado a modo de localización por encima del cátodo; y un elemento de sujeción de conexión dispuesto encima del electrodo de enfoque y conectado a la pared de la caja de vacío; en el que el cable de filamento se conecta al medio de control de transmisión a través del soporte aislado.

15

20

25

30

Además, el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación comprende además: un medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión que conecta el ánodo al cable de la fuente de alimentación de alta tensión de conexión y está instalado en la pared lateral de la caja de vacío en el extremo adyacente al ánodo, un medio de conexión del medio de control de transmisión para conectar el filamento de calentamiento y el medio de control de transmisión, una fuente de alimentación de vacío incluida en el sistema de suministro de alimentación y de control; un medio de vacío instalado en la pared lateral de la caja de vacío que mantiene un alto vacío en la caja de vacío utilizando la fuente de alimentación de vacío.

35

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, la unidad de transmisión de electrones comprende además una rejilla instalada entre el cátodo y el electrodo de enfoque y adyacente al cátodo; un cable de rejilla conectado a la rejilla a través del soporte aislado y conectado al medio de control de transmisión.

40

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, la unidad de transmisión de electrones comprende además una sección de enfoque instalada entre el electrodo de enfoque y el elemento de sujeción de conexión; un medio de enfoque dispuesto encerrando la sección de enfoque.

45

Además, el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación comprende además una fuente de alimentación de enfoque incluida en el sistema de suministro de alimentación y de control; un medio de conexión del medio de enfoque para conectar el medio de enfoque y la fuente de alimentación de enfoque.

50

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de acuerdo con la invención reivindicada, las unidades de transmisión de electrones están instaladas en dos filas en las dos paredes laterales de la caja de vacío opuestas entre sí.

55

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, la caja de vacío está fabricada de vidrio o de cerámica.

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, la caja de vacío está fabricada de metal.

60

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, la pluralidad de unidades de transmisión de electrones están dispuestas en una línea recta o una línea recta segmentada.

65

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, la pluralidad de unidades de transmisión de electrones están dispuestas en un arco o arcos segmentados.

5 Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, los espacios entre las unidades de transmisión de electrones son uniformes.

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, los espacios entre las unidades de transmisión de electrones son no uniformes.

10 Además, la presente divulgación proporciona un dispositivo de CT, caracterizado por que la fuente de rayos X usada es el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo como se ha mencionado anteriormente.

De acuerdo con la presente divulgación, se proporciona principalmente un aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo que genera rayos X cambiando la posición de enfoque periódicamente en una secuencia predeterminada en un dispositivo de fuente de luz. Al emplear el cátodo termoiónico, la unidad de transmisión de electrones de la presente divulgación tiene las ventajas de una corriente de transmisión más grande y una vida útil más larga. Una pluralidad de unidades de transmisión de electrones se fijan a la caja de vacío, respectivamente, y pueden usarse directamente la pistola de diodo o la pistola de triodo de pequeño tamaño. El aparato de la presente divulgación goza de una tecnología madura, un bajo coste y una aplicación flexible. El sobrecalentamiento del ánodo se hace remitir empleando el diseño de un ánodo grande en forma de tira, mejorando de este modo la potencia de la fuente de luz. Las unidades de transmisión de electrones pueden estar en una disposición lineal que hace que el conjunto sea un aparato de rayos X distribuidos linealmente o en una disposición anular que hace que el conjunto sea un aparato de rayos X distribuidos anularmente, con el fin de tener aplicaciones flexibles. Mediante el diseño del electrodo de enfoque y el aparato de enfoque externo, el haz de electrones puede realizar un enfoque muy pequeño. En comparación con otro dispositivo de fuente de luz de rayos X distribuidos, el de la presente divulgación tiene las ventajas de una corriente grande, punto objetivo pequeño, puntos objetivo uniformes y alta repetibilidad, alta potencia de salida, estructura simple, control adecuado y bajo coste.

30 Aplicando el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo al dispositivo de CT, pueden generarse múltiples ángulos visuales sin mover la fuente de luz, y por lo tanto podría omitirse el movimiento del anillo deslizante. Esto contribuye a simplificar la estructura, mejorar la estabilidad y la fiabilidad del sistema, aumentando de este modo la eficiencia de la inspección.

35 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de la estructura del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente solicitud.

40 La figura 2 es una vista esquemática de la relación posicional del ánodo y la unidad de transmisión de electrones en la presente solicitud.

La figura 3 es una vista esquemática de la estructura de una unidad de transmisión de electrones en la presente solicitud.

45 La figura 4 es una vista esquemática de la estructura de la unidad de control de transmisión en la presente solicitud.

La figura 5 es una vista esquemática de la unidad de transmisión de electrones que tiene la rejilla y el aparato de enfoque en la presente solicitud.

50 La figura 6 es una vista esquemática de la estructura de la unidad de control de transmisión que tiene el control de rejilla en la presente solicitud.

55 La figura 7 es una vista esquemática de la estructura de otra unidad de transmisión de electrones en la presente solicitud.

La figura 8 es una vista desde arriba de la estructura de una unidad de transmisión de electrones cilíndrica en la presente solicitud, en la que (A) es el caso de un agujero de rejilla circular y (B) es el caso de un agujero de rejilla rectangular.

60 La figura 9 es una vista desde arriba de la estructura de una unidad de transmisión de electrones cuboide en la presente solicitud, en la que (A) es el caso de un agujero de rejilla circular y (B) es el caso de un agujero de rejilla rectangular.

65 La figura 10 es una vista esquemática de la estructura de un cátodo en la presente solicitud, en la que (A) es un cátodo circular plano, (B) es un cátodo rectangular plano, (C) es un cátodo de arco esférico y (D) es un cátodo de

superficie cilíndrica.

5 La figura 11 es una vista esquemática de la estructura de la malla de rejilla en la presente solicitud, en la que (A) es una malla de rejilla plana, (B) es una malla de rejilla esférica y (C) es una malla de rejilla ranurada en forma de U.

La figura 12 es una vista esquemática de un enfoque automático realizado empleando el control de rejilla de la presente solicitud.

10 La figura 13 es una vista esquemática de la estructura del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo dispuesto en dos filas en línea de acuerdo con la invención reivindicada,

15 en la que (A) representa la relación posicional de las unidades de transmisión de electrones, el ánodo y la caja de vacío, y (B) representa la relación posicional de la unidad de transmisión de electrones y el ánodo.

La figura 14 es una vista esquemática de la estructura del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo dispuesto en dos filas en un arco opuestas entre sí de acuerdo con la invención reivindicada.

20 La figura 15 es una vista de la estructura principal del aparato de rayos X distribuidos bidimensional de la presente solicitud.

La figura 16 es una vista desde abajo de la estructura de ánodo del aparato de rayos X distribuidos bidimensional en la presente solicitud.

25 La figura 17 es una vista esquemática del conjunto de unidades de transmisión de electrones con la rejilla y el cátodo separados en la presente solicitud, en la que (A) es una vista lateral, (B) es una vista desde arriba de cada modo de control de rejilla independiente, y (C) es una vista desde arriba del modo de control del cátodo con cada rejilla interconectada.

30 La figura 18 es un aparato de rayos X distribuidos con unos filamentos conectados en serie en la presente solicitud.

35 La figura 19 es una vista esquemática de la estructura del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva de la presente solicitud.

La figura 20 es una vista esquemática de la superficie de extremo de la estructura del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva de la presente solicitud.

40 La figura 21 es una vista esquemática de la estructura diferente del ánodo de la presente solicitud.

La figura 22 es una vista esquemática de la configuración de la unidad de transmisión de electrones y el ánodo del aparato de rayos X distribuidos de forma anular en la presente solicitud.

45 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En lo sucesivo en el presente documento, la descripción detallada de la presente divulgación se dará en combinación con los dibujos adjuntos.

50 La figura 1 es una vista esquemática de la estructura del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente solicitud. Como se muestra en la figura 1, el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente solicitud incluye una pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1 (al menos dos, en lo sucesivo en el presente documento también denominadas específicamente unidad de transmisión de electrones 11, 12, 13, 14, ...), un ánodo 2, una caja de vacío 3, un medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4, un medio de conexión del medio de control de transmisión 5 y un sistema de suministro de alimentación y de control 7. Además, la unidad de transmisión de electrones 1 incluye un filamento de calentamiento 101, un cátodo 102, un soporte aislado 103, un electrodo de enfoque 104, un elemento de sujeción de conexión 105, un cable de filamento 106, etc. El ánodo 2 está instalado en el centro dentro de la caja de vacío 3. La unidad de transmisión de electrones 1 y el medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 están instalados en la pared de la caja de vacío 3 y constituyen una estructura general de sellado junto con la caja de vacío 3.

60 La figura 2 es una vista esquemática de la relación posicional relativa del ánodo 2 y la unidad de transmisión de electrones 1 del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo en la presente solicitud. Como se muestra en la figura 2, la pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en línea recta y el ánodo 2 tiene una forma de tira que corresponde a la disposición de las unidades de transmisión de electrones 1. Además, en la dirección de la longitud, el ánodo 2 es paralelo a la línea recta dispuesta por la pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1, y en la dirección de la anchura, la superficie del ánodo 2 orientada hacia la unidad

de transmisión de electrones 1 tiene un ángulo predeterminado con respecto a la superficie de la unidad de transmisión de electrones 1 orientada hacia el ánodo 2.

Las unidades de transmisión de electrones 1 se usan para generar la corriente de haz de electrones según se requiera y están instaladas en las paredes laterales de la caja de vacío 3, constituyendo una estructura general de sellado junto con la pared lateral de la caja de vacío 3 mediante el elemento de sujeción de conexión 105. La unidad de transmisión de electrones 1 está localizada completamente fuera de la caja de vacío 3 y la corriente de haz de electrones puede entrar en la caja de vacío 3 a través de la abertura en el centro del elemento de sujeción de conexión 105. En la figura 3 se muestra una estructura de la unidad de transmisión de electrones 1. La unidad de transmisión de electrones 1 incluye un filamento de calentamiento 101, un cátodo 102, un soporte aislado 103, un electrodo de enfoque 104, un elemento de sujeción de conexión 105 y un cable de filamento 106. El cátodo 102 está conectado al filamento de calentamiento 101 que normalmente está fabricado de filamento de tungsteno. El cátodo 102 está fabricado de materiales de gran capacidad para transmitir térmicamente electrones, tales como barita, escandato, hexaboruros de lantano, etc. El soporte aislado 103 que rodea el filamento de calentamiento 101 y el cátodo 102 son equivalentes a parte de la carcasa de la unidad de transmisión de electrones 1 y están fabricados de material aislado, en la mayoría de los casos de cerámica. El cable de filamento 106 se extiende hacia el exterior de la unidad de transmisión de electrones 1 a través del soporte aislado 103. Entre el cable de filamento 106 y el soporte aislado 103 hay una estructura de sellado. El electrodo de enfoque 104 está localizado en el extremo superior del soporte aislado 103 y diseñado en forma de cono de nariz con una abertura en el centro. Y el centro de la abertura está alineado verticalmente con el centro del cátodo 102. El elemento de sujeción de conexión 105 para la conexión de sellado de la unidad de transmisión de electrones 1 a la caja de vacío 3 es habitualmente una brida de filo de cuchilla con una abertura en el centro para permitir que la corriente de haz de electrones E entre en la caja de vacío 3 desde la unidad de transmisión de electrones 1. El soporte aislado 103, el electrodo de enfoque 104 y el elemento de sujeción de conexión 105 están estrechamente conectados entre sí para hacer otras partes de la unidad de transmisión de electrones 1, excepto la abertura central del elemento de sujeción de conexión 5, para formar una estructura de sellado al vacío.

Además, el sistema de suministro de alimentación y de control 7 incluye un sistema de control 701, una fuente de alimentación de alta tensión 702, un aparato de control de transmisión 703, etc. La fuente de alimentación de alta tensión 702 se conecta al ánodo 2 por el medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 instalado en la pared de la caja de vacío 3. El aparato de control de transmisión 703 se conecta al cable de filamento 106 de cada unidad de transmisión de electrones 1, respectivamente, por el medio de conexión del medio de control de transmisión 5. Normalmente, el número de unidades de transmisión de electrones 1 es el mismo que el de las unidades de control de transmisión. La figura 4 muestra la estructura de la unidad de control de transmisión. El aparato de control de transmisión 703 incluye una pluralidad de unidades de control de transmisión. Cada unidad de control de transmisión incluye un módulo de alta tensión negativa 70301, un módulo de corriente continua de baja tensión 70302, un transformador de aislamiento de alta tensión 70303. El módulo de alta tensión negativa 70301 se usa para generar pulsos negativos de alta tensión bajo el control del sistema de control 701 y la salida del mismo está conectada al lado primario del transformador de aislamiento de alta tensión 70303. El módulo de corriente continua de baja tensión 70302 se usa para generar la corriente que energiza y calienta el cable de filamento 106 y la salida del mismo se conecta a los extremos de baja tensión de dos conjuntos de lados secundarios del transformador de aislamiento de alta tensión 70303 en paralelo a través del devanado del transformador y la salida al cable de filamento 106 desde los extremos de alta tensión de dos conjuntos de los lados secundarios. El medio de conexión del medio de control de transmisión 5 es normalmente el cable con conector, siendo su número el mismo que el de la unidad de transmisión de electrones 1. Además, la condición operativa de la fuente de alimentación de alta tensión 702 y del aparato de control de transmisión 703 puede controlarse por el sistema de control 701.

Además, la caja de vacío 3 es una carcasa de una cavidad con su periferia sellada. El interior es de alto vacío y la carcasa está fabricada de materiales aislados como vidrio o cerámica, etc. Se instalan múltiples unidades de transmisión de electrones 1 dispuestas en línea recta en la pared lateral (véase la figura 1) de la caja de vacío 3, y el ánodo 2 en forma de tira se instala en el interior (véase la figura 1). El ánodo 2 es paralelo a la orientación de la unidad de transmisión de electrones 1 en la dirección de la longitud. El espacio dentro de la caja de vacío 3 es suficiente para el movimiento de la corriente de haz de electrones en el campo eléctrico sin ningún obstáculo. El alto vacío dentro de la caja de vacío 3 se obtiene horneando y ventilando en el horno de ventilación a alta temperatura. Y el grado de vacío es mejor que 10^{-3} Pa, y se prefiere un grado de vacío mejor que 10^{-5} Pa.

Además, es preferible que la carcasa de la caja de vacío 3 esté fabricada de material metálico. En el caso del material metálico, la unidad de transmisión de electrones 1 se conecta sellada a la pared de la caja de vacío 3 en la brida de filo de cuchilla por su elemento de sujeción de conexión 105 y el ánodo 2 se instala de manera fija en la caja de vacío 3 usando el material de soporte aislado. Además, el ánodo 2 mantiene una distancia suficiente con la carcasa de la caja de vacío 3, de tal manera que no se produzcan chispas de alta tensión.

Además, el medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 adecuado para conectar el ánodo 2 al cable de la fuente de alimentación de alta tensión 702 está instalado en la pared lateral de la caja de vacío 3. Normalmente, el medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 es una estructura cerámica cónica que tiene una columna metálica en el interior con un extremo conectado al ánodo 2 y el otro extremo firmemente

conectado a la pared de la caja de vacío 3. Por lo tanto, el conjunto forma una estructura de sellado al vacío. La columna metálica dentro del medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 se usa de tal manera que el ánodo 2 se conecte eléctricamente a la junta de cable de la fuente de alimentación de alta tensión 702. Normalmente, el medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 está diseñado para poder enchufarse a la junta de cable.

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente solicitud, la unidad de transmisión de electrones 1 puede incluir además la rejilla 107 y el cable de rejilla 108. La figura 5 muestra una estructura de la unidad de transmisión de electrones 1 que tiene la rejilla y el aparato de enfoque. Como se muestra en la figura 5, la rejilla 107 se proporciona entre el cátodo 102 y el electrodo de enfoque 104 y adyacente al cátodo 102. La rejilla 107 es habitualmente una malla cuya forma suele ser la misma que la del cátodo 102. El cable de rejilla 108 está conectado a la rejilla 107 y se extiende hacia el exterior de la unidad de transmisión de electrones 1 a través del soporte aislado 103. El cable de rejilla 108 se conecta sellado al soporte aislado 103 y la rejilla 108 se conecta al aparato de control de transmisión 703 por el medio de conexión del medio de control de transmisión 5.

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente solicitud, la unidad de control de transmisión del aparato de control de transmisión 703 puede incluir además un módulo de tensión de polarización negativa 70304, un módulo de tensión de polarización positiva 70305, y un módulo de conmutador de selección 70306. La figura 6 muestra una estructura de la unidad de control de transmisión que tiene el control de rejilla. Como se muestra en la figura 6, el módulo de alta tensión negativa 70301 se usa para generar alta tensión negativa y su salida está conectada al lado primario del transformador de aislamiento de alta tensión 70303. La alimentación de la ciudad se conecta a los extremos de baja tensión de dos conjuntos de los lados secundarios del transformador de aislamiento de alta tensión 70303 en paralelo a través del devanado del transformador y la salida a la fuente de alimentación suspendida en la alta tensión desde el extremo de alta tensión de dos conjuntos de los lados secundarios en paralelo y suministrada al módulo de corriente continua 70302, el módulo de tensión de polarización negativa 70304 y el módulo de tensión de polarización positiva 70305. El módulo de corriente continua 70302 genera la corriente que energiza y calienta el filamento de calentamiento 101. El módulo de tensión de polarización negativa 70304 y el módulo de tensión de polarización positiva 70305 generan una tensión negativa y una tensión positiva, respectivamente, y la salida a los dos extremos de entrada del módulo de conmutador de selección 70306 que selecciona una tensión bajo el control del medio de control 701 y la salida al cable de rejilla 108, y finalmente se aplica a la rejilla 107.

Además, en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente solicitud, la unidad de transmisión de electrones 1 puede incluir, además, la sección de enfoque 109 y el medio de enfoque 110. Como se muestra en la figura 5, la sección de enfoque 109 está conectada entre el electrodo de enfoque 104 y el elemento de sujeción de conexión 105. El electrodo de enfoque 104, la sección de enfoque 109 y el elemento de sujeción de conexión 105 pueden mecanizarse integralmente a partir de una pieza de metal o soldarse entre sí mediante tres componentes metálicos. El medio de enfoque 110, habitualmente una bobina de enfoque, se instala fuera de la sección de enfoque 109. El medio de enfoque 110 se conecta a la fuente de alimentación de enfoque 704 por el medio de conexión del medio de enfoque 6 y se acciona por la fuente de alimentación de enfoque 704. El estado operativo de la fuente de alimentación de enfoque 704 se controla por el sistema de suministro de alimentación y de control 7. En consecuencia, el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo incluye además un medio de conexión del medio de enfoque 6 y el sistema de suministro de alimentación y de control 7 también incluye una fuente de alimentación de enfoque 704.

Además, el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente solicitud puede incluir además una fuente de alimentación de vacío 705 y un medio de vacío 8 que incluye una bomba de vacío 801 y una válvula de vacío 802. El aparato de vacío 8 está instalado en la pared lateral de la caja de vacío 3. La bomba de vacío 801 funciona bajo el efecto de la fuente de alimentación de vacío 705 para mantener el alto vacío en la caja de vacío 3. Normalmente, cuando están funcionando los rayos-X distribuidos por cátodo termoiónico externo, la corriente de haz de electrones bombardea el ánodo 2 que emitirá calor y ventilará una pequeña cantidad de gas. El gas puede extraerse rápidamente usando la bomba de vacío 801 con el fin de mantener el alto grado de vacío dentro de la caja de vacío 3. Se usa preferentemente una bomba de iones de vacío como la bomba de vacío 801. Todas las válvulas de vacío metálicas que podrían soportar el horneado a alta temperatura, por ejemplo, todas las válvulas de compuerta manual metálicas se seleccionan habitualmente como la válvula de vacío 802. Normalmente, la válvula de vacío 802 está en estado de cierre. En consecuencia, el sistema de suministro de alimentación y de control 7 del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo incluye además la fuente de alimentación de vacío 705 (Vacc PS) del medio de vacío 8.

Además, en la presente solicitud pueden usarse las unidades de transmisión de electrones de otra estructura. La figura 7 es una vista esquemática de la estructura de otra unidad de transmisión de electrones en la presente solicitud. Como se muestra en la figura 7, la unidad de transmisión de electrones 1 está compuesta por un filamento de calentamiento 101A, un cátodo 102A, una rejilla 103A, un soporte aislado 104A y un elemento de sujeción de conexión 109A, etc.

La unidad de transmisión de electrones 1 forma una estructura de sellado integral junto con la pared de la caja de

vacío 3 por el elemento de sujeción de conexión 109A. Pero las realizaciones no se limitan a esto, pueden emplearse otras formas de instalación siempre que la unidad de transmisión de electrones 1 esté instalada en la pared de la caja de vacío 3 y esté localizada, en general, fuera de la caja de vacío 3 (es decir, el extremo de cátodo de la unidad de transmisión de electrones 1 (incluyendo el filamento de calentamiento 101A, el cátodo 102A y la rejilla 103A) y el extremo de cable de la unidad de transmisión de electrones 1 (incluyendo el cable de filamento 105A, el cable de rejilla 108A y el elemento de sujeción de conexión 109A) están localizados fuera de la caja de vacío 3). La unidad de transmisión de electrones 1 incluye un filamento de calentamiento 101A, un cátodo 102A, una rejilla 103A, un soporte aislado 104A, un cable de filamento 105A, un elemento de sujeción de conexión 109A, y la rejilla 103A está compuesta por el bastidor de rejilla 106A, la malla de rejilla 107A y el cable de rejilla 108A. El cátodo 102A está conectado al filamento de calentamiento 101A que, normalmente, está fabricado de filamento de tungsteno. Normalmente, el cátodo 102A está fabricado de materiales de gran capacidad para transmitir térmicamente electrones, tales como barita, escandato, hexaboruros de lantano, etc. El soporte aislado 104A que rodea el filamento de calentamiento 101A y el cátodo 102A son equivalentes a parte de la carcasa de la unidad de transmisión de electrones 1 y están fabricados de material aislado, en la mayoría de los casos de cerámica. El cable de filamento 105A se extiende hasta el extremo inferior de la unidad de transmisión de electrones 1 a través del soporte aislado 104A (la realización no está limitada a esto siempre que el cable de filamento 105A pueda extenderse hacia el exterior de la unidad de transmisión de electrones 1). Entre el cable de filamento 105A y el soporte aislado 104A hay una estructura de sellado. La rejilla 103A está localizada en el extremo superior del soporte aislado 104A (es decir, está localizada en la abertura del soporte aislado 104A) opuesta al cátodo 102A, estando la rejilla 103A preferentemente alineada en vertical con el centro del cátodo 102A. Además, la rejilla 103A incluye un bastidor de rejilla 106A, una malla de rejilla 107A, un cable de rejilla 108A, todos los cuales están fabricados de metal. Normalmente, el bastidor de rejilla está fabricado de material de acero inoxidable, la malla de rejilla 107A de material de molibdeno y el cable de rejilla 108A de material de Kovar (aleación). El cable de rejilla 108A se extiende hasta el extremo inferior de la unidad de transmisión de electrones 1 a través del soporte aislado 104A (la realización no está limitada a esto siempre que el cable de rejilla 108A pueda extenderse hacia el exterior de la unidad de transmisión de electrones 1). Entre el cable de rejilla 108A y el soporte aislado 104A hay una estructura de sellado. El cable de filamento 105A y el cable de rejilla 108A están conectados al aparato de control de transmisión 703.

Además, en particular, con respecto a la estructura de la rejilla 103A, el cuerpo principal de la misma es una pieza de placa metálica (por ejemplo, material de acero inoxidable), que es el bastidor de rejilla 106A. Se proporciona una abertura en el centro del bastidor de rejilla 106A, cuya forma puede ser cuadrada o circular, etc. Una malla de alambre (por ejemplo, material de molibdeno) está fijada en la posición de la abertura, es decir, la malla de rejilla 107A. Además, un cable (por ejemplo, material de aleación de Kovar), es decir, el cable de rejilla 108A, se extiende desde algún lugar de la placa metálica de tal manera que la rejilla 103A puede conectarse a un potencial eléctrico. Además, la rejilla 103A se coloca justo encima del cátodo 102A. El centro de la abertura mencionada anteriormente de la rejilla 103A está alineado con el centro del cátodo 102A (es decir, longitudinalmente en una línea vertical). La forma de la abertura corresponde a la del cátodo 102. En general, la abertura es más pequeña que el área del cátodo 102A. Sin embargo, la estructura de la rejilla 103A no está limitada a las descritas anteriormente siempre que la corriente de haz de electrones pueda pasar la rejilla 103A. Además, la rejilla 103A se fija con respecto al cátodo 102A por el soporte aislado 104A.

Además, en particular, con respecto a la estructura del elemento de sujeción de conexión 109A, preferentemente, el cuerpo principal del mismo es una brida de filo de cuchilla circular con una abertura proporcionada en el centro. La forma de la abertura puede ser cuadrada o circular, etc. La conexión de sellado puede proporcionarse en la abertura y el borde exterior del extremo inferior del soporte aislado 104A, por ejemplo, una conexión de soldadura. Se forman agujeros de tornillo en el borde exterior de la brida de filo de cuchilla. La unidad de transmisión de electrones 1 puede fijarse a las paredes de la caja de vacío 3 mediante una conexión atornillada. Se forma una conexión de sellado al vacío entre el filo de cuchilla y la pared de la caja de vacío 3. Esta es una estructura flexible fácil de desmontar donde una de las múltiples unidades de transmisión de electrones 1 se rompe y puede reemplazarse fácilmente. Debe observarse que el elemento de sujeción de conexión 109A funciona para lograr la conexión de sellado entre el soporte aislado 104A y la caja de vacío 3 y pueden emplearse diversas formas, por ejemplo, soldadura de transición por brida metálica, o conexión de sellado por fusión a alta temperatura de vidrio, o soldadura al metal después de una metalización cerámica, etc.

Además, la unidad de transmisión de electrones 1 puede ser una estructura de cilindro, es decir, el soporte aislado 104A es un cilindro, mientras que el cátodo 102A, el bastidor de rejilla 106A y la malla de rejilla 107A pueden ser simultáneamente circulares o simultáneamente rectangulares. La figura 8 es la vista desde arriba de la estructura de una unidad de transmisión de electrones cilíndrica 1, en la que (A) representa la estructura cuando el cátodo 102A, el bastidor de rejilla 106A y la malla de rejilla 107A son simultáneamente circulares y (B) representa la estructura cuando el cátodo 102A, el bastidor de rejilla 106A y la malla de rejilla 107A son simultáneamente rectangulares. Además, en cuanto al cátodo circular, con el fin de lograr un mejor efecto de enfoque del electrón generado por la superficie del cátodo 102A, habitualmente se mecaniza la superficie del cátodo 102A en forma de arco esférico (como se muestra en la figura 10(C)). El diámetro de la superficie del cátodo 102A es habitualmente de varios mm, por ejemplo de 2 mm de diámetro. El diámetro de la abertura de la malla de rejilla 107A instalada en el bastidor de rejilla 106A es habitualmente de varios mm, por ejemplo de 1 mm de diámetro. Además, la distancia desde la rejilla

103A hasta la superficie del cátodo 102A es habitualmente de unas pocas décimas de mm a unos pocos mm, por ejemplo, 2 mm. Además, en cuanto al cátodo rectangular, con el fin de lograr un mejor efecto de enfoque del electrón generado por la superficie del cátodo 102A, habitualmente se emplea la superficie cilíndrica para facilitar aún más la convergencia de la corriente de haz de electrones en el lado estrecho. Habitualmente, la longitud de la superficie del arco oscila de varios mm a docenas de mm, y la anchura suele ser de varios mm, por ejemplo, 10 mm de largo y 2 mm de ancho. En consecuencia, la malla de rejilla 107A es rectangular, siendo su anchura preferentemente de 1 mm y su longitud de 10 mm. En la figura 5, se muestran cuatro casos en los que los cátodos 102A son una superficie circular plana, rectangular plana, de arco esférico y de arco cilíndrico, respectivamente.

Además, la unidad de transmisión de electrones 1 también puede ser una estructura cuboide, es decir, el soporte aislado 104A es un cuboide, mientras que el cátodo 102A, el bastidor de rejilla 106A y la malla de rejilla 107A pueden ser simultáneamente circulares o simultáneamente rectangulares. La figura 9 es la vista desde arriba de la estructura de una unidad de transmisión de electrones cuboide 1, en la que (A) representa la estructura cuando el cátodo 102A, el bastidor de rejilla 106A y la malla de rejilla 107A son simultáneamente circulares y (B) representa la estructura cuando el cátodo 102A, el bastidor de rejilla 106A y la malla de rejilla 107A son simultáneamente rectangulares. Cabe señalar que las líneas diagonales en las figuras 8 y 9 tienen como fin representar la distinción entre diversos componentes diferentes, no representar una sección transversal.

Además, en particular, con respecto a la estructura de la malla de rejilla 107A, como se muestra en la figura 11, también puede ser plana, o esférica o en forma de ranura en U. Es preferible el tipo esférico debido a que la malla de rejilla esférica puede producir un mejor efecto de enfoque del haz de electrones.

Además, si el aparato de control de transmisión 703 solo cambia el estado de la rejilla de una de las unidades de transmisión de electrones adyacentes, al mismo tiempo que solo una de las unidades de transmisión de electrones adyacentes transmite los electrones que forman la corriente de haz de electrones, el campo eléctrico a ambos lados de la rejilla de la unidad de transmisión de electrones enfoca automáticamente la corriente de haz de electrones. Como se muestra en la figura 12, la flecha entre la unidad de transmisión de electrones 1 y el ánodo 2 indica la dirección hacia la que se mueven los electrones (contra la dirección de la línea de alimentación). En la figura 12, la tensión del ánodo 2 es alta tensión de +160 kV y la flecha entre la unidad de transmisión de electrones 1 y el ánodo 2 en el gran campo eléctrico se dirige hacia el ánodo 2 desde la unidad de transmisión de electrones 1. Es decir, siempre que la unidad de transmisión de electrones 1 transmita la corriente de haz de electrones, la corriente de haz de electrones se moverá hacia el ánodo 2. Observando el estado del campo eléctrico parcial de la superficie de la unidad de transmisión de electrones 1, en las unidades de transmisión de electrones adyacentes 12, 13 y 14, la tensión de la rejilla 103A de la unidad de transmisión de electrones 13 cambia de -500 V a +2000 V, a continuación, la unidad de transmisión de electrones 13 entra en el estado de transmisión de electrones y las tensiones de las rejillas 103A de las unidades de transmisión de electrones adyacentes 12 y 14 permanecen en -500 V. Si los electrones se transmiten por las unidades de transmisión de electrones 12, 14, los electrones se mueven hacia la rejilla 103A de la unidad de transmisión de electrones 13 desde las rejillas 103A de las unidades de transmisión de electrones 12 y 14. Sin embargo, debido a que los electrones no se transmiten por las unidades de transmisión de electrones 12, 14, el haz de electrones transmitido por la unidad de transmisión de electrones 13 se comprime por el efecto del campo eléctrico que se dirige hacia las unidades de transmisión de electrones adyacentes 12 y 14 desde la unidad de transmisión de electrones 13 y, por lo tanto, tiene el efecto de enfoque automático.

Cabe señalar que el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación se opera en el estado de alto vacío. El método para obtener y mantener el alto vacío incluye: completar la instalación del ánodo 2 en la caja de vacío 3; completar la conexión de sellado del medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 y el medio de vacío 8 a la pared de la caja de vacío 3; sellar con una brida ciega en la pared lateral de la caja de vacío 3 a la que se conecta la unidad de transmisión de electrones en primer lugar con el fin de formar una estructura de sellado integral de la caja de vacío 3; a continuación, hornear la estructura en un horno de vacío para ventilar el gas y conectar la válvula de vacío 82 a un sistema de aspiración de vacío externo con el fin de ventilar el gas absorbido por el material de cada componente; a continuación, a una temperatura normal y en un entorno limpio, inyectar nitrógeno en la caja de vacío 3 desde la válvula de vacío 802, formando de este modo un entorno protegido; y, a continuación, abrir la brida ciega en la posición donde está conectada la unidad de transmisión de electrones e instalar las unidades de transmisión de electrones una por una; después de instalar todas las unidades de transmisión de electrones, aspirar mediante la válvula de vacío 802 conectada al sistema de aspiración de vacío externo y hornear y ventilar nuevamente para hacer un alto vacío dentro de la caja de vacío 3; el cátodo de cada unidad de transmisión de electrones puede activarse durante el horneado y la ventilación; después de que el horneado y la ventilación hayan terminado, cerrar la válvula de vacío 802 para mantener un alto vacío en la caja de vacío 3; durante la operación del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo, la pequeña bomba de vacío 801 extrae la pequeña cantidad de gas generado por el ánodo con el fin de mantener un alto vacío dentro de la caja de vacío 3. Cuando una unidad de transmisión de electrones daña o necesita reemplazo debido a la expiración de su tiempo de servicio, se inyecta nitrógeno en la caja de vacío 3 desde la válvula de vacío 802 para establecer una protección; retirar la unidad de transmisión de electrones a reemplazar e instalar una nueva en el menor tiempo posible; la válvula de vacío 802 se conecta al dispositivo de aspiración de vacío externo para extraer el vacío en la caja de vacío 3; cuando nuevamente se logra un alto vacío en la caja de vacío 3, cerrar la válvula de vacío 802 para mantener el alto vacío dentro de la caja de vacío 3.

Además, cabe señalar que en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo, las unidades de transmisión de electrones 1 pueden disponerse en una pared lateral de la caja de vacío 3, de acuerdo con un ejemplo útil para comprender la presente invención. De acuerdo con una realización de la invención reivindicada, las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en la misma dirección de extensión simultáneamente en dos paredes laterales de la caja de vacío 3 opuestas entre sí. La figura 13 muestra la estructura del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo dispuesto en dos filas en oposición lineal entre sí, en el que (A) representa la relación posicional de las unidades de transmisión de electrones 1, el ánodo 2 y la caja de vacío 3, y (B) representa la relación posicional de la unidad de transmisión de electrones 1 y el ánodo 2. Como se muestra en la figura 13(A), una pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en dos filas en las paredes laterales de la caja de vacío 3 opuestas entre sí, respectivamente, y el ánodo 2 está dispuesto en el medio de la caja de vacío 3. Como se muestra en la figura 13(B), la superficie orientada hacia el ánodo 2 y la superficie orientada hacia las dos filas de las unidades de transmisión de electrones 1 son todas pendientes. La corriente de haz de electrones E generada por las unidades de transmisión de electrones 1 se acelera por el campo eléctrico entre la unidad de transmisión de electrones 1 y el ánodo 2 y bombardea la pendiente del ánodo 2 que genera rayos X. La dirección de transmisión de los rayos X útiles es la dirección de la pendiente del ánodo 2. Debido a que dos filas de las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en oposición, el ánodo 2 tiene dos pendientes que generan rayos X transmitidos hacia la misma dirección.

Además, cabe señalar que el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la invención puede estar en una disposición lineal o una disposición combada con el fin de cumplir diferentes requisitos de aplicación. La figura 14 muestra una vista esquemática de la relación posicional de las unidades de transmisión 1 y el ánodo 2 del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de acuerdo con una realización de la presente invención. Dos filas de las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas a lo largo de la circunferencia en dos superficies laterales de la caja de vacío 3 opuestas entre sí. Estas dos superficies laterales son paralelas entre sí y las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en un arco a lo largo de la dirección de extensión. El tamaño del arco dispuesto puede determinarse según se requiera. El ánodo 2 está dispuesto en la parte intermedia de la caja de vacío 3, que está entre las dos filas de las unidades de transmisión de electrones opuestas entre sí. Las superficies del ánodo 2 orientadas hacia las dos filas de las unidades de transmisión de electrones 1 son ambas pendientes y las direcciones de las dos pendientes se dirigen al centro O del arco. La corriente de haz de electrones E se transmite desde la superficie superior de la unidad de transmisión de electrones 1 y se acelera por el campo eléctrico de alta tensión entre el ánodo 2 y la unidad de transmisión de electrones 1, y finalmente bombardea el ánodo 2 formando una serie de puntos objetivo de rayos X dispuestos en dos arcos en las dos pendientes del ánodo 2. La dirección útil de transmisión de rayos X se dirige al centro O del arco. Con respecto a la caja de vacío 3 del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo, tiene una forma de arco, o la denominada forma de anillo, correspondiente a la configuración de la unidad de transmisión de electrones 1 y la forma del ánodo 2. Los rayos X transmitidos por el aparato de rayos X distribuidos en forma de arco se dirigen al centro O del arco y pueden aplicarse al caso que necesita que la fuente de rayos esté en una disposición circular.

Además, cabe señalar que en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo, la disposición de cada unidad de transmisión de electrones puede ser lineal, o lineal segmentada, tal como en forma de L o en forma de U. Además, la disposición de cada unidad de transmisión de electrones puede ser un arco o un arco segmentado, por ejemplo, una curva conectada por segmentos curvos de diferentes diámetros o la combinación de segmentos lineales con segmentos curvos, etc.

Además, cabe señalar que en el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo, el espacio de disposición entre cada unidad de transmisión de electrones puede ser uniforme o no uniforme.

Además, en la presente solicitud, las unidades de transmisión de electrones pueden configurarse en una disposición bidimensional, obteniendo de este modo un aparato de rayos X distribuidos en disposición bidimensional. Como se muestra en las figuras 15 y 16, el aparato de rayos X distribuidos en disposición bidimensional incluye una pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1 (al menos cuatro, en lo sucesivo en el presente documento también denominadas específicamente unidad de transmisión de electrones 11a, 12a, 13a, 14a ... unidad de transmisión de electrones 11b, 12b, 13b, 14b ...). La unidad de transmisión de electrones puede ser una cualquiera de las unidades de transmisión de electrones descritas anteriormente. El ánodo 2 incluye una placa de ánodo 201 y una pluralidad de objetivos 202 dispuestos en la placa de ánodo correspondiente a las unidades de transmisión de electrones 1. Sin embargo, las realizaciones del ánodo 2 no están limitadas a esto y también es factible el ánodo convencional en la técnica. Además, la pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en un plano en una disposición bidimensional en una pared lateral de la caja de vacío 3 y son paralelas al plano de la placa de ánodo 201. De acuerdo con la invención, la unidad de transmisión de electrones 1 está localizada integralmente fuera de la caja de vacío 3 y el ánodo 2 está localizado dentro de la caja de vacío 3.

La figura 15 muestra una vista esquemática de la estructura de la configuración de espacio de la unidad de transmisión de electrones 1 y el ánodo 2 (en lo sucesivo en el presente documento se omite la caja de vacío 3). Las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en dos filas en un plano (es decir, una pared lateral de la caja de vacío 3). Además, las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en un plano en dos líneas y

la línea delantera y la línea trasera de las unidades de transmisión de electrones 1 están entrelazadas (véase la figura 1). Pero los ejemplos no se limitan a esto. También es posible que la línea delantera y la línea trasera de las unidades de transmisión de electrones no estén entrelazadas. Los objetivos 202 en el ánodo 2 están en correspondencia uno a uno con las unidades de transmisión de electrones 1. La superficie superior del objetivo 202 se dirige a las unidades de transmisión de electrones 1. La línea desde el centro de la unidad de transmisión de electrones 1 al centro del objetivo 202 es perpendicular al plano de la placa de ánodo 201 y esta línea también es la trayectoria de movimiento de la corriente de haz de electrones E transmitida por la unidad de transmisión de electrones 1. Los electrones bombardean el objetivo, generando de este modo rayos X. La dirección de transmisión de los rayos X útiles es paralela al plano de la placa de ánodo 201 y cada rayo X útil es paralelo a los otros.

La figura 16 muestra otra estructura del ánodo 2. El ánodo 2 incluye una placa de ánodo 201 y una pluralidad de objetivos 202 dispuestos en una disposición bidimensional. La placa de ánodo 201 es una placa plana y está fabricada de metal, preferentemente de materiales metálicos resistentes al calor. La placa de ánodo es completamente paralela a la superficie superior de la unidad de transmisión de electrones 1. Cuando se aplica alta tensión positiva sobre el ánodo 2, oscilando normalmente de docenas de kv a cientos de kv, habitualmente, por ejemplo, 180 kv, los campos eléctricos de alta tensión paralelos se forman, por lo tanto, entre la placa de ánodo 201 y la unidad de transmisión de electrones 1. El objetivo 202 se instala en la placa de ánodo 201, cuya posición está dispuesta, respectivamente, en correspondencia con la posición de la unidad de transmisión de electrones 1. La superficie del objetivo 202 normalmente está fabricada de materiales de metales pesados resistentes al calor, tales como el tungsteno o una aleación de tungsteno. El objetivo 202 es una estructura de tronco circular, con una altura de varios mm, por ejemplo, 3 mm. La superficie inferior con un diámetro relativamente grande está conectada a la placa de ánodo 201. El diámetro de la superficie superior es relativamente pequeño, habitualmente de varios mm, por ejemplo, 2 mm. La superficie superior no es paralela a la placa de ánodo 201 y normalmente tiene un ángulo pequeño que oscila de varios grados a un grado no mayor de veinte, de tal manera que puedan transmitirse los rayos X útiles generados por el bombardeo de electrones. Todos los objetivos 202 están dispuestos de manera coherente con la dirección de la pendiente de la superficie superior, es decir, las direcciones de transmisión de todos los rayos X útiles son coherentes. Tal diseño de estructura del objetivo es equivalente al pequeño saliente que surge de la placa de ánodo 201. Por lo tanto, se cambia la distribución parcial del campo eléctrico de la superficie de la placa de ánodo 201 y se obtiene un efecto de enfoque automático antes de que el haz de electrones bombardee el objetivo, de tal manera que el punto objetivo sea pequeño, lo que contribuye a mejorar la igualdad de la imagen. En el diseño del ánodo, la placa de ánodo 201 está fabricada de metal común y solo la superficie del objetivo 202 es tungsteno o una aleación de tungsteno, por lo que disminuye el coste.

Además, en la presente solicitud, la unidad de transmisión de electrones puede ser una estructura con la rejilla y el cátodo separados. La figura 17 muestra una disposición de unidades de transmisión de electrones con la rejilla y el cátodo separados, como un ejemplo de antecedentes, que es útil para comprender la presente invención. En la figura 17, la rejilla plana 9 está compuesta por una placa de bastidor aislada 901, una placa de rejilla 902, una malla de rejilla 903 y un cable de rejilla 904. Como se muestra en la figura, la placa de rejilla 902 está dispuesta en la placa de bastidor aislada 901 y la malla de rejilla 903 está dispuesta en la posición donde se forma la abertura en la placa de rejilla 902. Los cables de rejilla 904 se extienden desde la placa de rejilla 902. Una disposición de los cátodos 10 está compuesta por una estructura de múltiples cátodos firmemente dispuestos. Cada estructura de cátodo está compuesta por un filamento 1001, un cátodo 1002 y un soporte aislado 1004. La rejilla plana 9 está localizada por encima de la disposición de cátodos 10 y la distancia entre la rejilla plana 9 y la disposición de cátodos 10 es muy pequeña, habitualmente unos pocos milímetros, por ejemplo, 3 mm. La estructura de rejilla compuesta por la placa de rejilla 902, la malla de rejilla 903 y el cable de rejilla 904 está en correspondencia uno a uno con la estructura de cátodo. Además, observado desde la dirección vertical, el centro del círculo de cada malla de rejilla 903 coincide con el centro del círculo de cada cátodo 1002.

Además, como se muestra en la figura 17(B), en la presente solicitud, la estructura de rejilla puede ser una estructura en la que cada cable de rejilla se extiende de manera independiente y se controla por el aparato controlado por rejilla de manera independiente. Cada cátodo 1002 del conjunto de cátodos 10 puede estar en el mismo potencial eléctrico, por ejemplo, en conexión a tierra. Cada rejilla cambia entre el estado de cientos de voltios y el estado de miles de voltios, por ejemplo, entre -500 V y +2000 V, con el fin de controlar el estado operativo de cada unidad de transmisión de electrones. Por ejemplo, la tensión de una rejilla determinada es -500 V en determinado momento. El campo eléctrico entre esta rejilla y el cátodo correspondiente es un campo eléctrico negativo y los electrones transmitidos desde el cátodo están limitados a la superficie del cátodo. En el momento siguiente, la tensión de la rejilla cambia a +2000 V, el campo eléctrico entre esta rejilla y el cátodo correspondiente cambia a un campo eléctrico positivo y los electrones transmitidos desde el cátodo se mueven hacia la rejilla y a través de la malla de rejilla hacia el campo eléctrico acelerado entre la rejilla y el ánodo. Los electrones se aceleran y finalmente bombardean el ánodo generando los rayos X en la posición correspondiente del objetivo.

Además, como se muestra en la figura 17C, la rejilla puede ser la conexión en paralelo de cada cable de rejilla en el mismo potencial eléctrico. El estado operativo de cada unidad de transmisión de electrones está controlado por la fuente de alimentación de filamento. Por ejemplo, las tensiones de todas las rejillas son -500 V y cada filamento del cátodo se extiende de manera independiente. La diferencia de tensión entre los dos extremos de cada filamento de cátodo es constante. La tensión total de cada cátodo cambia entre el estado de 0 V y el estado de -2500 V. En un

momento determinado, el cátodo está en el potencial eléctrico de 0 V, el campo eléctrico entre la rejilla y el cátodo es negativo y los electrones transmitidos desde el cátodo están limitados a la superficie del cátodo. En el momento siguiente, la tensión del cátodo cambia a -2500 V y el campo eléctrico entre la rejilla y el cátodo correspondiente cambia a positivo. Los electrones transmitidos desde el cátodo se mueven hacia la rejilla a través de la malla de
 5 rejilla hacia el campo eléctrico acelerado entre la rejilla y el ánodo. Los electrones se aceleran y finalmente bombardean el objetivo generando los rayos X en la posición correspondiente del objetivo.

Además, en el aparato de rayos X distribuidos en disposición bidimensional de la presente divulgación, el cable de filamento de cada unidad de transmisión de electrones puede ser cada extremo de salida conectado a la fuente de
 10 alimentación de filamento, respectiva e independientemente, o una salida de extremo conectada a la fuente de alimentación de filamento después de una conexión en serie. La figura 18 muestra una vista esquemática en la que el cable de filamento de la unidad de transmisión de electrones está conectado a la fuente de alimentación de filamento en serie. En el sistema donde los cables de filamento de la unidad de transmisión de electrones están conectados en serie, habitualmente los cátodos están en el mismo potencial eléctrico. Cada cable de rejilla debe
 15 extenderse de manera independiente y el estado operativo de la unidad de transmisión de electrones se controla por el aparato controlado por rejilla.

Además, en la presente solicitud, la disposición de la unidad de transmisión de electrones puede ser de dos filas o de múltiples filas.

Además, en la presente solicitud, el objetivo del ánodo puede ser el tronco de un cono, o un cilindro, o una plataforma cuadrada, o una plataforma de múltiples bordes, así como otros salientes de polígono o salientes irregulares, etc.

Además, en la presente solicitud, la superficie superior del objetivo del ánodo puede ser una superficie plana, una pendiente, una superficie esférica u otra superficie irregular.

Además, en la presente solicitud, la configuración de la disposición bidimensional puede extenderse en línea en ambas direcciones, puede extenderse en línea en una dirección y se extiende en un arco en la otra dirección, o
 30 puede extenderse en línea en una dirección y se extiende en una línea segmentada en la otra dirección, así como también se extiende en línea en una dirección y se extiende en un arco segmentado en la otra dirección u otras formas en combinación.

Además, en la presente solicitud, la configuración de la disposición bidimensional puede espaciarse uniformemente en ambas direcciones, o puede espaciarse uniformemente en cada dirección, pero los espacios de las dos
 35 direcciones son diferentes, o puede espaciarse uniformemente en una dirección pero no uniformemente en la otra dirección, o puede no espaciarse uniformemente en ninguna dirección.

Además, en un ejemplo, que es útil para comprender la invención reivindicada, la unidad de transmisión de electrones puede disponerse en una disposición de superficie curva, obteniendo de este modo un aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva. La figura 19 es una vista esquemática de la estructura del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva de la presente solicitud. La figura 20 es una vista esquemática de la superficie de extremo de la estructura del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva de la presente solicitud. La figura 21 es una vista esquemática de la estructura diferente del ánodo de la presente solicitud.

Como se muestra en las figuras, una pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1 (al menos cuatro, en lo sucesivo en el presente documento también denominadas específicamente unidad de transmisión de electrones 11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b...) están dispuestas en múltiples filas en la dirección del eje orientado hacia el eje O en la superficie curva. Además, como se ha descrito anteriormente, las unidades de transmisión de electrones 1 están instaladas en la pared de la caja de vacío 3 y están dispuestas totalmente fuera de la caja de vacío 3. El ánodo 2 está instalado dentro de la caja de vacío.

Además, la superficie curva mencionada anteriormente incluye una superficie de cilindro y una superficie de anillo. La figura 20 es una vista esquemática de la superficie de extremo de la estructura dentro del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva de la presente solicitud. En particular, la figura 20 muestra una vista esquemática de la estructura dentro del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie de cilindro de la presente solicitud. Las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en múltiples filas en la dirección del eje en la superficie de cilindro y la superficie superior (la superficie que transmite electrones) de la unidad de transmisión de electrones 1 se orienta hacia el eje O. El ánodo 2 está dispuesto en el eje O del cilindro. Normalmente, las unidades de transmisión de electrones 1 están en el mismo potencial eléctrico bajo, y el ánodo 2 está en un potencial eléctrico alto. Se forma un campo eléctrico positivo entre el ánodo 2 y la unidad de transmisión de electrones 1. El campo eléctrico converge desde la superficie de cada unidad de transmisión de electrones 1 hacia el eje del ánodo 2. La corriente de haz eléctrico E se mueve hacia el ánodo 2 desde la unidad de transmisión de electrones 1 bombardeando el ánodo 2 y, finalmente, genera rayos X.

Además, la unidad de transmisión de electrones 1 mencionada anteriormente puede disponerse en múltiples filas en la dirección del eje orientado hacia el eje en la superficie curva. Las filas delanteras y las filas traseras de las múltiples filas de las unidades de transmisión de electrones pueden alinearse, pero, preferentemente, están desplazadas, de tal manera que no coincidan las posiciones donde los haces de electrones generados por cada unidad de transmisión de electrones bombardean el ánodo.

Además, el ánodo 2 tiene una estructura de tubo hueco en el que puede moverse el refrigerante. La figura 21 muestra una estructura del ánodo y el soporte del mismo de acuerdo con la presente solicitud. El ánodo 2 está compuesto por un soporte de ánodo 201A, un tubo de ánodo 202A y una superficie objetivo de ánodo 203A. El soporte de ánodo 201A está instalado en el tubo de ánodo 202A y conectado al extremo superior (extremo pequeño) del medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 para soportar y fijar el ánodo 2. El tubo de ánodo 202A es una estructura principal del ánodo 2. Ambos extremos del tubo de ánodo están conectados a un extremo del medio de conexión de enfriamiento 9A, y el interior del tubo de ánodo se comunica con el medio de conexión de enfriamiento 9A formando un paso en el que el refrigerante fluye circularmente. El tubo de ánodo 202A habitualmente está fabricado de materiales metálicos resistentes al calor y tiene diversas estructuras, preferentemente circulares. Además, en algunos casos, por ejemplo, en el caso de que la potencia térmica del ánodo sea relativamente pequeña, el ánodo 2 también puede no ser una estructura de tubo cilíndrico hueco. Además, la superficie objetivo de ánodo es la posición donde los haces de electrones bombardean el tubo de ánodo 202A que tiene diversos diseños de estructura sutil. Por ejemplo, como se muestra en la figura 21(1), la cara redonda exterior del tubo de ánodo 202A es la posición donde bombardean los haces de electrones. En este caso, el tubo de ánodo 202A está fabricado integralmente de metal pesado resistente al calor, tal como tungsteno o una aleación de tungsteno. Como se muestra en la figura 21(2), se forma un pequeño plano inclinado cortando una parte del círculo del tubo de ánodo 202A. El plano inclinado se convierte en la posición de bombardeo del haz de electrones, y la dirección inclinada del plano inclinado es la dirección de transmisión de los rayos X útiles. Tal diseño de la estructura contribuye a transmitir los rayos X útiles en la misma dirección. Preferentemente, como se muestra en la figura 21(3), se proporciona específicamente una superficie objetivo de ánodo 203A a la superficie exterior del tubo de ánodo 202A. La superficie objetivo de ánodo 203A está fabricada de metal pesado resistente al calor, tal como tungsteno o una aleación de tungsteno, con un espesor no menor de 20 μm (micrómetros) fijado al pequeño plano inclinado mecanizado por el borde exterior del tubo de ánodo 202A mediante electrochapado, pegado, soldadura u otras formas. En tales casos, el tubo de ánodo 202A puede fabricarse de materiales metálicos habituales, de tal manera que pueda reducirse el coste.

Además, en la presente solicitud, el eje descrito anteriormente puede ser una línea recta o un arco, haciendo que el conjunto sea un aparato de rayos X distribuidos lineal o un aparato de rayos X distribuidos anular, con el fin de cumplir con los diferentes requisitos de la solicitud. La figura 22 muestra una vista de efecto de la configuración de la unidad de transmisión de electrones y el ánodo del aparato de rayos X distribuidos en forma anular de la presente solicitud. Los ánodos 2 están dispuestos en una circunferencia plana y las unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas debajo del ánodo 2. Dos filas de unidades de transmisión de electrones 1 están dispuestas en un círculo en la dirección del ánodo 2 y dispuestas en la superficie combada que adopta el centro del ánodo 2 como eje, es decir, la superficie de cada unidad de transmisión de electrones 1 se dirige al eje del ánodo 2. La corriente de haz de electrones E se transmite desde la superficie de la unidad de transmisión de electrones 1 y se acelera por el campo eléctrico de alta tensión entre el ánodo 2 y la unidad de transmisión de electrones 1, y finalmente bombardea la superficie objetivo en el borde inferior del ánodo 2 formando una disposición de puntos objetivo de rayos X en una disposición circular en el ánodo 2. La dirección de transmisión de rayos X útiles se dirige al centro del círculo del ánodo 2. La caja de vacío 3 de los rayos X distribuidos anulares también tiene una forma anular correspondiente a la configuración de la unidad de transmisión de electrones 1 y la forma del ánodo 2. El aparato de rayos X distribuidos anular puede ser un anillo completo o una sección del anillo y puede aplicarse en las ocasiones en las que los rayos X necesitan estar dispuestos en un círculo.

Además, en la presente solicitud, la disposición de las unidades de transmisión de electrones pueden estar dispuestas en dos filas o múltiples filas.

Además, en la descripción de la unidad de transmisión de electrones en la presente solicitud, "independientemente" se refiere a que cada unidad de transmisión de electrones es capaz de transmitir el haz de electrones de manera independiente. Con respecto a la estructura específica, puede ser una estructura separada o puede ser un cierto tipo de estructura acoplada.

Además, en la descripción del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva de la divulgación, "superficie curva" se refiere a diversas formas de superficies curvas, incluyendo la superficie de cilindro, la superficie anular, la superficie elíptica, o la superficie curva compuesta por líneas rectas segmentadas, por ejemplo, la superficie de la columna de polígono regular, o la superficie curva compuesta por arcos segmentados, preferentemente la superficie de cilindro y la superficie anular como se ha mencionado anteriormente.

Además, en la descripción del aparato de rayos X distribuidos en disposición de superficie curva de la divulgación, "eje" se refiere a un eje real o un eje en forma de la superficie curva en la que están dispuestas las unidades de transmisión de electrones. Por ejemplo, el eje de la superficie de cilindro se refiere al eje central del cilindro, y el eje

de la superficie de anillo se refiere al eje central dentro del anillo. El eje de la superficie elíptica se refiere al eje adyacente al paraxial de la elipse, y el eje de la superficie de la columna de polígono regular se refiere al eje compuesto por el centro del polígono regular.

5 Además, en la presente solicitud, la sección transversal del tubo dentro del ánodo puede ser un agujero circular, un agujero cuadrado, un agujero poligonal, un agujero con forma de engranaje interno con aleta de dispersión de calor, u otra forma que pueda aumentar el área radiante.

10 Además, en la presente solicitud, la disposición curva de la unidad de transmisión de electrones está configurada de tal manera que en una dirección está dispuesta en arco y en la otra dirección está dispuesta en línea recta o líneas segmentadas, en arco o arcos segmentados, o en la combinación de segmentos de línea y segmentos de arco.

15 Además, en la presente solicitud, la configuración de la configuración de disposición curva puede espaciarse uniformemente en ambas direcciones, o puede espaciarse uniformemente en cada dirección, pero los espacios de las dos direcciones son diferentes, o puede espaciarse uniformemente en una dirección pero no uniformemente en la otra dirección, o puede no espaciarse uniformemente en ninguna dirección.

20 Además, en la presente solicitud, la configuración de la caja de vacío puede ser integralmente un cuerpo cuboide, un cuerpo de cilindro, un cuerpo de anillo, u otra estructura que no impida la configuración opuesta de la unidad de transmisión de electrones y el ánodo.

Realizaciones

(Configuración del sistema)

25 Como se muestra en las figuras 1-6, el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación incluye una pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1, un ánodo 2, una caja de vacío 3, un medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4, un medio de conexión del medio de control de transmisión 5, un medio de conexión del medio de enfoque 6, un medio de vacío 8 y un sistema de suministro de alimentación y de control 7. La pluralidad de unidades de transmisión de electrones 1 están instaladas en una pared lateral de la caja de vacío 3 en una disposición lineal. Cada unidad de transmisión de electrones 1 es independiente de las otras. El ánodo 2 en forma de tira está instalado en la parte intermedia de la caja de vacío 3. En la dirección de la disposición lineal, el ánodo 2 es paralelo a la alineación de la unidad de transmisión de electrones 1. En la sección transversal vertical de la disposición lineal, hay un pequeño ángulo entre el ánodo 2 y la superficie superior de la unidad de transmisión de electrones 1. La unidad de transmisión de electrones 1 incluye un filamento de calentamiento 101, un cátodo 102, una rejilla 107, un soporte aislado 103, un electrodo de enfoque 104, una sección de enfoque 109, un elemento de sujeción de conexión 105, un cable de filamento 106, un cable de rejilla 108 y un medio de enfoque 110. El medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión 4 está instalado en la pared lateral de la caja de vacío 3, estando su interior conectado al ánodo 2 y pudiendo su exterior conectarse al cable de alta tensión. El cable de filamento 106 y el cable de rejilla 108 de cada unidad de transmisión de electrones 1 se conectan a cada unidad de control de transmisión del aparato de control de transmisión 703 por el medio de conexión del medio de control de transmisión 5. El medio de vacío 8, que incluye una bomba de vacío 801 y una válvula de vacío 802, está instalado en la pared lateral de la caja de vacío 3. El sistema de suministro de alimentación y de control 7 incluye múltiples módulos que incluyen un sistema de control 701, una fuente de alimentación de alta tensión 702, un aparato controlado por rejilla 703, una fuente de alimentación de enfoque 704, una fuente de alimentación de vacío 705, etc., los cuales se conectan a los componentes del sistema, incluyendo los filamentos de calentamiento 101 de las múltiples unidades de transmisión de electrones 1, la rejilla 107 y el ánodo 2, el medio de vacío 8, etc., mediante el cable de alimentación y el cable de control. El aparato de control de transmisión 703 está compuesto por múltiples unidades de control de transmisión idénticas (el número es el mismo que el número de unidades de transmisión de electrones 1). Cada unidad de control de transmisión está compuesta por un módulo de alta tensión negativa 70301, un módulo de corriente continua 70302, un transformador de aislamiento de alta tensión 70303, un módulo de tensión de polarización negativa 70304, un módulo de tensión de polarización positiva 70305 y un conmutador de selección 70306.

55 (Principio operativo)

En el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación, el sistema de suministro de alimentación y de control 7 controla la fuente de alimentación de filamento 704, el aparato de control de transmisión 703 y la fuente de alimentación de alta tensión 702. Cada unidad del medio de control de transmisión 703 comienza a funcionar. El módulo de alta tensión negativa 70301 genera la salida de alta tensión negativa al lado primario del transformador de aislamiento de alta tensión 70303, de tal manera que un conjunto de extremos de los lados secundarios del transformador de aislamiento de alta tensión 70303 en paralelo está suspendido en la alta tensión. Es decir, el módulo de corriente continua 70302, el módulo de tensión de polarización negativa 70304, el módulo de tensión de polarización positiva 70305 y el conmutador de selección 70306 están bajo la misma alta tensión negativa. El módulo de corriente continua 70302 genera una corriente continua suspendida en esta alta tensión negativa para suministrar al filamento de calentamiento 101. El cátodo 102 se calienta hasta un estado de

transmisión de alta temperatura (por ejemplo, 500-2000 °C) por el filamento de calentamiento 101 y se genera un gran número de electrones en la superficie del cátodo 102. El módulo de tensión de polarización negativa 70304 y el módulo de tensión de polarización positiva 70305 generan una tensión negativa y una tensión positiva suspendidos en la alta tensión negativa respectivamente. El conmutador de selección 70306 normalmente conecta la tensión negativa a la rejilla 107. En la unidad de transmisión de electrones 1, el filamento 101, el cátodo 102 y la rejilla 107 están todos bajo la alta tensión negativa, habitualmente de miles de voltios negativos a docenas de kilovoltios. Y el electrodo de enfoque 104 se conecta a la sección de enfoque 109 y se conecta a la pared lateral de la caja de vacío 3 por el elemento de sujeción de conexión 105 y en el potencial de tierra. Por lo tanto, se forma un pequeño campo eléctrico de aceleración entre la rejilla 107 y el electrodo de enfoque 104. Sin embargo, la rejilla 107 tiene una tensión negativa más baja en relación con el cátodo 102. Por lo tanto, los electrones generados por el cátodo 102 no pueden pasar a través de la rejilla 107 y están limitados a la superficie del cátodo 102 por la rejilla 107. El ánodo 2 está en una tensión positiva muy alta, por ejemplo, de docenas de KV positivos a cientos de KV, debido a la alta tensión 702, y se forma un gran campo eléctrico de aceleración positivo entre la unidad de transmisión de electrones 1 (es decir, la pared lateral de la caja de vacío 3, habitualmente en potencial de tierra) y el ánodo 2.

En caso de que se necesite generar rayos X, la salida del conmutador de selección 70306 de una cierta unidad de control de transmisión del aparato de control de transmisión 703 se convierte de tensión negativa a tensión positiva por el sistema de suministro de alimentación y de control 7 siguiendo una instrucción o un programa preestablecido. La señal de salida del conmutador de selección 70306 de cada unidad de control de transmisión conectada a cada unidad de transmisión de electrones 1, respectivamente, se convierte de acuerdo con la secuencia temporal. Por ejemplo, en el momento 1, la salida del conmutador de selección 70306 de la primera unidad de control de transmisión del aparato de control de transmisión 703 se cambia de tensión negativa a tensión positiva. En la unidad de transmisión de electrones correspondiente 11, el campo eléctrico entre la rejilla 107 y el cátodo 102 se cambia a positivo. Los electrones se mueven a la rejilla 107 desde la superficie del cátodo 102 y entran en el campo eléctrico de aceleración entre la rejilla 107 y el electrodo de enfoque 104 a través de la malla de rejilla. Por lo tanto, los electrones se aceleran por primera vez. La forma de cono de nariz del electrodo de enfoque 104 hace que el haz de electrones se añada automáticamente durante la primera aceleración y el diámetro del haz de electrones se haga más pequeño. Después de que el haz de electrones entra en el interior de la sección de enfoque 109, está bajo el efecto del campo magnético de enfoque aplicado por el medio de enfoque externo 110, y el diámetro del haz de electrones disminuye aún más. El haz de electrones de pequeño diámetro entra en el interior de la caja de vacío 3 a través de la abertura del centro del elemento de sujeción de conexión 105 y se acelera por el gran campo eléctrico de aceleración entre la unidad de transmisión de electrones 11 y el ánodo 2, obteniendo de este modo energía y bombardeando el ánodo 2. Se genera un punto objetivo 21 en el ánodo 2 y los rayos X se transmiten en la posición del punto objetivo 21. En el momento 2, la salida del conmutador de selección 70306 de la segunda unidad de control de transmisión del aparato de control de transmisión 703 se convierte de tensión negativa a tensión positiva. La unidad de transmisión de electrones correspondiente 12 transmite los puntos objetivo de generación de electrones 22 en el ánodo 2 y los rayos X se transmiten en la posición del punto objetivo 22. En el momento 3, la salida del conmutador de selección 70306 de la tercera unidad de control de transmisión del aparato de control de transmisión 703 se convierte de tensión negativa a tensión positiva. La unidad de transmisión de electrones correspondiente 13 transmite los puntos objetivo de generación de electrones 23 en el ánodo 2 y los rayos X se transmiten en la posición del punto objetivo 23..., y ese ciclo se repite. Por lo tanto, el sistema de suministro de alimentación y de control 7 hace que cada unidad de transmisión de electrones 1 trabaje alternativamente para transmitir el haz de electrones siguiendo una secuencia temporal predeterminada y generar rayos X alternativamente en diferentes posiciones del ánodo 2 con el fin de convertirse en la fuente de rayos X distribuidos.

El gas generado cuando la corriente de haz de electrones bombardea el ánodo 2 se extrae por el medio de vacío 8 en tiempo real, y se mantiene un alto vacío en la caja de vacío 3, facilitando de este modo el funcionamiento estable durante un largo tiempo. Además de controlar cada fuente de alimentación para que cada componente funcione de manera coordinada siguiendo el programa preestablecido, el sistema de suministro de alimentación y de control 7 también puede recibir órdenes externas por la interfaz de comunicación y la interfaz hombre-ordenador y modificar y establecer parámetros clave del sistema así como actualizar el programa y ajustar el control automático.

Además, el aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo de la presente divulgación puede aplicarse al dispositivo de CT con el fin de obtener un dispositivo de CT de buena estabilidad, excelente fiabilidad y alta eficiencia para la inspección.

(Efectos)

La divulgación proporciona principalmente un aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo que genera rayos X cambiando la posición de enfoque periódicamente en una secuencia predeterminada en un dispositivo de fuente de luz. Al emplear el cátodo termoiónico, la unidad de transmisión de electrones de la presente divulgación tiene las ventajas de una corriente de transmisión más grande y una vida útil más larga. Una pluralidad de unidades de transmisión de electrones se fijan a la caja de vacío, respectivamente, y puede usarse directamente la pistola de diodo o la pistola de triodo de pequeño tamaño. El aparato de la presente divulgación goza de una tecnología madura, un bajo coste y una aplicación flexible. El sobrecalentamiento del ánodo se hace remitir empleando el diseño de un ánodo grande en forma de tira, mejorando de este modo la potencia de la fuente de luz.

5 Las unidades de transmisión de electrones pueden estar en una disposición lineal que hace que el conjunto sea un aparato de rayos X distribuidos lineal o en una disposición anular que hace que el conjunto sea un aparato de rayos X distribuidos anular, con el fin de tener aplicaciones flexibles. Mediante el diseño del electrodo de enfoque y el aparato de enfoque externo, el haz de electrones puede realizar un enfoque muy pequeño. En comparación con otro dispositivo de fuente de luz de rayos X distribuidos, el de la presente divulgación tiene las ventajas de una corriente grande, un punto objetivo pequeño, unos puntos objetivo uniformes y una alta repetibilidad, una alta potencia de salida, una estructura simple, un control adecuado y un bajo coste.

10 Además, la aplicación del aparato de rayos X distribuidos por cátodo termoiónico externo al dispositivo de CT, puede generar múltiples ángulos visuales sin mover la fuente de luz, y, por lo tanto, podría omitirse el movimiento del anillo deslizante. Esto contribuye a simplificar la estructura, mejorar la estabilidad y fiabilidad del sistema, aumentando así la eficiencia de la inspección. Las realizaciones se han desvelado anteriormente con fines ilustrativos, pero no se limitan a esto. Debe apreciarse que son posibles diversas modificaciones y combinaciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 Lista de números de referencia:

- 1: unidad de transmisión de electrones;
- 2: ánodo;
- 20 3: caja de vacío;
- 4: medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión;
- 5: medio de conexión del medio de control de transmisión;
- 6: medio de conexión del medio de enfoque;
- 7: sistema de suministro de alimentación y de control;
- 25 8: medio de vacío;
- E: corriente de haz electrónico;
- X: rayos X;
- O: el centro del arco;
- 101: filamento de calentamiento;
- 30 102: cátodo;
- 103: soporte aislado;
- 104: electrodo de enfoque;
- 105: elemento de sujeción de conexión;
- 106: cable de filamento;
- 35 107: rejilla;
- 108: cable de rejilla;
- 109: sección de enfoque;
- 110: medio de enfoque;
- 701: sistema de control;
- 40 702: fuente de alimentación de alta tensión;
- 703: aparato de control de transmisión;
- 704: fuente de alimentación de enfoque;
- 70301: módulo de alta tensión negativa;
- 70302: módulo de corriente continua;
- 45 70303: transformador de aislamiento de alta tensión;
- 70304: módulo de tensión negativa;
- 70305: módulo de tensión positiva;
- 70306: módulo de conmutador;
- 801: bomba de vacío;
- 50 802: válvula de vacío.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de rayos X que comprende:

5 una caja de vacío (3) que está sellada en su periferia, y cuyo interior es de alto vacío;
 una pluralidad de unidades de transmisión de electrones por cátodo termiónico (1) dispuestas en una disposición
 lineal e instaladas en la pared lateral de la caja de vacío, siendo cada unidad de transmisión de electrones
 independiente de las otras;
 un ánodo (2) instalado dentro de la caja de vacío (3), y en la dirección de la longitud, el ánodo es paralelo a la
 10 disposición lineal de las unidades de transmisión de electrones por cátodo termiónico (1), y en la dirección de la
 anchura, el ánodo tiene un ángulo predeterminado con respecto al plano de las unidades de transmisión de
 electrones orientadas hacia el ánodo (1),
 en el que cada unidad de transmisión de electrones por cátodo termiónico (1) de la pluralidad de unidades de
 transmisión de electrones por cátodo termiónico (1) está completamente localizada fuera de la caja de vacío (3);
 15 y la corriente de haz de electrones procedente de la unidad de transmisión de electrones por cátodo termiónico
 (1) bombardea el ánodo con el fin de transmitir rayos X en la posición del punto objetivo en el ánodo (2),

caracterizado por que

20 el ánodo está instalado en el centro dentro de la caja de vacío y
 las unidades de transmisión de electrones (1) están instaladas en dos filas en las dos paredes laterales de la caja de
 vacío (3) opuestas entre sí.

2. El aparato de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la pluralidad de unidades de
 25 transmisión de electrones (1) están dispuestas en una disposición bidimensional que incluye la disposición lineal en
 la pared lateral de la caja de vacío (3).

3. El aparato de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que comprende además:

30 un sistema de suministro de alimentación y de control (7) que tiene una fuente de alimentación de alta tensión
 (702) conectada al ánodo (2), un medio de control de transmisión (5) conectado a cada una de la pluralidad de
 unidades de transmisión de electrones (1); un sistema de control (7) para controlar cada fuente de alimentación;
 teniendo la unidad de transmisión de electrones (1): un filamento de calentamiento; un cátodo (102) conectado al
 filamento de calentamiento (101); un cable de filamento (106) que se extiende desde ambos extremos del
 filamento de calentamiento (101); un soporte aislado (103) que encierra el filamento de calentamiento y el
 35 cátodo; un electrodo de enfoque (104), dispuesto en el extremo superior del soporte aislado (103) a modo de
 localización por encima del cátodo (102); y un elemento de sujeción de conexión (109A) dispuesto encima del
 electrodo de enfoque (104) y conectado a la pared de la caja de vacío (3);

en el que el cable de filamento (106) se conecta al medio de control de transmisión (5) a través del soporte
 aislado;

40 comprendiendo el aparato de rayos X además: un medio de conexión de fuente de alimentación de alta tensión
 (4) que conecta el ánodo (2) al cable de la fuente de alimentación de alta tensión (702) e instalado en la pared
 lateral de la caja de vacío en el extremo adyacente al ánodo (2), un medio de conexión del medio de control de
 transmisión (5) para conectar el filamento de calentamiento (101) y el medio de control de transmisión (5), una
 fuente de alimentación de vacío (705) incluida en el sistema de suministro de alimentación y de control; un medio
 45 de vacío (8) instalado en la pared lateral de la caja de vacío (3) que mantiene un alto vacío en la caja de vacío
 utilizando la fuente de alimentación de vacío;

comprendiendo la unidad de transmisión de electrones (1) además una rejilla (107) dispuesta encima del cátodo
 (102) opuesta al cátodo, e instalada entre el cátodo (102) y el electrodo de enfoque (104) y adyacente al cátodo;
 un cable de rejilla (108) conectado a la rejilla (107) a través del soporte aislado y conectado al medio de control
 50 de transmisión (703);

comprendiendo la unidad de transmisión de electrones (1) además una sección de enfoque (109) instalada entre
 el electrodo de enfoque (104) y el elemento de sujeción de conexión (105); un medio de enfoque (110) dispuesto
 encerrando la sección de enfoque;

comprendiendo la unidad de transmisión de electrones (1) además una fuente de alimentación de enfoque (704)
 55 incluida en el sistema de suministro de alimentación y de control; un medio de conexión (6) del medio de enfoque
 para conectar el medio de enfoque y la fuente de alimentación de enfoque.

4. El aparato de rayos X de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la caja de vacío (3) está fabricada
 60 de vidrio, cerámica o metal.

5. El aparato de rayos X de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que la pluralidad de unidades de
 transmisión de electrones (1) están dispuestas en una línea recta o en una línea recta segmentada, o la pluralidad
 de unidades de transmisión de electrones están dispuestas en un arco o unos arcos segmentados; y/o
 los espacios entre las unidades de transmisión de electrones (1) son uniformes o no uniformes.
 65

6. El aparato de rayos X de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el ánodo (2) comprende: una

5 placa de ánodo (201) fabricada de metal y paralela a la superficie superior de la unidad de transmisión de electrones (1); una pluralidad de objetivos (202) dispuestos en la placa de ánodo (201) y dispuestos en correspondencia con las posiciones de la unidad de transmisión de electrones, estando la superficie inferior de un objetivo (202) de la pluralidad de objetivos (202) conectada a la placa de ánodo y teniendo la superficie superior del objetivo un ángulo predeterminado con la placa de ánodo.

10 7. El aparato de rayos X de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2, 3, 4 y 6, caracterizado por que la disposición de la pluralidad de unidades de transmisión de electrones (1) está dispuesta en línea recta en ambas direcciones, o en línea recta en una dirección y en una línea segmentada en la otra dirección; o la disposición de la pluralidad de unidades de transmisión de electrones (1) está dispuesta en línea recta en una dirección, y en una línea de arco o una línea de arco segmentada en la otra dirección.

15 8. Un dispositivo de CT, caracterizado por que la fuente de rayos X usada es el aparato de rayos X de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

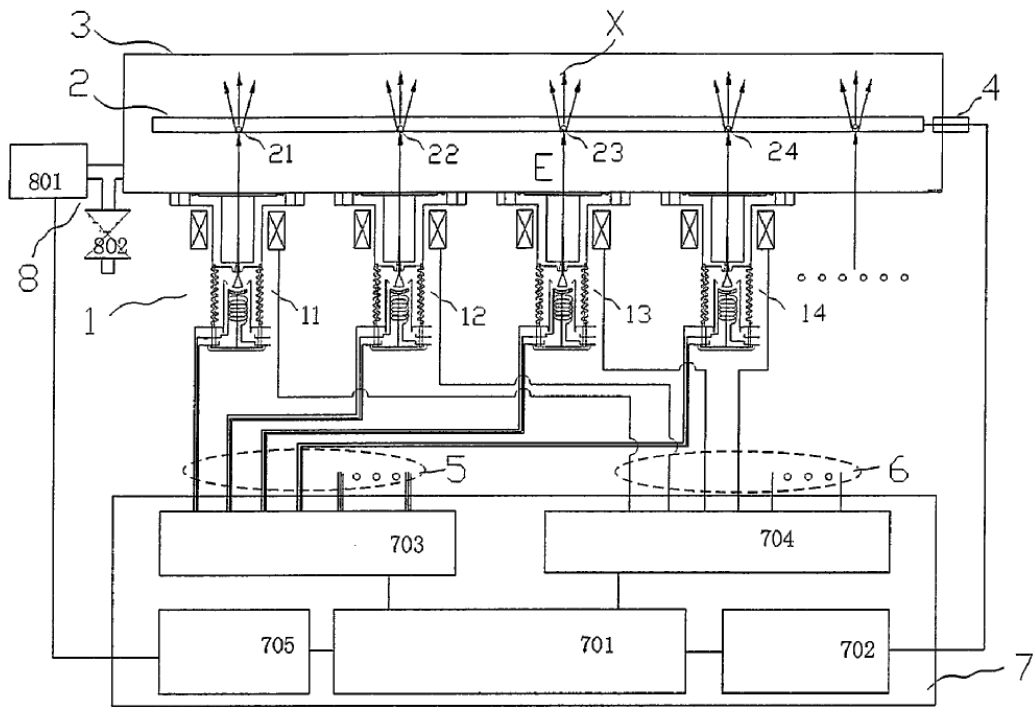


Figura 1

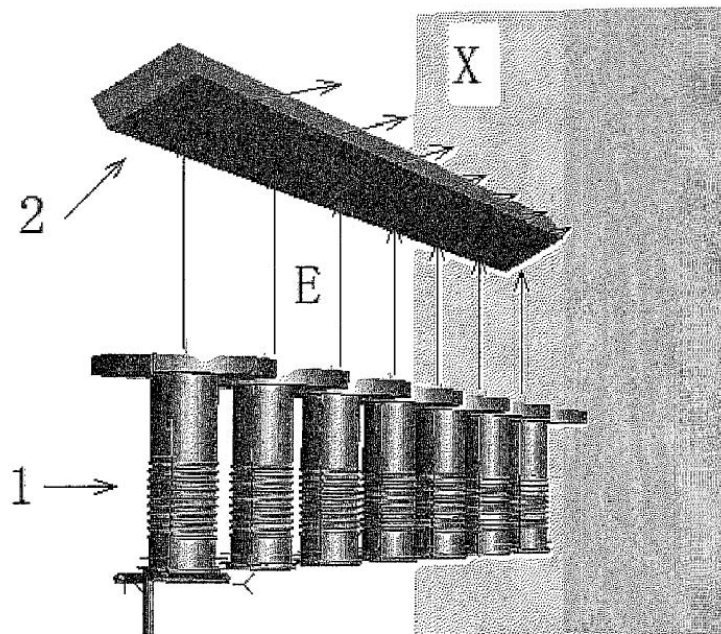


Figura 2

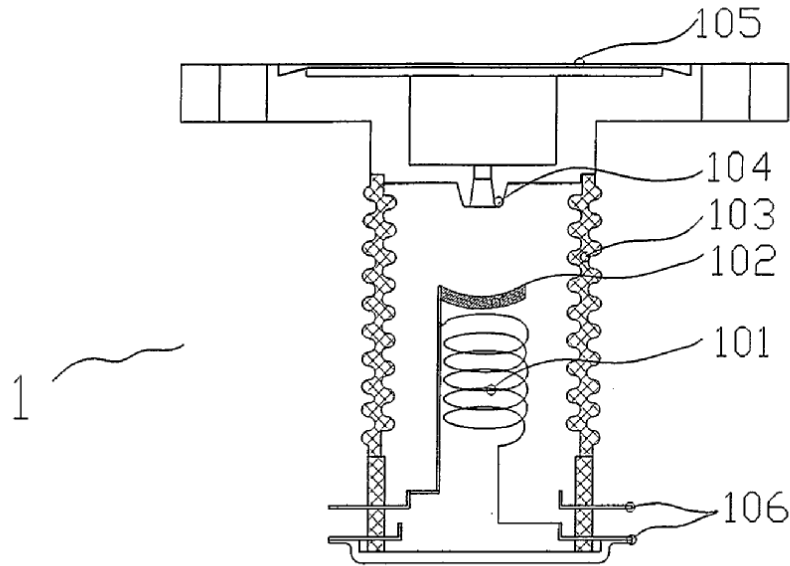


Figura 3

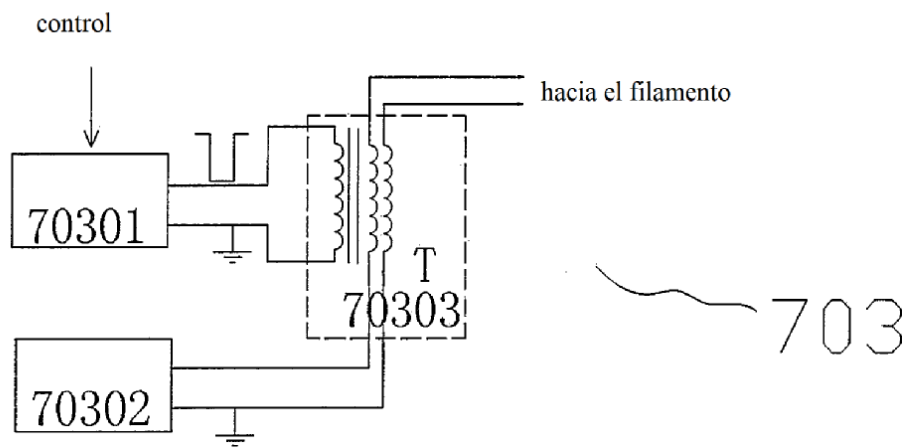


Figura 4

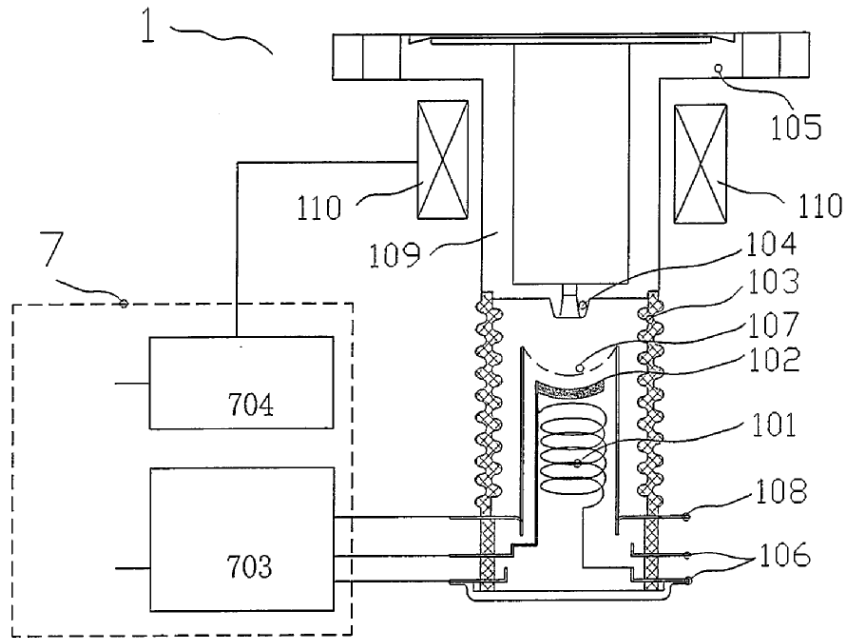


Figura 5

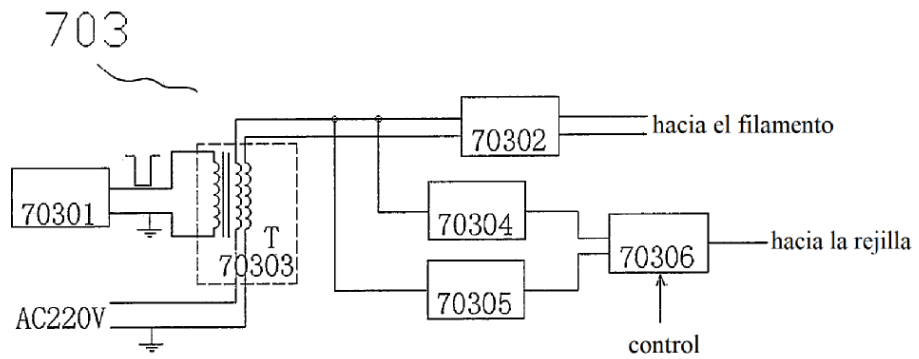


Figura 6

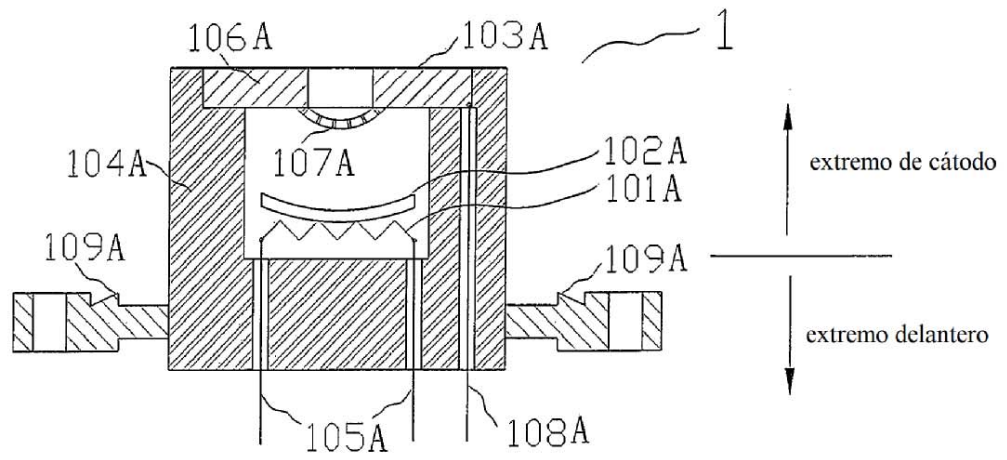


Figura 7

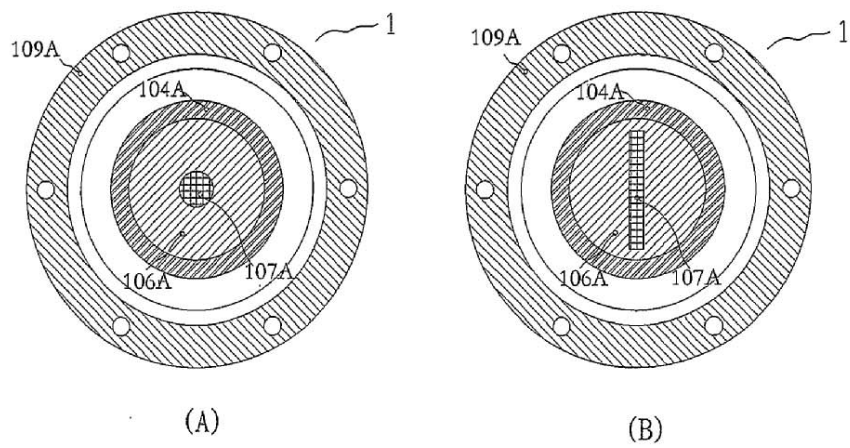


Figura 8

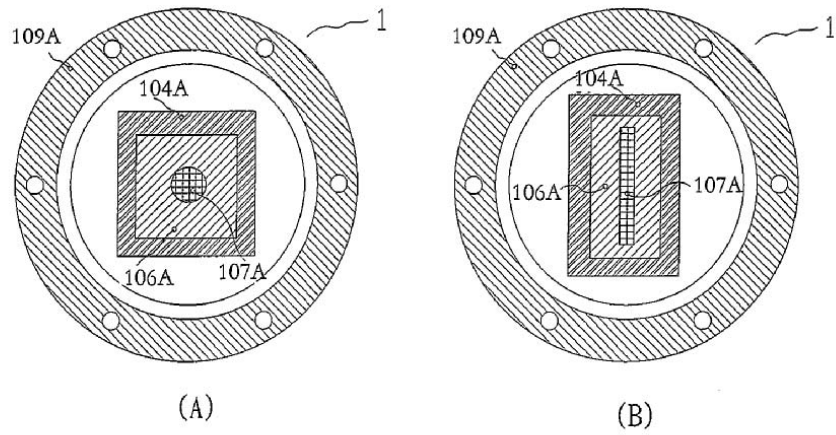


Figura 9

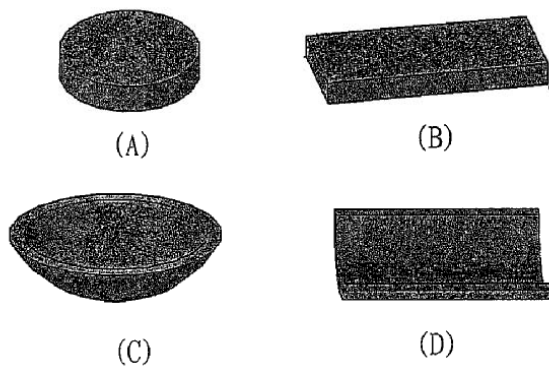


Figura 10

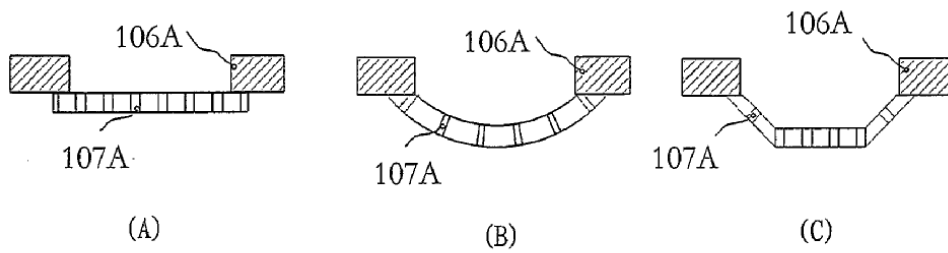


Figura 11

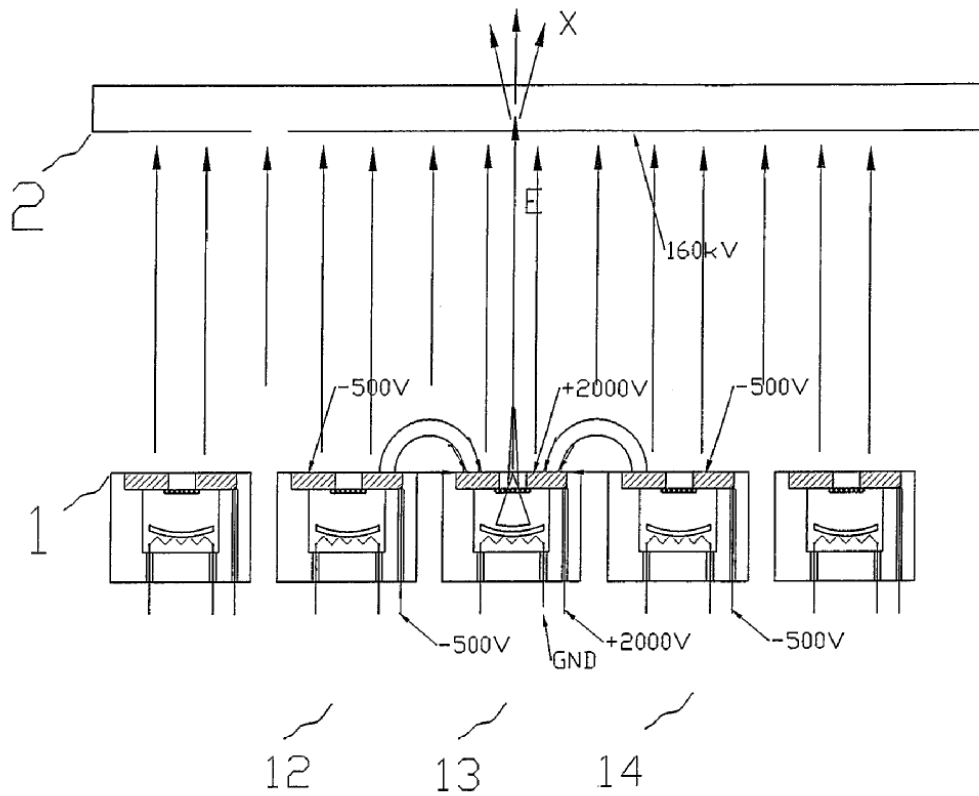


Figura 12

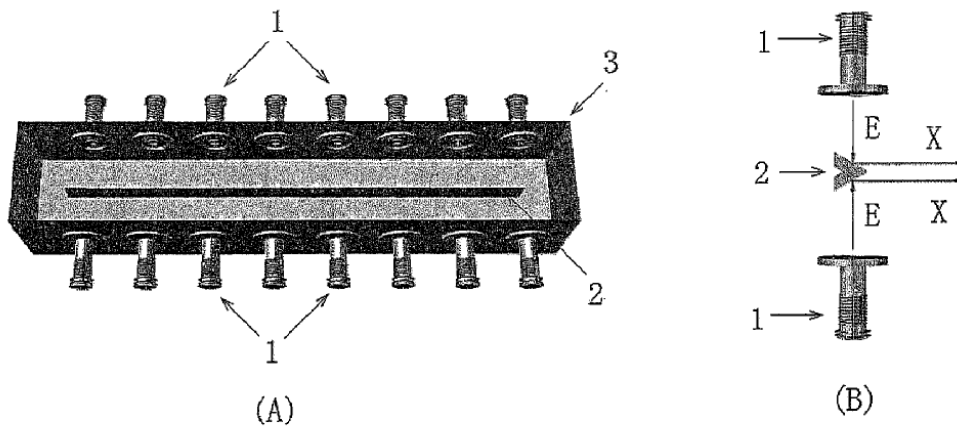


Figura 13

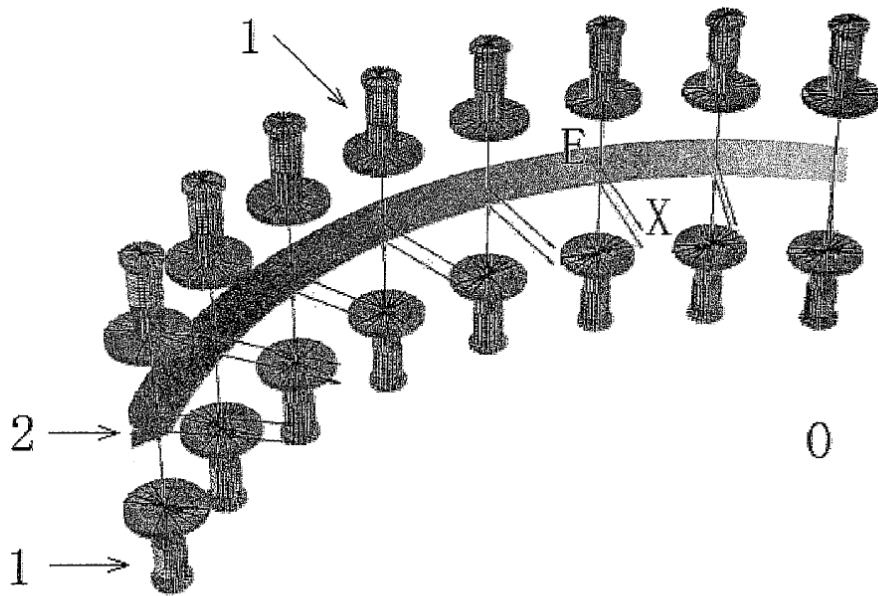


Figura 14

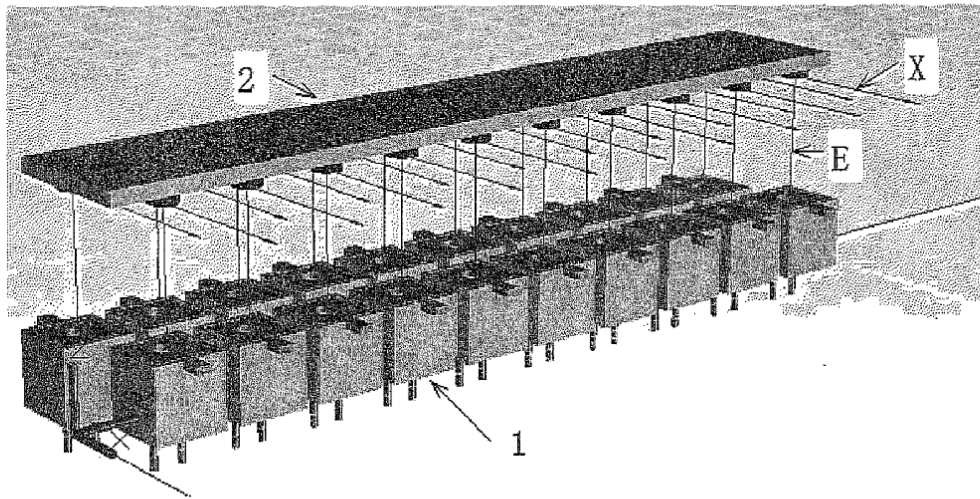


Figura 15

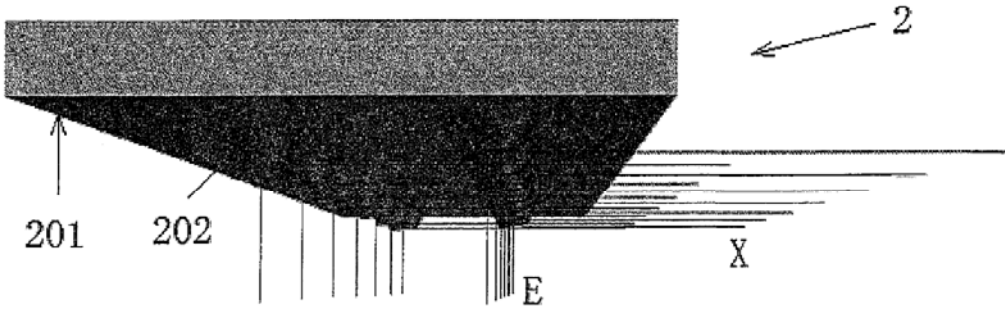


Figura 16

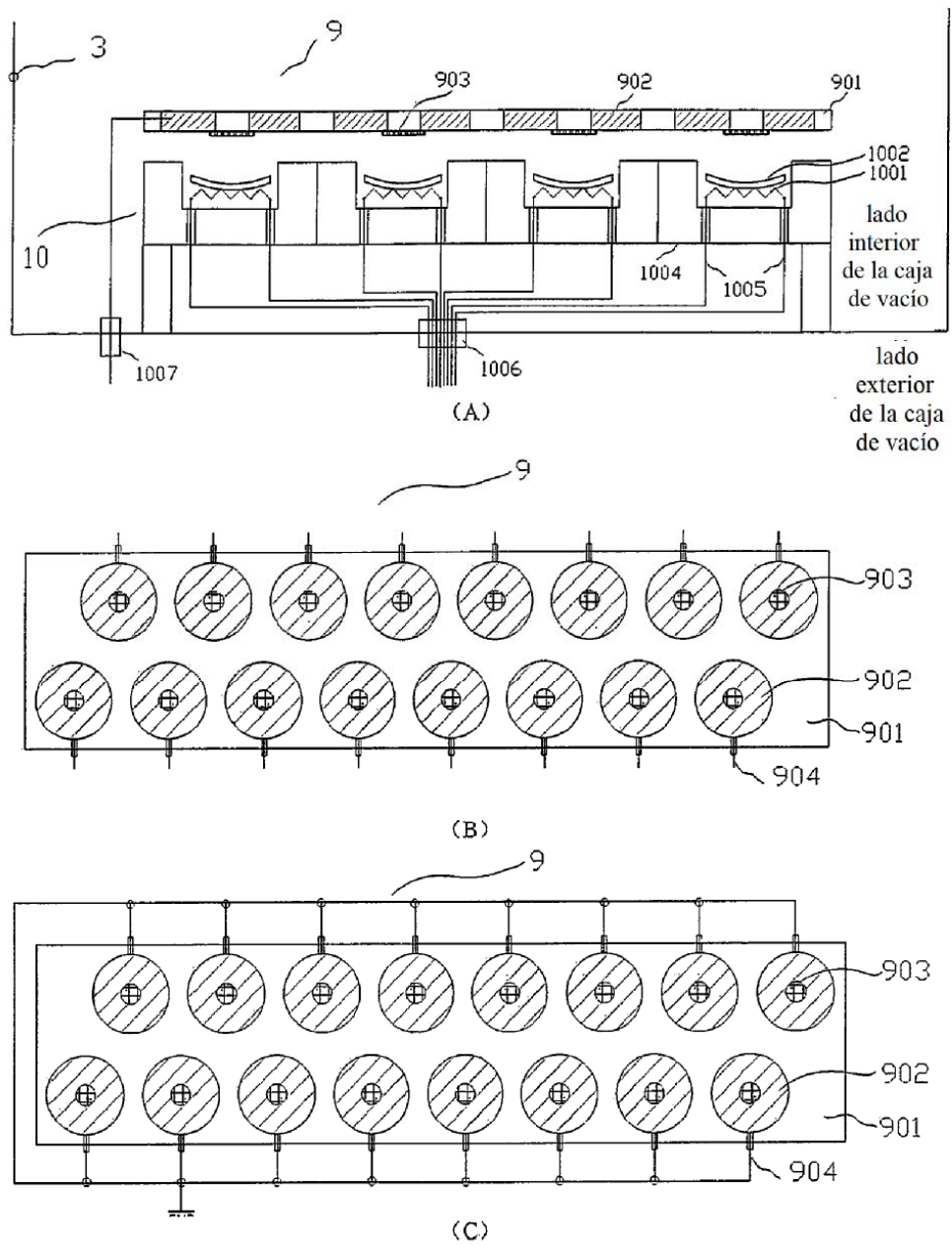


Figura 17

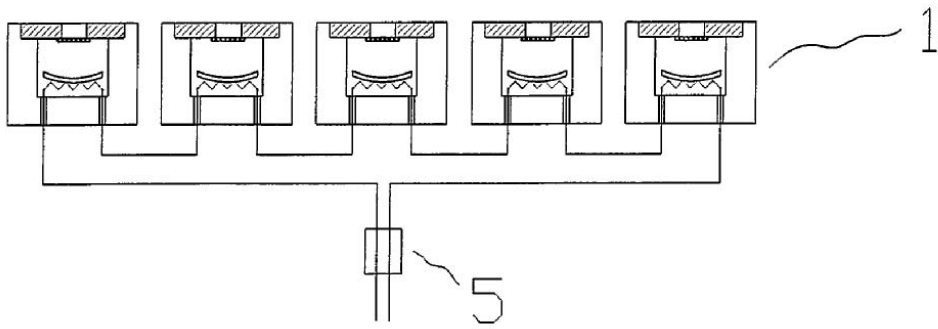


Figura 18

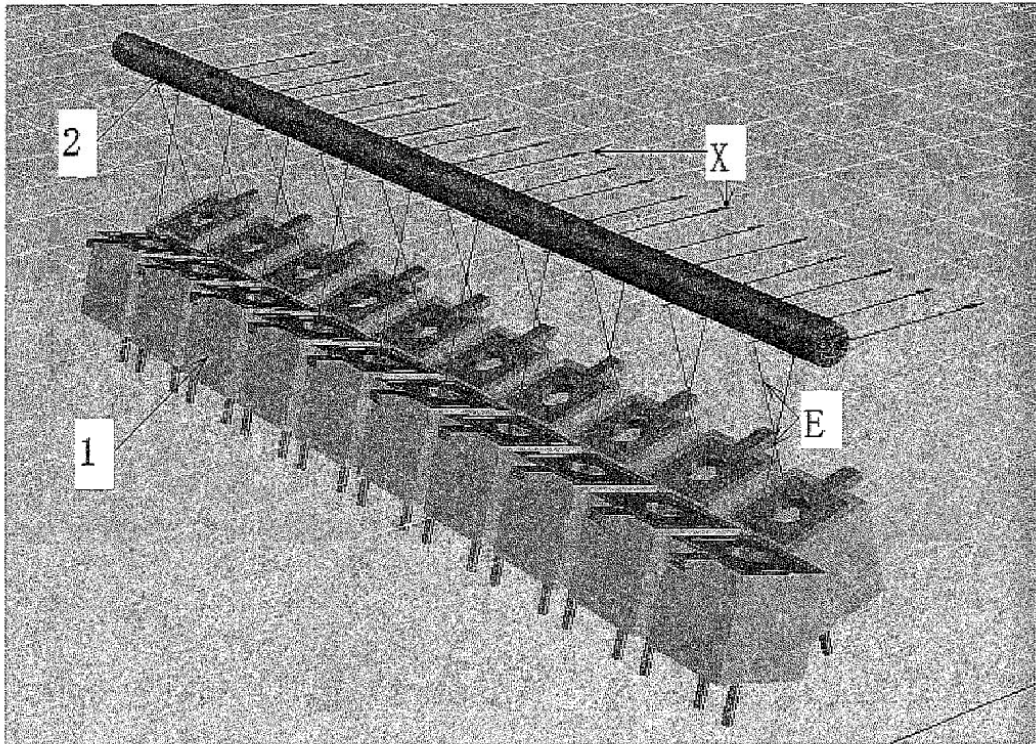


Figura 19

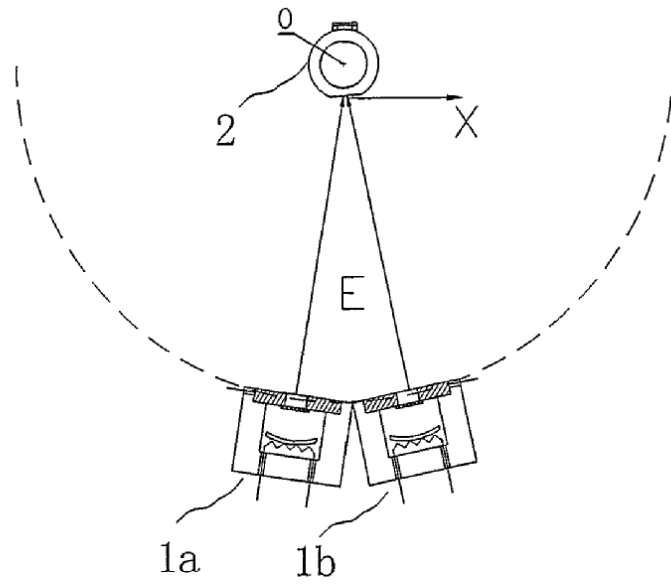


Figura 20

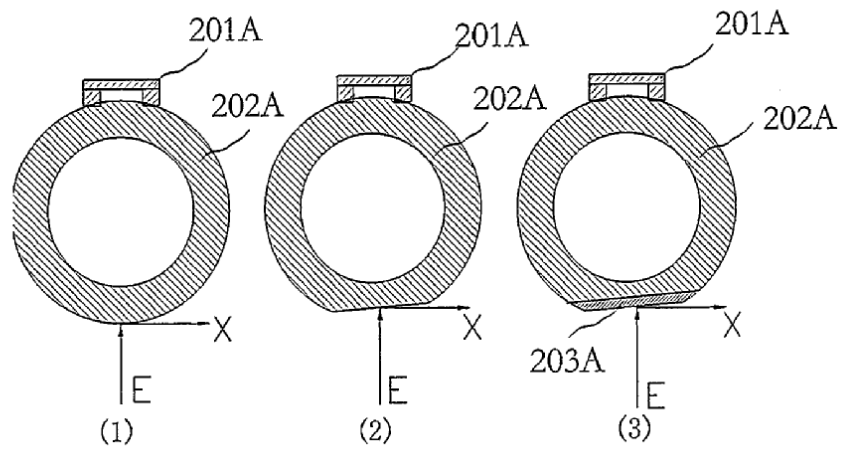


Figura 21

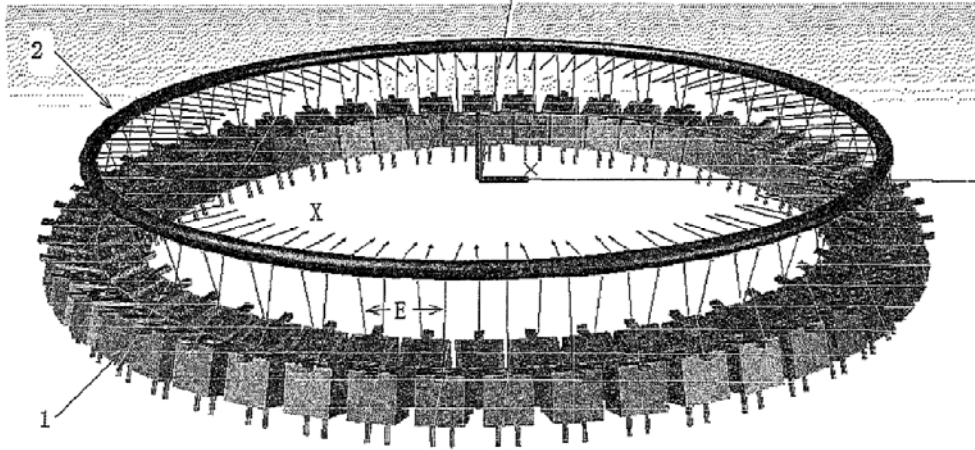


Figura 22