

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 943**

51 Int. Cl.:

H05G 1/02 (2006.01)

H05G 1/04 (2006.01)

H01J 35/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2014** **E 14190208 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2869672**

54 Título: **Conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo**

30 Prioridad:

05.11.2013 JP 2013229327

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

11.05.2017

73 Titular/es:

**TOSHIBA ELECTRON TUBES & DEVICES CO., LTD. (100.0%)
1385, Shimoishigami
Otawara-shi, Tochigi-ken , JP**

72 Inventor/es:

**ANNO, HIDERO y
KANAGAMI, MASAJI**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 611 943 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

Conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo

5 **Campo**

Las realizaciones aquí descritas se refieren en general a un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo.

10 **Antecedentes**

10 En fotografía de rayos X aplicada en el campo médico, etc, en general, se usa un aparato de rayos X que adopta un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo como una fuente de rayos X. Como la fotografía de rayos X, se aplican fotografía Roentgen y tomografía computerizada (CT). El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo incluye un alojamiento, un tubo de rayos X de ánodo rotativo dispuesto en el alojamiento para irradiar rayos X, y un refrigerante (aceite aislante) introducido entre el alojamiento y el tubo de rayos X de ánodo rotativo.

15 El alojamiento es de un material quebradizo tal como un aluminio fundido. En una superficie interior del alojamiento se coloca una chapa de plomo para impedir que rayos X parásitos salgan del alojamiento. Además, en el alojamiento se facilita una ventana de transmisión de rayos X.

20 El tubo de rayos X de ánodo rotativo incluye un blanco anódico, un cátodo y una envuelta que acomoda el blanco anódico y el cátodo, y que está rarificado. El blanco anódico se puede girar a alta velocidad (por ejemplo, 10.000 RPM). El blanco anódico incluye una capa blanco (porción de paraguas) formada de una aleación de tungsteno. El cátodo está situado excéntrico con relación a un eje del blanco anódico y enfrente de la capa blanco.

25 Entre el cátodo y el blanco anódico se aplica un voltaje alto. Así, cuando son expulsados del cátodo, los electrones son acelerados y convertidos de manera que choquen con la capa blanco. Como resultado, la capa blanco emite rayos X, que se transmiten desde la ventana de transmisión de rayos X al exterior del alojamiento.

30 Hay un caso donde un conjunto de tubo de rayos X para uso en un escáner CT de rayos X o un sistema de formación de imágenes cardiovasculares tienen que irradiar rayos X de alta intensidad. Además, hay un caso donde el conjunto de tubo de rayos X tiene que irradiar de forma continua rayos X durante un tiempo largo o irradiar rayos X con una tasa de repetición alta. En este caso, dado que hay que realizar enfriamiento forzado de un refrigerante, el conjunto de tubo de rayos X está provisto de una unidad refrigeradora.

35 La unidad refrigeradora está dispuesta en parte de un recorrido de circulación del refrigerante, y está situada fuera del alojamiento. La unidad refrigeradora incluye un intercambiador de calor, un conducto que está conectado al alojamiento y el intercambiador de calor formando el recorrido de circulación del refrigerante, y una bomba de circulación que hace circular el refrigerante en el recorrido de circulación. Según cómo se disipe el calor transmitido desde el refrigerante al intercambiador de calor, la unidad refrigeradora se clasifica en sentido amplio en una unidad refrigeradora del tipo de refrigeración por aire y una unidad refrigeradora del tipo de refrigeración por agua. La unidad refrigeradora del tipo de refrigeración por aire efectúa enfriamiento forzado del calor transmitido desde el refrigerante al intercambiador de calor usando flujo de aire forzado. La unidad refrigeradora del tipo de refrigeración por agua transmite el calor transmitido desde el refrigerante al intercambiador de calor a un refrigerante a base de agua que tiene una temperatura más baja que el primer refrigerante anterior. En este caso, con el fin de disipar el calor transmitido al refrigerante a base de agua, una unidad refrigeradora del tipo de refrigeración por aire está dispuesta en un recorrido de circulación para el refrigerante a base de agua.

40 US 4355410 A describe un conjunto de tubo de rayos X incluyendo un tubo de rayos X alojado en un alojamiento y que tiene un cátodo, un blanco anódico, y una envuelta que acomoda el cátodo y el blanco anódico. Un refrigerante llena un espacio entre el tubo de rayos X y el alojamiento. Una primera vaina está dispuesta entre la envuelta y el alojamiento y separada de la envuelta y el alojamiento, se extiende a lo largo de un eje del blanco anódico, y rodea la envuelta. Un elemento de blindaje de rayos X está dispuesto entre la primera vaina y el alojamiento y separado del alojamiento, e incluye un agujero pasante a través del que se hacen pasar los rayos X. Una segunda vaina está dispuesta separada del alojamiento, rodea el alojamiento en una dirección perpendicular al eje, y forma una vía aérea entre la segunda vaina y el alojamiento, donde un ventilador está dispuesto para introducir aire a la vía aérea para producir un flujo de aire.

45 La presente invención proporciona un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo con las características de la reivindicación 1.

60 **Breve descripción de los dibujos**

65 La figura 1 es una vista en sección transversal que representa un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de una primera realización.

La figura 2 es una vista en sección transversal que representa una unidad de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la primera realización.

5 La figura 3 es una vista en sección transversal que representa un tubo de rayos X de ánodo rotativo de la primera realización.

10 La figura 4 es una vista en sección transversal que representa el conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la primera realización, tomada a lo largo de la línea IV-IV en la figura 1, y que representa solamente un alojamiento, una vaina, una pluralidad de espaciadores, una pluralidad de aletas, un elemento de caucho y una ventana de transmisión de rayos X. (El tubo de rayos X de ánodo rotativo, una primera vaina, y un elemento de blindaje de rayos X no se representan).

15 La figura 5 es una vista en sección transversal que representa un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de una segunda realización.

La figura 6 es una vista en sección transversal que representa una unidad de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la segunda realización.

20 La figura 7 es una vista en sección transversal que representa una modificación de la unidad de tubo de rayos X de ánodo rotativo en el conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la segunda realización.

La figura 8 es una vista en sección transversal que representa un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de una tercera realización.

25 La figura 9 es una vista en sección transversal que representa un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo del ejemplo comparativo 1.

Y la figura 10 es una vista de configuración esquemática que representa un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo del ejemplo comparativo 2.

30 **Descripción detallada**

En general, según una realización, se facilita un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo incluyendo: un tubo de rayos X de ánodo rotativo incluyendo un cátodo configurado para emitir electrones, un blanco anódico configurado para emitir rayos X, un mecanismo de soporte que soporta el blanco anódico de tal forma que el blanco anódico pueda girar, y una envuelta que acomoda el cátodo, el blanco anódico y el mecanismo de soporte; un alojamiento que acomoda el tubo de rayos X de ánodo rotativo; un refrigerante que llena un espacio entre el tubo de rayos X de ánodo rotativo y el alojamiento; una primera vaina dispuesta entre la envuelta y el alojamiento y separada de la envuelta y el alojamiento, extendiéndose a lo largo de un eje del blanco anódico, y rodeando la envuelta; un elemento de blindaje de rayos X dispuesto entre la primera vaina y el alojamiento y separado del alojamiento, e incluyendo un agujero pasante a través del que se hacen pasar los rayos X; una segunda vaina dispuesta separada del alojamiento, rodeando el alojamiento en una dirección perpendicular al eje, y formando una vía aérea entre la segunda vaina y el alojamiento; y una unidad de introducción de aire configurada para introducir aire a la vía aérea para producir un flujo de aire.

45 Un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de una primera realización se explicará en detalle con referencia a los dibujos acompañantes. La figura 1 es una vista en sección transversal que representa el conjunto de tubo de rayos X de la primera realización. La figura 2 es una vista en sección transversal que representa una unidad de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la primera realización. La figura 3 es una vista en sección transversal que representa un tubo de rayos X de ánodo rotativo de la primera realización.

50 Como se representa en la figura 1, en términos generales, el conjunto de tubo de rayos X incluye: un alojamiento 20; un tubo de rayos X de ánodo rotativo 30 dispuesto en el alojamiento 20; un refrigerante 7 introducido como un medio de enfriamiento en el espacio entre el tubo de rayos X 30 y el alojamiento 20; una estructura de blindaje 6; una bobina de estator 9 que sirve como un módulo de accionamiento rotativo; una unidad de circulación 23; cables de alto voltaje 61 y 71; tomas 300 y 400; una vaina 100; una unidad de inducción de aire 150; y un filtro de aire 180.

60 El alojamiento 20 incluye un cuerpo principal cilíndrico 20e y porciones de tapa (chapas laterales) 20f, 20g y 20h. El cuerpo principal 20e y las porciones de tapa 20f, 20g y 20h están formados de material metálico y/o material de resina. Aunque se describirá más adelante, el cuerpo principal 20e de la primera realización funciona como un radiador, y por lo tanto es preferible que el cuerpo principal 20e se forme de material que tenga alta conductividad térmica, tal como metal. Se deberá indicar que si el cuerpo principal 20e se hace de material metálico, el calor del refrigerante 7 se transmite fácilmente al cuerpo principal 20e y se disipa fácilmente al exterior, en comparación con el caso donde el cuerpo principal 20e se hace de material de resina.

65 En la primera realización, el cuerpo principal 20e y las porciones de tapa 20f, 20g y 20h están formados de un

aluminio fundido. Si se aplica material de resina como material del cuerpo principal 20e y las porciones de tapa 20f, 20g y 20h, también se puede aplicar metal como material de parte de las porciones anteriores; es decir, por ejemplo, las porciones siguientes se pueden formar de metal: una porción que tenga que tener una resistencia suficiente, tal como una porción roscada; una porción que no se pueda formar fácilmente por moldeo por inyección de resina, y una capa de blindaje no representada que evite el escape de ruido electromagnético desde el alojamiento 20 al exterior.

Además, si el alojamiento 20 se hace de material de resina, es preferible que el material de resina contenga al menos una de resina epoxi termoestable, resina de poliéster insaturada, resina fenólica, resina de ftalato de dialilo, resina epoxi termoplástica, resina de nylon, resina de nylon aromática, resina de tereftalato de polibutileno, resina de tereftalato de polietileno, resina de policarbonato, resina de sulfuro de polifenileno, resina de polifenilenoéter, polímero de cristal líquido, y polímero de metilpenteno.

Una porción de escalón anular está formada en una porción de abertura de parte del cuerpo principal 20e, en la que está situado un terminal de suministro de alto voltaje 44 a describir más adelante. Además, una porción de ranura anular está formada en una superficie periférica interior de la porción de escalón anterior. En una dirección a lo largo de un eje de tubo del conjunto de tubo de rayos X, una porción de borde periférico de la porción de tapa 20f está en contacto con la porción de escalón del cuerpo principal 20e. En la porción de ranura del cuerpo principal 20e está montado un anillo elástico de tipo en C 20i.

El anillo elástico de tipo en C 20i retiene la posición de la porción de tapa 20f con respecto al cuerpo principal 20e en la dirección a lo largo del eje de tubo. En la primera realización, con el fin de evitar que la porción de tapa 20f experimente agitación, la porción de tapa 20f está fijada en posición. En una dirección perpendicular al eje de tubo, un intervalo entre el cuerpo principal 20e y la porción de tapa 20f está sellado de forma estanca a los líquidos con una junta tórica. La junta tórica tiene la función de evitar el escape del refrigerante 7 del alojamiento 20 al exterior. La junta tórica es de resina o caucho.

Debido a la estructura anterior, la porción de abertura de la parte del cuerpo principal 20e, en la que está situado el terminal de suministro de alto voltaje 44, está cerrada de forma estanca a los líquidos por la porción de tapa 20f, el anillo elástico de tipo en C 20i y la junta tórica.

Una porción de escalón anular está formada en una porción de abertura de la parte del cuerpo principal 20e, en la que está situado un terminal de suministro de alto voltaje 54 a describir más adelante. En una superficie periférica interior de la porción de escalón se ha formado una porción de ranura anular. La porción de tapa 20g está situada en el cuerpo principal 20e. En la dirección a lo largo del eje de tubo, un borde periférico de la porción de tapa 20g sujeta, junto con la porción de escalón del cuerpo principal 20e, un elemento de blindaje de rayos X 510 a describir más adelante. La porción de tapa 20h está situada enfrente de la porción de tapa 20g. En la primera realización, la porción de tapa 20h incluye una porción anular, que se ha formado sobresaliendo hacia la porción de tapa 20g.

Unos intervalos entre la superficie periférica interior del cuerpo principal 20e, la porción de tapa 20g y la porción de tapa 20h están sellados de forma estanca a los líquidos por una junta tórica en forma de marco. La junta tórica corresponde a una porción de borde periférico de un fuelle de caucho 21, y tiene la función de evitar el escape del refrigerante 7 del alojamiento 20 al exterior.

El anillo elástico de tipo en C 20j está montado en la porción de ranura del cuerpo principal 20e. El anillo elástico de tipo en C 20j sujeta la porción de tapa 20h aplicando un esfuerzo en la junta tórica. Debido a tal estructura, la porción de abertura de la parte del cuerpo principal 20e, en la que está situado el terminal de suministro de alto voltaje 54, está cerrada de forma estanca a los líquidos por la porción de tapa 20g, la porción de tapa 20h, el anillo elástico de tipo en C 20j y el fuelle de caucho 21.

La porción de tapa 20g incluye una porción de abertura 20k para la entrada y salida del refrigerante 7. La porción de tapa 20h incluye un agujero de aire 20m para la entrada o salida de aire que se usa como atmósfera. En el alojamiento 20, el fuelle de caucho 21 divide un espacio rodeado por la porción de tapa 20g y la porción de tapa 20h en un primer espacio que comunica con la porción de abertura 20k y un segundo espacio que comunica con el agujero de aire 20m. La presión del refrigerante 7 regula el fuelle de caucho 21.

La figura 4 es una vista en sección transversal que representa el conjunto de tubo de rayos X, tomada a lo largo de la línea IV-IV en la figura 1. Representa solamente el alojamiento 20, la vaina 100, una pluralidad de espaciadores 110, una pluralidad de aletas irradiantes 120, un elemento de caucho 130 y una ventana de transmisión de rayos X 20w. (El tubo de rayos X de ánodo rotativo, una primera vaina, y un elemento de blindaje de rayos X no se representan).

Como se representa en las figuras 1 y 4, el alojamiento 20 incluye la ventana de transmisión de rayos X 20w, que está situada enfrente de una región de transmisión de rayos X R1. La ventana de transmisión de rayos X 20w cierra de forma estanca a los líquidos junto con una junta tórica no representada un orificio de transmisión de rayos X formado en una porción de bastidor 20d del alojamiento 20. La ventana de transmisión de rayos X 20w se puede

formar de material que tenga alta resistencia mecánica. En la primera realización, la ventana de transmisión de rayos X 20w se ha formado de aluminio; sin embargo, se puede formar de otro material metálico, resina o análogos. La ventana de transmisión de rayos X 20w permite que los rayos X pasen a su través, y así emite los rayos al exterior del alojamiento 20. Se deberá indicar que una chapa de plomo no está unida a una superficie interior del alojamiento 20.

Como se representa en las figuras 1-3, el tubo de rayos X 30 incluye una envuelta 31, un blanco anódico 35 y un cátodo 36. La envuelta 31 incluye una porción de gran diámetro, una porción de diámetro pequeño y una porción intermedia. La porción de gran diámetro está situada enfrente del blanco anódico 35 en una dirección perpendicular a un eje a a describir más adelante. La porción de diámetro pequeño está situada enfrente de un rotor 10 a describir más adelante en la dirección perpendicular al eje a. La porción intermedia conecta la porción de gran diámetro y la porción de diámetro pequeño.

La envuelta 31 incluye un depósito 32 como la porción de gran diámetro. El depósito 32 se hace, por ejemplo, de vidrio o metal como cobre, inoxidable o aluminio. En la primera realización, el depósito 32 se hace de vidrio. Se deberá indicar que si el depósito 32 se hace de metal, incluye una abertura situada enfrente de la región de transmisión de rayos X R1. La abertura del depósito 32 está sellada al vacío por una ventana de transmisión de rayos X formada de berilio que es un material que permite el paso de rayos X a transmitir. Parte de la envuelta 31 se hace de un elemento aislante de alto voltaje 50. En la primera realización, el elemento aislante de alto voltaje 50 se hace de vidrio.

El blanco anódico 35 está dispuesto en la envuelta 31. Además, el blanco anódico 35 tiene forma discoide, e incluye una capa blanco 35a formada en forma de paraguas y dispuesta en parte de una superficie exterior del blanco anódico. La capa blanco 35a emite rayos X cuando electrones emitidos desde el cátodo 36 chocan con la capa blanco 35a. El blanco anódico 35 se hace de metal como molibdeno.

Una superficie lateral exterior del blanco anódico 35 y una superficie del blanco anódico 35, que está situada enfrente de la capa blanco 35a, se someten a un proceso de pavonado. La capa blanco 35a se hace de metal como molibdeno, una aleación de molibdeno o una aleación de tungsteno. El blanco anódico 35 es rotativo alrededor del eje de tubo. Así, el eje a del blanco anódico 35 es paralelo al eje de tubo.

El cátodo 36 está dispuesto en la envuelta 31. Además, el cátodo 36 emite electrones que han de chocar con el blanco anódico 35. Un elemento Kovar (KOV) 55, que es una aleación de baja expansión, está dispuesto cubriendo el terminal de suministro de alto voltaje 54 en la envuelta 31. En este caso, el intervalo entre el terminal de suministro de alto voltaje 54 y el elemento aislante de alto voltaje 50 está sellado con vidrio, y el elemento KOV 55 está fijado al elemento aislante de alto voltaje 50 por ajuste de rozamiento. Al elemento KOV 55 está unido un elemento de soporte de cátodo 37. El cátodo 36 está unido al elemento de soporte de cátodo 37.

El terminal de suministro de alto voltaje 54 está conectado al cátodo 36 a través del elemento de soporte de cátodo 37.

El tubo de rayos X 30 incluye un eje fijo 1, un cuerpo rotativo 2, un cojinete 3 y el rotor 10. El eje fijo 1 tiene forma cilíndrica. En parte de una parte periférica exterior del eje fijo 1 se ha formado una porción saliente, y está unida por vacío a la envuelta 31. Además, el terminal de suministro de alto voltaje 44 está conectado eléctricamente al eje fijo 1. El eje fijo 1 soporta el cuerpo rotativo 2 para que el cuerpo rotativo 2 pueda girar. El cuerpo rotativo 2 es de forma cilíndrica, y se ha dispuesto coaxial con el eje fijo 1. El rotor 10 está montado en una superficie exterior del cuerpo rotativo 2. Además, el blanco anódico 35 está montado en el cuerpo rotativo 2. El cojinete 3 está dispuesto entre el eje fijo 1 y el cuerpo rotativo 2. El cuerpo rotativo 2 es soportado por el cojinete 3 de tal forma que pueda girar alrededor del eje fijo 1. El cuerpo rotativo 2 es rotativo junto con el blanco anódico 35. El eje fijo 1, el cuerpo rotativo 2 y el cojinete 3 forman un mecanismo de soporte que soporta el blanco anódico 35 de tal forma que el blanco anódico 35 pueda girar.

El terminal de suministro de alto voltaje 44 aplica un voltaje al blanco anódico 35 a través del eje fijo 1, el cojinete 3 y el cuerpo rotativo 2. El terminal de suministro de alto voltaje 54 aplica un voltaje al cátodo 36, y suministra una corriente de filamento a un filamento (fuente de emisión de electrones) del cátodo 36, que no se representa. Dado que se aplica un voltaje de tubo de rayos X entre el blanco anódico 35 y el cátodo 36, el potencial del blanco anódico 35 se pone más alto que el del cátodo 36.

En la primera realización, el terminal de suministro de alto voltaje 44 y el terminal de suministro de alto voltaje 54 son terminales metálicos. Al blanco anódico 35, se le aplica un voltaje positivo, y al cátodo 36 se le aplica un voltaje negativo.

Además, el elemento de blindaje de rayos X 510 está dispuesto en una porción de extremo del alojamiento 20, que está situada enfrente de la capa blanco 35a en la dirección a lo largo del eje a. El elemento de blindaje de rayos X 510 sirve como un blindaje contra rayos X irradiados desde la capa blanco 35a. El elemento de blindaje de rayos X 510 se ha formado de material conteniendo un material impermeable a rayos X. El elemento de blindaje de rayos X

510 incluye un primer elemento de blindaje 511 y un segundo elemento de blindaje 512.

El primer elemento de blindaje 511 está unido a parte de la porción de tapa 20g, que está situada enfrente de la capa blanco 35a en la dirección a lo largo del eje a. El primer elemento de blindaje 511 cubre toda la porción de tapa 20g. Además, en parte del primer elemento de blindaje 511, que está situado enfrente de la porción de abertura 20k, se ha formado una abertura para comunicar con la porción de abertura 20k, asegurando así la entrada y salida del refrigerante 7. El segundo elemento de blindaje 512 está dispuesto en el primer elemento de blindaje 511. Además, el segundo elemento de blindaje 512 sirve como un blindaje contra los rayos X que pueden ser emitidos desde cerca de la porción de abertura 20k al exterior del alojamiento 20.

Un elemento de fijación 90 está dispuesto en el alojamiento 20. Además, en un lado situado enfrente del blanco anódico 35 con respecto al cátodo 36, el elemento de fijación 90 está situado hacia fuera del tubo de rayos X 30. El elemento de fijación 90 fija el tubo de rayos X 30 en posición con respecto al alojamiento 20. El elemento de fijación 90 es un elemento aislante eléctrico, y también se ha formado de un material aislante eléctrico tal como resina.

El elemento de fijación 90 propiamente dicho está fijado al alojamiento 20. Para ser más específicos, está fijado al alojamiento 20 por una pluralidad de elementos de caucho (elementos aislantes eléctricos) 92. Por ejemplo, en tres o cuatro posiciones, el elemento de fijación 90 está fijado junto con los elementos de caucho 92 al alojamiento 20. Los elementos de caucho 92 están en contacto con el alojamiento 20. Así, el elemento de fijación 90 y los elementos de caucho 92 están fijados al alojamiento 20 por ajuste de rozamiento.

En el elemento de fijación 90 se ha formado un agujero pasante 90a. El agujero pasante 90a se usa como un espacio para conexión entre el terminal de suministro de alto voltaje 54 y un cable de alto voltaje 71, un paso para el cable de alto voltaje 71 y un paso de flujo del refrigerante 7.

Al elemento de fijación 90 están unidos un elemento de blindaje de rayos X 600 y un elemento de blindaje de rayos X 520. El elemento de blindaje de rayos X 600 está formado de plomo duro. Además, el elemento de blindaje de rayos X 600 se ha formado en forma de un bastidor, y contribuye al blindaje contra rayos X indeseados (por ejemplo, rayos X dispersados).

El elemento de blindaje de rayos X 520 está montado en parte del elemento de fijación 90, que está situado enfrente del elemento de blindaje de rayos X 510 en la dirección a lo largo del eje a. Además, se ha formado una abertura en parte del elemento de blindaje de rayos X 520, que está situada enfrente del agujero pasante 90a. Los elementos de blindaje de rayos X 510 y 520 están puestos a tierra.

Además, como se ha descrito anteriormente, en una estructura combinada del elemento de fijación 90, el elemento de blindaje de rayos X 520 y el elemento de blindaje de rayos X 600, se aplican plomo y material aislante en combinación. Así, la cantidad de plomo a aplicar se puede reducir. Además, se puede asegurar que el cable de alto voltaje 71, el elemento de blindaje de rayos X 600 y el elemento de blindaje de rayos X 520 estén aislados uno de otro.

La estructura de blindaje 6 rodea un espacio de vacío completo de la envuelta 31 en la dirección perpendicular al eje a. La estructura de blindaje 6 incluye la región de transmisión de rayos X R1 y una región de blindaje de rayos X R2 rodeando la región de transmisión de rayos X R1. La región de transmisión de rayos X R1 permite que a su través se transmitan rayos X, y la región de blindaje de rayos X R2 sirve como un blindaje contra los rayos X.

La estructura de blindaje 6 incluye un elemento aislante que sirve como una primera vaina y un elemento de blindaje de rayos X 6b. Un elemento de formación de recorrido de flujo formado del elemento aislante 6a forma un recorrido de flujo para el refrigerante 7, que está situado entre el elemento de formación de recorrido de flujo y la envuelta 31. Un elemento de formación de recorrido de flujo formado del elemento aislante 6a y el elemento de blindaje de rayos X 6b forma otro recorrido de flujo del refrigerante 7, que está situado entre el elemento de formación de recorrido de flujo y el alojamiento 20.

El elemento aislante 6a se ha formado de un material aislante eléctrico. El elemento aislante 6a está situado entre la envuelta 31 y el alojamiento 20. Además, el elemento aislante 6a está separado de la envuelta 31 y el alojamiento 20 distancias respectivas en la dirección perpendicular al eje a. El elemento aislante 6a rodea la envuelta 31 (todo el espacio de vacío de la envuelta 31) en la dirección perpendicular al eje a. El elemento aislante 6a se extiende en la dirección a lo largo del eje a, y tiene forma tubular. El elemento aislante 6a está conformado según la forma del tubo de rayos X 30. El diámetro del elemento aislante 6a varía a lo largo del eje a. El elemento aislante 6a aísla eléctricamente entre el tubo de rayos X 30 y el alojamiento 20, y entre el tubo de rayos X 30 y la bobina de estator 9.

El elemento aislante 6a está formado de un material de resina que contiene al menos una de resina epoxi termoestable, resina de poliéster insaturado, resina fenólica, resina de ftalato de dialilo, resina epoxi termoplástica, resina de nylon, resina de nylon aromática, resina de tereftalato de polibutileno, resina de tereftalato de polietileno, resina de policarbonato, resina de sulfuro de polifenileno, resina de polifenilenoéter, polímero de cristal líquido y polímero de metilpenteno. Según algunas circunstancias y condiciones, el elemento aislante 6a funciona como un

elemento de protección.

Se deberá indicar que el elemento aislante 6a se puede formar de tal manera que el elemento aislante 6a y el elemento de blindaje de rayos X 6b se faciliten como un solo cuerpo. Además, es posible sustituir el elemento aislante 6a por un elemento metálico.

El elemento aislante 6a (la estructura de blindaje 6) está fijado al tubo de rayos X 30 por un elemento de conexión 40. El elemento aislante 6a y el elemento de conexión 40 están fijados firmemente mecánicamente uno a otro. El elemento de conexión 40 se hace de latón o análogos, y se puede formar de tal manera que el elemento de conexión 40 y el elemento aislante 6a se faciliten como un solo cuerpo mediante un método de moldeo por inyección. El elemento aislante 6a incluye una pluralidad de entradas IN para la introducción del refrigerante 7. El elemento aislante 6a forma una salida para la salida del refrigerante 7, que está situada entre el elemento aislante 6a y la envuelta 31.

El elemento de blindaje de rayos X 6b está situado entre el elemento aislante 6a y el alojamiento 20. El elemento de blindaje de rayos X 6b está dispuesto separado del alojamiento 20 en la dirección perpendicular al eje a. El elemento de blindaje de rayos X 6b también está dispuesto en la región de blindaje de rayos X R2, y sirve como un blindaje contra rayos X. Además, el elemento de blindaje de rayos X 6b incluye un agujero pasante 6bh correspondiente a la región de transmisión de rayos X R1. Por ejemplo, el agujero pasante 6bh es circular. Además, el agujero pasante 6bh sirve como un orificio de transmisión de rayos X. El elemento de blindaje de rayos X 6b tiene forma cilíndrica.

El elemento de blindaje de rayos X 6b está fijado al elemento aislante 6a. Además, el elemento de blindaje de rayos X 6b se ha formado de manera que esté en contacto apretado con o cerca del elemento aislante 6a. En la primera realización, el elemento de blindaje de rayos X 6b se forma de manera que esté en contacto apretado con el elemento aislante 6a. Además, el elemento de blindaje de rayos X 6b está unido al elemento aislante 6a.

El elemento de blindaje de rayos X 6b está conectado eléctricamente al cuerpo principal 20e, que está formado por un conductor. También está puesto a tierra. En la primera realización, el elemento de blindaje de rayos X 6b está conectado eléctricamente al alojamiento 20 por un conductor (conductor de puesta a tierra) 17 y un accesorio de fijación para la bobina de estator 9. Por lo tanto, es posible estabilizar el potencial del elemento de blindaje de rayos X 6b. Además, es posible evitar la inducción de descarga de electricidad desde el tubo de rayos X 30 en el caso donde el elemento de blindaje de rayos X 6b está en un estado de flotación eléctrica.

En una porción de extremo del elemento de blindaje de rayos X 6b, el elemento de blindaje de rayos X 6b solapa el elemento de blindaje de rayos X 600 en la dirección perpendicular al eje a. El diámetro interior de la porción de extremo del elemento de blindaje de rayos X 6b es ligeramente mayor que el diámetro exterior de una porción de extremo del elemento de blindaje de rayos X 600. El elemento de blindaje de rayos X 6b y el elemento de blindaje de rayos X 600 están unidos uno a otro por un tornillo 18b.

Así, el elemento de blindaje de rayos X 600 sirve como un blindaje de rayos X que cubre, junto con el elemento de blindaje de rayos X 510 y el elemento de blindaje de rayos X 520, la abertura del elemento de blindaje de rayos X 6b. El elemento de blindaje de rayos X 6b, el elemento de blindaje de rayos X 510, el elemento de blindaje de rayos X 520 y un elemento de blindaje de rayos X 590 pueden bloquear rayos X irradiados al exterior de la región de transmisión de rayos X R1, evitando así el escape de los rayos X del alojamiento 20 al exterior.

Se deberá indicar que el elemento de blindaje de rayos X 590 es de forma anular. El elemento de blindaje de rayos X 590 está montado en la bobina de estator 9, y también puesto de modo que tenga el mismo potencial que el alojamiento 20. El elemento de blindaje de rayos X 590 contribuye al blindaje contra rayos X dispersados.

Además, el elemento de blindaje de rayos X 6b se extiende desde una posición en la que está situado enfrente del elemento de blindaje de rayos X 600 a lo largo del eje a, a una posición en la que está situado hacia fuera del blanco anódico 35 (en una línea que se extiende desde una superficie de la capa blanco 35a). En la primera realización, el elemento de blindaje de rayos X 6b se extiende desde la posición donde está situado enfrente del elemento de blindaje de rayos X 600 a una posición justo antes de la bobina de estator 9.

El elemento de blindaje de rayos X 6b se ha formado de un plomo duro. Además, el elemento de blindaje de rayos X 6b tiene un grosor de aproximadamente 1 a 5 mm. Este grosor significa un grosor de pared del elemento de blindaje de rayos X 6b, y que en la primera realización corresponde a la distancia más corta entre la superficie periférica interior y la superficie periférica exterior del elemento de blindaje de rayos X 6b en la dirección perpendicular al eje a.

El elemento de blindaje de rayos X 6b se puede formar de material conteniendo un material impermeable a rayos X. Como el material impermeable a rayos X aplicado al elemento de blindaje de rayos X 6b, etc, se puede usar metal incluyendo al menos uno de tungsteno, tántalo, molibdeno, bario, bismuto, metal de tierras raras y plomo, y un compuesto de al menos uno de tungsteno, tántalo, molibdeno, bario, bismuto, metal de tierras raras y plomo.

Las superficies del elemento de blindaje de rayos X 6b, el elemento de blindaje de rayos X 510, el elemento de blindaje de rayos X 520, el elemento de blindaje de rayos X 590 y el elemento de blindaje de rayos X 600, pueden ser chapadas con metal como estaño, plata, cobre o níquel, o pueden estar recubiertas con resina, con el fin de protegerlas contra la corrosión.

5 Si la estructura de blindaje 6 tiene una cierta resistencia y ductilidad, y rodea todo el blanco anódico 35, puede funcionar como un cuerpo de protección. Por ejemplo, el elemento aislante 6a puede funcionar como un cuerpo de protección por sí mismo. Si el blanco anódico 35 se rompe durante una operación de giro a alta velocidad, fragmentos del blanco anódico 35, que tienen alta energía cinética, rompen el depósito 32 hecho de vidrio, y además vuelan hacia la superficie interior del alojamiento 20. La estructura de blindaje 6 protege el alojamiento 20 de los fragmentos que tienen una alta energía cinética que vuelan desde el blanco anódico 35.

15 Aunque los fragmentos del blanco anódico 35 choquen con la estructura de blindaje 6, la estructura de blindaje 6 se deforma lo suficiente y así puede absorber la energía cinética de los fragmentos. De esa manera, aunque la estructura de blindaje 6 se deforme lo suficiente, se puede evitar que el alojamiento 20 propiamente dicho se deforme, dado que la estructura de blindaje 6 y el alojamiento 20 están situados separados uno de otro. Por lo tanto, es posible evitar la generación de una fisura o fisuras en el alojamiento 20, que se generarían si faltase el elemento anterior.

20 Una porción anular 70 está formada de forma anular, y dispuesta alrededor de la porción de gran diámetro del tubo de rayos X 30 (la envuelta 31) y separada de la porción de gran diámetro. La porción anular 70 se ha formado de material aislante eléctrico tal como resina. Una pluralidad de elementos de caucho (elementos aislantes eléctricos) 91 están montados en un lado de superficie periférica interior de la porción anular 70, y también están en contacto con la porción de gran diámetro del tubo de rayos X 30 (la envuelta 31). Además, una pluralidad de elementos de caucho (elementos aislantes eléctricos) 95 están montados en un lado de superficie periférica exterior de la porción anular 70, y también están en contacto con el elemento aislante 6a. Así, la porción anular 70 y los elementos de caucho 91 y 95 fijan el tubo de rayos X 30 a la estructura de blindaje 6 debido a un ajuste de rozamiento.

30 Al menos el tubo de rayos X 30, la estructura de blindaje 6, la porción anular 70, el elemento de fijación 90, el elemento de blindaje de rayos X 600, el elemento de blindaje de rayos X 520 y los elementos de caucho 91, 92 y 95 forman una unidad de tubo de rayos X de ánodo rotativo 5. En la primera realización, la unidad de tubo de rayos X 5 se ha formado añadiendo el elemento de conexión 40, la bobina de estator 9 y el elemento de blindaje de rayos X 590 al tubo de rayos X 30, la estructura de blindaje 6, la porción anular 70, el elemento de fijación 90, el elemento de blindaje de rayos X 600, el elemento de blindaje de rayos X 520 y los elementos de caucho 91, 92 y 95.

35 Como se representa en la figura 1, la bobina de estator 9 está fijada a una pluralidad de porciones del alojamiento 20. Además, la bobina de estator 9 está situada enfrente del tubo de rayos X 30 con respecto a la estructura de blindaje 6, y rodea un lado exterior de la envuelta 31 de tal manera que esté situada enfrente de una superficie exterior del rotor 10. La bobina de estator 9 restringe la posición de la estructura de blindaje 6 en la dirección perpendicular al eje a. En la primera realización, la bobina de estator 9 está en contacto con una superficie exterior del elemento aislante 6a. Se deberá indicar que con el fin de evitar que el tubo de rayos X 30 experimente agitación, parte de la bobina de estator 9 está adherida a la superficie exterior del elemento aislante 6a con un adhesivo.

40 La bobina de estator 9 tiene la finalidad de hacer girar el rotor 10, el cuerpo rotativo 2 y el blanco anódico 35. Cuando recibe una corriente predeterminada, la bobina de estator 9 genera un campo magnético a aplicar al rotor 10, y como resultado el blanco anódico 35, etc, giran a una velocidad predeterminada.

50 El conjunto de tubo de rayos X incluye la unidad de circulación 23 y una porción hueca 24. La unidad de circulación 23 está dispuesta en el alojamiento 20, y hace que se produzca una convección forzada en el alojamiento 20. Además, la unidad de circulación 23 incluye una cámara 23a, un motor 23b y aletas 23c. La cámara 23a incluye una admisión y una salida para el refrigerante 7.

55 El motor 23b está montado en una pared interior de la cámara 23a. Las aletas 23c están montadas en el motor 23b en la cámara 23a. Cuando recibe potencia de una porción de suministro de potencia no representada, el motor 23b gira las aletas 23c. La unidad de circulación 23 descarga el refrigerante 7 introducido en la cámara 23a a través de la admisión al exterior de la cámara 23a a través de la salida.

60 La porción hueca 24 incluye una pared periférica interior cilíndrica, una pared periférica exterior cilíndrica y paredes de extremo anular. Una de las paredes de extremo anular cierra de forma estanca a los líquidos un extremo de cada una de las paredes periféricas interior y exterior, y la otra cierra de forma estanca a los líquidos el otro extremo de cada una de las paredes periféricas interior y exterior. En la primera realización, las otras paredes de extremo están formadas del elemento de conexión 40 y el elemento aislante 6a, e incluyen una pluralidad de entradas IN. Una abertura formada en parte de la pared periférica exterior comunica de forma estanca a los líquidos con la salida de la cámara 23a.

65 La porción hueca 24 sirve como un recorrido de flujo que conecta la salida de la cámara 23a y las entradas IN. Así,

- 5 desde un lado de porción de diámetro pequeño de la envuelta 31 a su lado de porción de gran diámetro, el refrigerante 7 fluye en un recorrido interior de flujo de refrigerante entre un cuerpo de formación de recorrido de flujo (el elemento aislante 6a) y la envuelta 31. Además, después de pasar a través del agujero pasante 90a, el refrigerante 7 fluye en sentido contrario en un recorrido exterior de flujo de refrigerante entre el cuerpo de formación de recorrido de flujo (el elemento aislante 6a y el elemento de blindaje de rayos X 6b) y el alojamiento 20. Así, la unidad de circulación 23 hace que el refrigerante 7 fluya en una dirección fija que es paralela al eje a, en el recorrido de flujo de refrigerante entre el cuerpo de formación de recorrido de flujo (el elemento aislante 6a y el elemento de blindaje de rayos X 6b) y el alojamiento 20.
- 10 Dado que puede tener lugar convección forzada en el alojamiento 20, el refrigerante 7 se puede hacer circular en el alojamiento 20. Así, el calor transmitido desde el tubo de rayos X 30, etc, al refrigerante 7 puede ser transmitido positivamente al alojamiento 20.
- 15 Como el refrigerante 7 se puede aplicar un refrigerante a base de agua o un aceite aislante que sirve como un refrigerante aislante. En la primera realización, el refrigerante 7 es un aceite aislante.
- 20 El conjunto de tubo de rayos X incluye una toma 300 para el ánodo y una toma 400 para el cátodo. La toma 300 está situada en una porción cilíndrica 20a del alojamiento 20, y montada en la porción cilíndrica 20a. La toma 400 está situada en la porción cilíndrica 20c del alojamiento 20, y montada en la porción cilíndrica 20c. Por ejemplo, la porción cilíndrica 20a y la porción cilíndrica 20c están formadas integrales una con otra y del mismo material que el cuerpo principal 20e.
- 25 La toma 300 incluye un alojamiento 301 previsto como un elemento aislante eléctrico, y un terminal 302 previsto como un terminal de suministro de alto voltaje.
- 30 El alojamiento 301 está formado en forma de un tubo que tiene una abertura que está dispuesta en una porción exterior de la porción cilíndrica 20a (el alojamiento 20). El alojamiento 301 está formado en forma de una copa que es sustancialmente axisimétrica. Además, un enchufe del alojamiento 301 está abierto en una parte exterior del alojamiento 20.
- 35 En una porción de extremo de un lado de abertura del alojamiento 301 se ha formado una porción saliente anular en una superficie exterior del alojamiento 301. El alojamiento 301 está formado de un material aislante tal como resina. El terminal 302 está montado de forma estanca a los líquidos en una porción inferior del alojamiento 301, y penetra en la porción inferior.
- 40 Un cable de alto voltaje 61 está sumergido en el refrigerante 7. Una de las porciones de extremo del cable de alto voltaje 61 está conectada eléctricamente al terminal de suministro de alto voltaje 44, y la otra está conectada eléctricamente al terminal 302 a través del espacio en el alojamiento 20. El cable de alto voltaje 61 y el terminal de suministro de alto voltaje 44 pueden estar conectados uno a otro por soldadura o suelda. Alternativamente, el cable de alto voltaje 61 y el terminal de suministro de alto voltaje 44 pueden estar conectados soltamente conjuntamente por ajuste de rozamiento.
- 45 Un elemento aislante eléctrico 64 está formado de un material aislante eléctrico, que se introduce en una porción de conexión eléctrica entre el terminal 302 y el cable de alto voltaje 61, y directamente adherido al alojamiento 301. Para ser más específicos, el elemento aislante eléctrico 64 se forma a partir de un material de moldeo. Debido al uso del elemento aislante eléctrico 64, es posible mejorar el aislamiento eléctrico entre el alojamiento 20 y una porción de conexión eléctrica entre el terminal 302 y el cable de alto voltaje 61.
- 50 Además de la porción de conexión eléctrica anterior, se aplica un material de moldeo o análogos a otra porción, mejorando por ello la característica de aislamiento eléctrico del interior del alojamiento 20. En este caso, se puede aplicar un refrigerante a base de agua como el refrigerante 7.
- 55 Una junta tórica está dispuesta entre la porción de escalón de la porción cilíndrica 20a y la porción saliente del alojamiento 301. La porción de escalón de la porción cilíndrica 20a se somete a procesado de rosca interna. Una tuerca anular 310 incluye una superficie lateral sometida a procesado de rosca externa. La tuerca anular 310 se aprieta en la porción de escalón de la porción cilíndrica 20a, presionando así el alojamiento 301. La junta tórica es presurizada por la porción de escalón de la porción cilíndrica 20a y la porción saliente del alojamiento 301. La toma 300 está montada de forma estanca a los líquidos en la porción cilíndrica 20a, y así puede evitar el escape del refrigerante 7 del alojamiento 20 al exterior.
- 60 La toma 300 y un enchufe no representado, que se ha de introducir en ella, son del tipo sin presión de contacto en el que el enchufe no tiene que estar insertado herméticamente en la toma 300, y están formados de tal manera que el enchufe se pueda meter y sacar de la toma 300. Se aplica un voltaje alto (por ejemplo, +70 a +80 kV) desde el enchufe al terminal 302, con el enchufe insertado en la toma 300.
- 65 La toma 400 se ha formado de la misma manera que la toma 300.

ES 2 611 943 T3

La toma 400 incluye un alojamiento 401 previsto como un elemento aislante eléctrico, y un terminal 402 previsto como un terminal de aplicación de alto voltaje.

- 5 El alojamiento 401 se ha formado en forma de un tubo que tiene una abertura dispuesta en una parte exterior de la porción cilíndrica 20c (el alojamiento 20). El alojamiento 401 se ha formado en forma de una copa que es sustancialmente axisimétrica. Además, un enchufe del alojamiento 401 está abierto en una parte exterior del alojamiento 20.
- 10 En una porción de extremo de un lado de abertura del alojamiento 401 se ha formado una porción saliente anular en la superficie exterior del alojamiento 401. El alojamiento 401 se ha formado de un material aislante tal como resina. El terminal 402 está montado de forma estanca a los líquidos en una porción inferior del alojamiento 401, y penetra en la porción inferior.
- 15 El cable de alto voltaje 71 está sumergido en el refrigerante 7. Una de las porciones de extremo del cable de alto voltaje 71 está conectada eléctricamente al terminal de suministro de alto voltaje 54, y la otra está conectada eléctricamente al terminal 402 a través del espacio en el alojamiento 20. El cable de alto voltaje 71 y el terminal de suministro de alto voltaje 54 pueden estar conectados uno a otro por soldadura o suelda. Alternativamente, el cable de alto voltaje 71 y el terminal de suministro de alto voltaje 54 pueden estar conectados soltamente con
- 20 juntamente por ajuste de rozamiento.

Un elemento aislante eléctrico 74 se ha formado de resina aislante eléctrica, introducida en una porción de conexión eléctrica entre el terminal 402 y el cable de alto voltaje 71, y directamente adherida al alojamiento 401. Para ser más específicos, el elemento aislante eléctrico 74 se ha formado de un material de moldeo. En virtud de uso del

25 elemento aislante eléctrico 74, es posible mejorar un aislamiento eléctrico entre el alojamiento 20 y una porción de conexión eléctrica entre el terminal 402 y el cable de alto voltaje 71.

Una junta tórica está dispuesta entre la porción de escalón de la porción cilíndrica 20c y la porción saliente del alojamiento 401. La porción de escalón de la porción cilíndrica 20c se somete a procesado de rosca interna. Una

30 tuerca anular 410 incluye una superficie lateral sometida a procesado de rosca externa. La tuerca anular 410 se aprieta en la porción de escalón de la porción cilíndrica 20c presionando el alojamiento 401. Por ello, la junta tórica es presurizada por la porción de escalón de la porción cilíndrica 20c y la porción saliente del alojamiento 401. La toma 400 está montada de forma estanca a los líquidos en la porción cilíndrica 20c, y así puede evitar el escape del refrigerante 7 del alojamiento 20 al exterior.

35

La toma 400 y un enchufe no representado, que se ha de introducir en la toma 400, son del tipo sin presión de contacto en el que el enchufe no tiene que insertarse herméticamente en la toma 400, y están formados de tal manera que el enchufe se puede meter y sacar de la toma 400. Se aplica un voltaje alto (por ejemplo, -70 a -80 kV) desde el enchufe al terminal 402, con el enchufe insertado en la toma 400.

40

En el conjunto de tubo de rayos X incluyendo la estructura anterior, cuando se suministra una corriente predeterminada a la bobina de estator 9, el rotor 10 gira, y el blanco anódico 35 gira. Entonces, se aplica un alto voltaje predeterminado a las tomas 300 y 400.

45 El alto voltaje aplicado a la toma 300 llega al blanco anódico 35 a través del cable de alto voltaje 61, el terminal de suministro de alto voltaje 44, el eje fijo 1, un cojinete 930 y el cuerpo rotativo 2. El alto voltaje aplicado a la toma 400 llega al cátodo 36 a través del cable de alto voltaje 71 y el terminal de suministro de alto voltaje 54.

Por ello, los electrones emitidos por el cátodo 36 chocan con la capa blanco 35a del blanco anódico 35, y se irradian rayos X desde el blanco anódico 35. Los rayos X son irradiados al exterior del alojamiento 20 a través del agujero pasante 6bh y la ventana de transmisión de rayos X 20w.

50

Como se representa en las figuras 1 y 4, la vaina 100, que sirve como una segunda vaina, está dispuesta separada del alojamiento 2, y rodea el alojamiento 20 en la dirección perpendicular al eje a. La vaina 100 y el alojamiento 20 (el cuerpo principal 20e) forman una vía aérea AW entre ellos. En la primera realización, la vaina 100 es de forma cilíndrica de manera que tenga porciones de extremo incluyendo agujeros de ventilación en sus dos lados, y se extiende en paralelo con el eje a. La vaina 100 se ha formado de metal o resina tal como policarbonato o tereftalato de polibutileno.

55

La vaina 100 está separada del alojamiento 20 una distancia predeterminada por los espaciadores 110. Los espaciadores 110 están dispuestos entre el alojamiento 20 y la vaina 100, y mantienen la vía aérea AW.

60

Los espaciadores 110 están formados individualmente en forma de un bloque o un pilar, y dispuestos en una dirección circunferencial del alojamiento 20 (el cuerpo principal 20e), de tal forma que pueda fluir aire en la vía aérea AW. Además, los espaciadores 110 están formados de resina elastomérica tal como caucho o espuma de uretano. Así, los espaciadores 110 pueden reducir la transmisión de vibración del tubo de rayos X 30 a la vaina 100.

65

La vaina 100 cubre el alojamiento 20, con la porción cilíndrica 20a, la porción cilíndrica 20c, la porción de bastidor 20d (la ventana de transmisión de rayos X 20w) y una porción saliente 20p del alojamiento 20 expuestas. Así, la vaina 100 incluye aberturas asociadas con la porción cilíndrica 20a, la porción cilíndrica 20c, la porción de bastidor 20d y la porción saliente 20p, respectivamente. Se deberá indicar que la porción saliente 20p incluye una superficie de unión 20s para el conjunto de tubo de rayos X.

Además, la vaina 100 se hace de una pluralidad de porciones divididas. Por ejemplo, las porciones divididas están separadas una de otra en la dirección perpendicular al eje a. En la primera realización, la vaina 100 se hace de una primera porción dividida 101 y una segunda porción dividida 102. Es decir, la vaina 100 se puede formar fácilmente combinando la primera porción dividida 101 y la segunda porción dividida 102 conjuntamente.

Además, la vaina 100 está fijada al alojamiento 20, con elementos de caucho 130 interpuestos entre ellos, sirviendo los elementos de caucho 130 como cuerpos elásticos. En la primera realización, la vaina 100 está fijada a la porción cilíndrica 20a, la porción cilíndrica 20c, la porción de bastidor 20d y la porción saliente 20p, con los elementos de caucho 130. Se deberá indicar que, como los cuerpos elásticos, se puede usar resina elastomérica tal como caucho o espuma de uretano como en el elemento de caucho 130. Así, los elementos de caucho 130 pueden reducir la transmisión de vibración del tubo de rayos X 30 a la vaina 100.

Además, es preferible que los elementos de caucho 130 (cuerpos elásticos) también funcionen como elementos de sellado con el fin de mejorar la estanqueidad al aire entre el alojamiento 20 y la abertura de la vaina 100. Esto es debido a que, si los elementos de caucho también funcionan como elementos de sellado, pueden evitar una anomalía o deceleración de una corriente de aire en la vía aérea AW.

Se deberá indicar que es posible reducir la cantidad de material de blindaje a preparar en el alojamiento 20, añadiendo material de blindaje que bloquee los rayos X del tubo de rayos X 30 al material de resina del que se haga la vaina 100. Por ejemplo, como el material de blindaje anterior, se aplican partículas metálicas finas de uno de tungsteno, tántalo, molibdeno, bario, bismuto, metal de tierras raras y plomo y/o partículas compuestas finas de uno de tungsteno, tántalo, molibdeno, bario, bismuto, material de tierras raras y plomo.

Debido a una acción refrigerante de un flujo de aire que se describirá más adelante, la temperatura de una superficie exterior de la vaina 100 no aumenta fácilmente, en comparación con la superficie exterior del alojamiento 20. Por lo tanto, por ejemplo, es posible reducir el peligro de que el operador o análogos sufra quemaduras cuando el operador o análogos toque la vaina 100. Así, es posible mejorar la seguridad del conjunto de tubo de rayos X.

Además, en la primera realización, si el conjunto de tubo de rayos X está diseñado de modo que la temperatura de la superficie de la vaina 100, no la del alojamiento 20, no exceda de 80°C, puede cumplir las normas de seguridad internacionales. Así, el conjunto de tubo de rayos X se puede formar de tal manera que un bloqueo opere cuando la temperatura de la superficie del alojamiento 20 llegue a una temperatura predeterminada superior a 80°C.

La unidad de inducción de aire 150 introduce aire a la vía aérea AW, y produce un flujo de aire. En la primera realización, la unidad de inducción de aire 150 está montada en una porción de extremo de la vaina 100, y descarga aire que pasa a través de la vía aérea AW al exterior del conjunto de tubo de rayos X (la vaina 100). Además, la unidad de inducción de aire 150 incluye una unidad de ventilador.

En virtud de la estructura anterior, dado que el alojamiento 20, que también funciona como un radiador, puede irradiar calor del refrigerante 7 al exterior del alojamiento 20, puede impedir el aumento de las temperaturas del alojamiento 20 y el refrigerante 7. Además, se limita el aumento de la temperatura de la vaina 100.

Parte del alojamiento de la unidad de inducción de aire 150, que está expuesta al exterior del conjunto de tubo de rayos X (la vaina 100), es transpirable. En la primera realización, la parte expuesta del alojamiento se ha formado de una malla. Por lo tanto, es posible restringir la entrada de polvo de la unidad de inducción de aire 150 a la vía aérea AW. Además, en el alojamiento, tal parte de malla, como se ha descrito anteriormente, también se puede usar como una cubierta para el ventilador de la unidad de inducción de aire 150. También puede evitar que el dedo del operador o análogos toque el ventilador de la unidad de inducción de aire 150, mejorando así la seguridad del conjunto de tubo de rayos X.

Las aletas irradiantes 120 están situadas en la vía aérea AW, y también en la superficie exterior del alojamiento 20. El área superficial total del alojamiento 20 y las aletas irradiantes 120 es más grande que el área superficial del alojamiento 20 en el caso donde las aletas irradiantes 120 no estén dispuestas encima, incrementando así también el área total de las porciones que están en contacto con el aire. Así, el rendimiento de enfriamiento del conjunto de tubo de rayos X se puede mejorar.

En la primera realización, las aletas irradiantes 120 están formadas de elementos en forma de placa paralelos al eje a. Las aletas irradiantes 120 están dispuestas separadas una de otra en la dirección circunferencial del alojamiento 20. El intervalo entre cualesquiera dos aletas irradiantes adyacentes 120 sirve como un paso de flujo de aire.

Además, las aletas irradiantes 120 están separadas de la vaina 100.

Además, es posible formar las aletas irradiantes 120 moldeando el alojamiento 20 y las aletas irradiantes 120 de tal manera que se formen como un solo cuerpo.

5 El filtro de aire 180 está situado en un lado de admisión de aire del conjunto de tubo de rayos X; es decir, está situado en el lado a barlovento con respecto a la vía aérea AW. En la primera realización, el filtro de aire 180 está montado en la otra porción de extremo de la vaina 100. El filtro de aire 180 tiene la finalidad de quitar polvo contenido en el aire cuando el aire pasa a través del filtro de aire 180. En otros términos, el filtro de aire 180 puede evitar la entrada de polvo a la vía aérea AW. Así, la unidad de inducción de aire 150 puede introducir aire limpio que ha pasado a través del filtro de aire 180 a la vía aérea AW, y producir un paso de flujo de aire a través de la vía aérea AW.

15 En virtud de la estructura anterior, es posible evitar la acumulación de polvo en las aletas irradiantes 120, etc, dado que el aire, del que se ha quitado polvo, pasa a través de los intervalos (porciones de ventilación) entre las aletas irradiantes 120, etc. Además, se puede hacer que sea difícil que los intervalos (porciones de ventilación) entre las aletas irradiantes 120 se bloqueen. Es posible evitar la disminución de la cantidad (volumen) de aire que pasa a través de la vía aérea AW, y así es posible evitar la disminución de la función de radiación del radiador.

20 Se deberá indicar que el filtro de aire 180 se puede montar soltamente por sí mismo en la vaina 100, o el filtro de aire 180 se puede montar soltamente en la vaina 100 usando otro elemento, que se monta en el filtro de aire 180. Por ello, es fácil sustituir el filtro de aire 180 por uno nuevo, y limpiar el conjunto de tubo de rayos X incluyendo el filtro de aire 180.

25 El conjunto de tubo de rayos X incluye además una guía de contracción 160 y una guía de difusión 170.

La guía de contracción 160 está situada a barlovento con respecto a la vía aérea AW, y guía el aire a la vía aérea AW. La guía de contracción 160 es de forma tubular, e incluye una porción cilíndrica y una porción cónica. La porción cilíndrica está montada en una porción de extremo del alojamiento 20 (el cuerpo principal 20e). En la primera realización, la porción cilíndrica rodea una superficie periférica exterior de la porción de extremo, y está montada de forma estanca al aire en la porción de extremo. La porción cónica se ha formado integral con la porción cilíndrica. El intervalo entre la vaina 100 y una porción de extremo de la porción cónica, que está cerca de la porción cilíndrica, es menor que entre la vaina 100 y otra porción de extremo de la porción cónica, que está cerca del filtro de aire 180.

35 La guía de contracción 160 puede reducir el diámetro de un flujo de aire, y así puede comprimir un flujo de aire situado a barlovento con respecto a la vía aérea AW aumentando la velocidad de viento en la vía aérea AW. Por ello, el efecto de refrigeración se puede mejorar. Además, en un lado a barlovento con respecto a la vía aérea AW, la distribución de la velocidad del viento se puede hacer uniforme, y la perturbación del flujo de aire se puede reducir. Se deberá indicar que, cuando se reduce la perturbación producida por el flujo de aire, el ruido de viento también se reduce.

40 La guía de difusión 170 está situada a sotavento con respecto a la vía aérea AW, y guía el aire que ha pasado a través de la vía aérea AW. La guía de difusión 170 es de forma tubular, e incluye una porción de cilindro y una porción cónica. La porción de cilindro está montada en otra porción de extremo del alojamiento 20 (el cuerpo principal 20e). En la primera realización, la porción de cilindro rodea una superficie periférica exterior de la otra porción de extremo, y está montada de forma estanca al aire en la otra porción de extremo. La porción cónica se ha formado integral con la porción de cilindro. El intervalo entre la vaina 100 y una porción de extremo de la porción cónica, que está cerca de la porción cilíndrica, es menor que entre la vaina 100 y otra porción de extremo de la porción cónica, que está cerca de la unidad de inducción de aire 150.

45 La guía de difusión 170 puede aumentar el diámetro de un flujo de aire; y así puede difundir el flujo de aire, y aumentar la velocidad de aire en la vía aérea AW. Así, el efecto de enfriamiento se puede mejorar. Además, la guía de difusión 170 puede reducir la velocidad del flujo de aire que ha pasado a través de la vía aérea AW, y también reduce el ruido del viento.

50 Por ejemplo, el conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo según la primera realización e incluyendo la estructura anterior puede obtener las ventajas siguientes:

55 (1) El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo se puede hacer más pequeño.

60 Para ser más específicos, como se ha descrito anteriormente, es posible hacer que el alojamiento 20 (el cuerpo principal 20e) propiamente dicho funcione como un radiador. Se deberá indicar que, debido a la unidad de inducción de aire 150, se puede producir un flujo de aire sobre una superficie del alojamiento 20. Además, el conjunto de tubo de rayos X se puede formar sin preparar un radiador que tenga un área superficial grande como un componente adicional.

65

(2) El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo puede garantizar la seguridad dado que se ha diseñado teniendo en cuenta el contacto del conjunto de tubo de rayos X con una persona. Para ser más específicos, una vía aérea para aire exterior está dispuesta en una periferia exterior del alojamiento 20; y una superficie expuesta del conjunto de tubo de rayos X es una superficie exterior de la vaina 100, no la del alojamiento 20. Así, aunque la temperatura del alojamiento 20 es alta, dado que la de la vaina 100 es baja, se puede evitar que una persona sufra quemaduras aunque la persona toque la vaina 100.

(3) El uso de material de blindaje de rayos X (plomo) se puede reducir, y los elementos de blindaje de rayos X se pueden quitar fácilmente en el proceso de desmontaje.

El conjunto de tubo de rayos X incluye la estructura de blindaje 6 (elemento de blindaje de rayos X 6b), el elemento de blindaje de rayos X 510, el elemento de blindaje de rayos X 520, el elemento de blindaje de rayos X 590 y el elemento de blindaje de rayos X 600. Después de formarse fuera del alojamiento 20, el elemento de blindaje de rayos X 6b, etc, se incorpora al alojamiento 20. En la primera realización, no hay que montar una chapa de plomo en la superficie interior del alojamiento 20, y el elemento de blindaje de rayos X 6b, etc, se puede fabricar fácilmente, en comparación con el caso donde la chapa de plomo está unida a la superficie interior del alojamiento 20. Por ello, el costo de fabricación del conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo se puede reducir. Además, el plomo se puede separar fácilmente del cuerpo principal 20e del alojamiento 20, en comparación con el caso donde el plomo unido a la superficie interior del alojamiento se quita de ella; y el plomo se puede volver a aplicar así efectivamente como recursos.

Además, dado que el elemento de blindaje de rayos X 6b se puede formar de manera que tenga un tamaño más pequeño (diámetro), se puede reducir el uso de plomo, y el conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo se puede hacer más ligero. Además, la exactitud de blindaje contra rayos X se puede incrementar. Esto es debido a que, a diferencia de la primera realización, si se monta una chapa de plomo en la superficie interior del alojamiento 20, pueden escapar rayos X del intervalo entre las chapas de plomo. Por lo tanto, en la primera realización, en el caso donde el conjunto de tubo de rayos X está montado en un aparato para diagnóstico médico, se puede evitar la radiación innecesaria de rayos X en el cuerpo de una persona (evitando que la persona quede expuesta a radiación de rayos X).

(4) Es posible garantizar la seguridad aunque el blanco anódico 35 se rompa.

En el conjunto de tubo de rayos X, si el blanco anódico 35 se rompiera durante una operación de giro a alta velocidad, habría riesgo de que fragmentos del blanco anódico 35 vuelen, teniendo una energía cinética alta. Si vuelan fragmentos del blanco anódico 35, rompen la envuelta 31. Además, chocan con el alojamiento 20 (formado de un vaciado de aluminio), y así también pueden romperlo (fractura quebradiza). Además, la vaina 100 se puede romper. Si el alojamiento 20, etc, se rompe durante la formación de imágenes de rayos X, hay un riesgo de que, mientras tiene una temperatura alta, el refrigerante 7 vuele sobre un objeto a examinar (por ejemplo, el cuerpo de una persona).

En el caso donde la estructura de blindaje 6 tiene una cierta resistencia y ductilidad, puede funcionar como un elemento de protección. Para ser más específicos, si el blanco anódico 35 se rompe durante la operación de giro a alta velocidad, la estructura de blindaje 6 protege el alojamiento 20 contra fragmentos del blanco anódico 35, que vuelan mientras tienen una energía cinética alta. Aunque los fragmentos del blanco anódico 35 choquen con la estructura de blindaje 6, la estructura de blindaje 6 se deforma lo suficiente, y así puede absorber la alta energía cinética de los fragmentos.

En virtud de la característica estructural anterior, es posible evitar que el alojamiento 20 se fisure. Por ejemplo, en el caso donde el conjunto de tubo de rayos X está montado en un aparato para diagnóstico médico, es posible eliminar el riesgo de que el refrigerante 7, que tiene una temperatura alta, vuele sobre un objeto a examinar (por ejemplo, el cuerpo de una persona).

Además, en el caso donde la estructura de blindaje 6 funciona como un elemento de protección, el alojamiento 20 se puede formar de material de resina. Aunque el material de resina tiene un coeficiente de transferencia de calor más bajo y menor resistencia mecánica que el metal, es barato. Así, el costo de fabricación y el peso del alojamiento 20 se pueden reducir.

(5) Debido a la formación de la unidad de tubo de rayos X 5, se pueden obtener las ventajas siguientes:

Con la unidad de tubo de rayos X 5 sola, es posible realizar una prueba de confirmación para confirmar si escapan o no rayos X de parte de la estructura de blindaje 6, distintas del agujero pasante 6bh. En la primera realización, la estructura de blindaje 6 incluye el elemento aislante 6a, y por lo tanto también es posible realizar una prueba de confirmación con la unidad de tubo de rayos X sola para comprobar su durabilidad frente al voltaje; se puede realizar una prueba de fiabilidad con la unidad de tubo de rayos X 5 sola, es decir, sin necesidad de incorporar la unidad de tubo de rayos X 5 al conjunto de tubo de rayos X; y se puede reducir el costo de transporte, dado que las unidades de tubo de rayos X 5 pueden ser transportadas sin necesidad de incorporarlas a conjuntos de tubo de rayos X.

(6) Debido a la provisión de la estructura de blindaje 6, se pueden obtener las ventajas siguientes:

El elemento aislante 6a rodea el tubo de rayos X 30, y supera al refrigerante 7 en característica de aislamiento. Debido a la provisión del elemento aislante 6a, el aislante que pasa entre el tubo de rayos X 30 y el alojamiento 20 se puede acortar, en comparación con el caso donde no se facilita el elemento aislante 6a. Así, el conjunto de tubo de rayos X se puede hacer más pequeño. Además, el conjunto de tubo de rayos X se puede hacer más pequeño y tener una durabilidad alta frente al voltaje; es decir, la reducción del tamaño y la mejora de la durabilidad se pueden lograr al mismo tiempo. Además, como se ha descrito anteriormente, es posible realizar la prueba de confirmación con la unidad de tubo de rayos X 5 sola para confirmar la durabilidad frente al voltaje, y omitir la prueba de confirmación para confirmar la durabilidad frente al voltaje, con la unidad de tubo de rayos X 5 incorporada al alojamiento 20.

Además, la estructura de blindaje 6 forma el cuerpo de formación de recorrido de flujo en el que fluye el refrigerante 7. La estructura de blindaje 6 (el elemento aislante 6a) y la envuelta 31 forman un recorrido de flujo de refrigerante en el que tiene lugar convección natural o convección forzada del refrigerante 7. En este caso, tiene lugar fácilmente sobrecalentamiento local en el tubo de rayos X 30, en comparación con el caso donde no se facilita el recorrido de flujo de refrigerante; y la disipación térmica del blanco anódico 35 se puede mejorar así.

Además, la estructura de blindaje 6 (el elemento aislante 6a y el elemento de blindaje de rayos X 6b) forma junto con el alojamiento 20 un recorrido de flujo de refrigerante en el que tiene lugar una convección natural o convección forzada del refrigerante 7. En este caso, es posible reducir el sobrecalentamiento local en el alojamiento 20, en comparación con el caso donde no se facilita el recorrido de flujo de refrigerante; y la transferencia de calor del refrigerante 7 al alojamiento 20 se puede mejorar.

(7) Debido a la provisión de la unidad de circulación 23, se pueden obtener las ventajas siguientes:

El conjunto de tubo de rayos X incluye la unidad de circulación 23, que puede hacer que tenga lugar una convección forzada del refrigerante 7 en el alojamiento 20. Por lo tanto, es posible mejorar la disipación de calor irradiada del blanco anódico 35. Además, es posible reducir el sobrecalentamiento de la envuelta 31, y también reducir la aparición de descarga en el tubo de rayos X 30. Además, es posible uniformar la temperatura del refrigerante 7 en el alojamiento 20, y mejorar la transferencia de calor del refrigerante 7 al alojamiento 20.

(8) Debido a la provisión de las aletas irradiantes 120, se puede obtener el siguiente ventaja:

El área superficial total del cuerpo principal 20e y las aletas irradiantes 120 es más grande que el área superficial del cuerpo principal 20e solamente. Esto puede aumentar la zona de parte de la vía aérea AW que entra en contacto con el aire, y así mejorar el rendimiento de enfriamiento del conjunto de tubo de rayos X.

(9) Debido a la provisión del filtro de aire 180, se pueden obtener las ventajas siguientes:

El filtro de aire 180 puede quitar polvo contenido en el aire. Así, la unidad de inducción de aire 150 puede guiar aire limpio que ha pasado a través del filtro de aire 180 a la vía aérea AW. Debido a esto, por ejemplo, el espacio (porción de ventilación) entre las aletas irradiantes 120 no se bloquea fácilmente, y se puede limitar la disminución del rendimiento de radiación del alojamiento 20 y las aletas irradiantes 120, que sirven como un radiador. Por ello, es posible reducir el número de veces que las aletas irradiantes 120, etc, precisen mantenimiento (limpieza), mejorando la manejabilidad del mantenimiento o logrando una operación sin mantenimiento.

En virtud de lo anterior, es posible lograr un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de tamaño más pequeño, de mayor seguridad y hecho a un costo de fabricación más bajo, y que tiene un buen rendimiento de refrigeración del tubo de rayos X 30. Además, es posible mejorar el rendimiento de fabricación de conjuntos de tubo de rayos X de ánodo rotativo.

A continuación se explicará un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de una segunda realización. En la segunda realización, los elementos idénticos a los de la primera realización se indicarán con los mismos números de referencia que en la primera realización, y se omitirán sus explicaciones detalladas. La figura 5 es una vista en sección transversal del conjunto de tubo de rayos X de la segunda realización.

Como se representa en la figura 5, un elemento aislante 6a está formado en forma de un cilindro que tiene un diámetro uniforme. En la segunda realización, el elemento aislante 6a rodea toda la envuelta 31. Una porción dada del elemento aislante 6a está colocada relativamente con respecto a un alojamiento 20 por un elemento de fijación 90, elementos de caucho 92, etc, y otra porción del elemento aislante 6a está colocada relativamente con respecto al alojamiento 20 por un elemento de fijación 140. El elemento de fijación 140 se puede formar de un material elástico tal como caucho.

Se deberá indicar que accesorios de metal montados en una bobina de estator 9 están fijados al elemento aislante

6a. Además, el elemento aislante 6a incluye un agujero pasante para un cable de alto voltaje 61, un agujero pasante que sirve como un recorrido de flujo para un refrigerante 7, etc.

5 El conjunto de tubo de rayos X incluye un elemento aislante de alto voltaje 4. El elemento aislante de alto voltaje 4 está fijado a un tubo de rayos X 30 por un elemento de conexión 40. El elemento aislante de alto voltaje 4 y el elemento de conexión 40 están firmemente conectados mecánicamente uno a otro. Uno de los extremos del elemento aislante de alto voltaje 4 es de forma cónica, y el otro es de forma tubular. El elemento aislante de alto voltaje 4 rodea la porción de diámetro pequeño y la porción intermedia de una envuelta de vacío 31 en la dirección perpendicular al eje a. El elemento aislante de alto voltaje 4 aísla eléctricamente entre un eje fijo 1 y el alojamiento 20, y entre el eje fijo 1 y la bobina de estator 9.

15 El elemento aislante de alto voltaje 4 incluye una abertura para entrada y salida del refrigerante 7, que está situada cerca del elemento de conexión 40. El elemento aislante de alto voltaje 4 también sirve como un cuerpo de formación de recorrido de flujo entre el elemento aislante de alto voltaje 4 y la envuelta 31, que forma un recorrido de flujo para el refrigerante 7. Esto es debido a que tiene lugar una convección natural al menos en el refrigerante 7 en el alojamiento 20. Se deberá indicar que, en la segunda realización, el conjunto de tubo de rayos X incluye una unidad de circulación 23, y por ello tiene lugar en gran parte una convección forzada en el refrigerante 7.

20 Además, en la segunda realización, el elemento aislante 6a y el elemento aislante de alto voltaje 4 están formados independientes uno de otro, y situados separados uno de otro. Así, el recorrido de flujo entre el elemento aislante 6a y la envuelta 31 está separado del de entre el elemento aislante de alto voltaje 4 y la envuelta 31, como resultado de lo que tiene lugar fácilmente una convección natural en el refrigerante 7.

25 Se deberá indicar que la bobina de estator 9 está adherida al elemento aislante de alto voltaje 4.

30 Como se representa en la figura 6, al menos el tubo de rayos X 30 y una estructura de blindaje 6 forman una unidad de tubo de rayos X de ánodo rotativo 5. En la segunda realización, la unidad de tubo de rayos X 5 está formada por el tubo de rayos X 30, la estructura de blindaje 6, una porción anular 70, un elemento de fijación 90, un elemento de blindaje de rayos X 600, un elemento de blindaje de rayos X 520, elementos de caucho 91, 92 y 95, el elemento de conexión 40, el elemento aislante de alto voltaje 4, la bobina de estator 9 y un elemento de blindaje de rayos X 590.

35 Se deberá indicar que, como se representa en la figura 7, la unidad de tubo de rayos X 5 puede estar formada por el tubo de rayos X 30, la estructura de blindaje 6, la porción anular 70, el elemento de fijación 90, el elemento de blindaje de rayos X 600, el elemento de blindaje de rayos X 520 y los elementos de caucho 91, 92 y 95.

40 El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la segunda realización, como se ha descrito anteriormente, se ha formado de manera que tenga sustancialmente la misma estructura que el conjunto de tubo de rayos X de la primera realización, y puede obtener las mismas ventajas que el conjunto de tubo de rayos X de la primera realización.

La unidad de tubo de rayos X 5 se ha formado para hacer que tenga lugar fácilmente una convección natural en el refrigerante 7. Por lo tanto, es posible formar un conjunto de tubo de rayos X en el que el sobrecalentamiento local no tiene lugar fácilmente en el tubo de rayos X 30, sin una unidad de circulación 23.

45 En virtud de lo anterior, es posible lograr un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de tamaño más pequeño, de mayor seguridad y hecho a un costo de fabricación más bajo, y que tiene un buen rendimiento de refrigeración del tubo de rayos X 30. Además, es posible mejorar el rendimiento de fabricación de los conjuntos de tubo de rayos X de ánodo rotativo.

50 Se explicará un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de una tercera realización. Con respecto a la tercera realización, los elementos idénticos a los de la segunda realización se indicarán con los mismos números de referencia que en la segunda realización, y se omitirán sus explicaciones detalladas. La figura 8 es una vista en sección transversal del conjunto de tubo de rayos X de la tercera realización.

55 Como se representa en la figura 8, el conjunto de tubo de rayos X se ha formado sin proporcionar una guía de difusión 170. Una vaina 100 tiene forma cilíndrica de manera que tenga un extremo cerrado de forma estanca al aire, y extendiéndose en paralelo con el eje a. Además, la vaina 100 incluye agujeros de ventilación en sus dos porciones de extremo. En la tercera realización, de los agujeros de ventilación, el agujero de ventilación formado en el lado a sotavento de la vaina 100 está abierto en la dirección perpendicular al eje a.

60 Una unidad de inducción de aire 150 está dispuesta separada del cuerpo principal del conjunto de tubo de rayos X, la vaina 100, etc.

65 El conjunto de tubo de rayos X incluye además un conducto de aire 190. El conducto de aire 190 está formado por un conducto tal como una manguera. El conducto de aire 190 conecta de forma estanca al aire el agujero de ventilación formado en un extremo de la vaina 100 y la unidad de inducción de aire 150.

El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la tercera realización, como se ha descrito anteriormente, tiene sustancialmente la misma estructura que el conjunto de tubo de rayos X de la segunda realización, y puede obtener las mismas ventajas que el conjunto de tubo de rayos X de la segunda realización.

5 Es posible regular la distancia entre la unidad de inducción de aire 150 y el cuerpo principal del conjunto de tubo de rayos X ajustando la longitud del conducto de aire 190. Esto reduce el ruido de viento cerca del cuerpo principal del conjunto de tubo de rayos X.

10 Además, la unidad de inducción de aire 150 se puede modificar de varias formas. Por ejemplo, es posible aplicar alguno de varios tipos de unidades de inducción de aire 150 sin asociarlo con la forma de la vaina 100.

En virtud de lo anterior, es posible lograr un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de tamaño más pequeño, de mayor seguridad y hecho a un costo de fabricación más bajo, y que tiene un buen rendimiento de refrigeración del tubo de rayos X 30. Además, es posible mejorar el rendimiento de fabricación de conjuntos de tubo de rayos X de ánodo rotativo.

A continuación se explicará un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo del ejemplo comparativo 1.

20 Si el conjunto de tubo de rayos X del ejemplo comparativo 1 se compara con los conjuntos de tubo de rayos X según las realizaciones anteriores, expresado en términos aproximados, difiere de los conjuntos de tubo de rayos X de las realizaciones anteriores en lo siguiente:

25 Como se representa en la figura 9, el conjunto de tubo de rayos X del ejemplo comparativo 1 se ha formado sin proporcionar el elemento aislante 6a, la unidad de circulación 23, la vaina 100, la unidad de inducción de aire 150 y el filtro de aire 180.

30 Un elemento de blindaje de rayos X 6b se forma uniendo una chapa de plomo a una superficie interior de un alojamiento 20. Así, el conjunto de tubo de rayos X del ejemplo comparativo 1 tiene los problemas siguientes: el uso de plomo (material de blindaje de rayos X) no se puede reducir; el costo de fabricación no se puede bajar; y un elemento de blindaje de rayos X 6b del ejemplo comparativo 1 no puede evitar el escape de rayos X.

35 En el ejemplo comparativo 1, el conjunto de tubo de rayos X incluye una unidad refrigeradora del tipo de refrigeración por aire 200. La unidad refrigeradora 200 incluye un alojamiento 201, una bomba de circulación 202 y un intercambiador de calor (radiador refrigerado por aire 200 y un ventilador 204). El alojamiento 20 y la bomba de circulación 202 están conectados uno a otro por un conducto 211 y un conducto 205 dispuesto en el alojamiento 201. La bomba de circulación 202 y un radiador refrigerado por aire 203 están conectados uno a otro por un conducto 206 dispuesto en el alojamiento 201. El radiador refrigerado por aire 203 y el alojamiento 20 están conectados uno a otro por el conducto 207 dispuesto en el alojamiento 201 y el conducto 212.

40 En el ejemplo comparativo 1, con el fin de mejorar la función del intercambio de calor, hay que aumentar el área superficial del radiador refrigerado por aire 203. Así, dado que la unidad refrigeradora tiene que tener un cierto volumen o más, no es posible lograr un aparato de rayos X compacto.

45 Por la razón anterior, en el ejemplo comparativo 1, es imposible lograr un conjunto de tubo de rayos X de tamaño más pequeño y hecho a un costo más bajo. Además, es imposible en el ejemplo comparativo 1 mejorar el rendimiento de fabricación de conjuntos de tubo de rayos X de ánodo rotativo.

A continuación se explicará un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo del ejemplo comparativo 2.

50 Como se representa en 10, el conjunto de tubo de rayos X del ejemplo comparativo 2 incluye un tubo de rayos X 30, un alojamiento 20, un refrigerante 7, un recorrido de flujo de circulación 220, una bomba de circulación 221, un recorrido de circulación de flujo 225, un refrigerante a base de agua 230, una bomba de circulación 240, intercambiadores de calor 250 y 260, un depósito 270, un sensor de flujo 280 y un alojamiento 290. El intercambiador de calor 260 incluye un radiador 261 y una unidad de ventilador 262.

55 El conjunto de tubo de rayos X incluye una unidad refrigeradora del tipo de refrigeración por agua 200. El intercambiador de calor 250 incluye recorridos de flujo de circulación 220 y 225. El intercambiador de calor 250 es, por ejemplo, un intercambiador de calor del tipo de chapa. El intercambiador de calor 250 transmite calor del refrigerante 7 al refrigerante 230. Por lo tanto, el refrigerante 7 es un refrigerante primario que enfría el tubo de rayos X 30, y el refrigerante 230 es un refrigerante secundario que enfría el refrigerante 7 (refrigerante primario).

60 Sin embargo, en el conjunto de tubo de rayos X del ejemplo comparativo 2, hay que proporcionar dos intercambiadores de calor, es decir, los intercambiadores de calor 250 y 260. Con el fin de mejorar la función del intercambiador de calor 260, hay que aumentar el área superficial del radiador 261. Además, la unidad refrigeradora 200 incluye el depósito 270, que guarda el refrigerante 230. Dado que la unidad refrigeradora 200 tiene que tener un

65

volumen dado o más, no es posible lograr un aparato de rayos X compacto.

Por la razón anterior, en el ejemplo comparativo 2, aunque el conjunto de tubo de rayos X tiene un buen rendimiento de enfriamiento del tubo de rayos X 30, no se puede hacer más pequeño.

5

Las realizaciones aquí descritas se pueden realizar de varias formas.

Por ejemplo, en cada una de las realizaciones anteriores, el conjunto de tubo de rayos X incluye la unidad de circulación 23. Sin embargo, la estructura de cada realización no se limita a dicha estructura; es decir, se puede modificar de varias formas. Se puede formar sin la unidad de circulación 23. La unidad de tubo de rayos X 5 se ha formado haciendo que tenga lugar fácilmente una convección natural en el refrigerante 7. Así, el conjunto de tubo de rayos X también se puede hacer de tal manera que el sobrecalentamiento local no tenga lugar fácilmente en el tubo de rayos X 30 sin la unidad de circulación 23. Es preferible disponer un intervalo suficiente (aproximadamente 0,2 mm o más) entre la estructura de blindaje 6 y una pared interior del cuerpo principal 20e para hacer que se produzca un flujo del refrigerante 7 debido a la convección natural. Con el fin de hacerlo así, según las circunstancias, la forma (diámetro exterior) de la estructura de blindaje 6 se puede cambiar.

10

15

Las formas de las aletas irradiantes 120 se pueden cambiar de varias formas. Por ejemplo, las aletas irradiantes 120 pueden tener forma en espiral y así extenderse en espiral alrededor del alojamiento 20. Por otra parte, si las aletas irradiantes 120 son de forma anular y coaxiales con el alojamiento 20, reducen la velocidad de un flujo de aire en la vía aérea AW. Tal forma es por ello indeseable.

20

Además, el conjunto de tubo de rayos X se puede formar sin proporcionar las aletas irradiantes 120.

25

La posición de la unidad de inducción de aire 150 no se limita a la posición descrita con respecto a cada una de las realizaciones; es decir, la unidad de inducción de aire 150 puede estar situada en varias posiciones. Por ejemplo, la unidad de inducción de aire 150 puede estar situada entre el filtro de aire 180 y la vía aérea AW (puede estar situada hacia dentro del filtro de aire 180) o puede estar situada hacia fuera del filtro de aire 180.

30

En cada una de las realizaciones anteriores, el conjunto de tubo de rayos X incluye el filtro de aire 180. Sin embargo, su estructura no se limita a dicha estructura; es decir, se puede modificar de varias formas. Por ejemplo, el conjunto de tubo de rayos X se puede formar sin incluir el filtro de aire 180.

35

En cada una de las realizaciones anteriores, el conjunto de tubo de rayos X incluye la guía de contracción 160 y la guía de difusión 170. Sin embargo, su estructura no se limita a dicha estructura; es decir, se puede modificar de varias formas. Por ejemplo, el conjunto de tubo de rayos X se puede formar sin incluir la guía de contracción 160 o la guía de difusión 170.

40

En el caso donde el alojamiento 20 se hace de metal, se puede formar de un material distinto de aluminio. Como el material se puede seleccionar, por ejemplo, una aleación de aluminio, una aleación de magnesio, inoxidable o latón.

45

Con el fin de aumentar la resistencia mecánica del material aislante eléctrico del alojamiento 20 o el elemento aislante 6a, el material aislante eléctrico se puede hacer de manera que contenga fibras de refuerzo tal como fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de boro, fibras de alúmina o fibras de aramida.

50

El conjunto de tubo de rayos X no se limita a un tipo de conjunto de tubo de rayos X de punto neutro puesto a tierra en el que un punto neutro entre un blanco anódico 35 y un cátodo 36 está puesto a tierra. Por ejemplo, como el conjunto de tubo de rayos X, se puede aplicar un tipo de conjunto de tubo de rayos X de ánodo puesto a tierra o un tipo de conjunto de tubo de rayos X de cátodo puesto a tierra. En el tipo de conjunto de rayos X de ánodo puesto a tierra, un blanco anódico 35 está puesto a tierra. En el tipo de conjunto de tubo de rayos X de cátodo puesto a tierra, un cátodo 36 está puesto a tierra.

55

Las realizaciones descritas anteriormente se pueden aplicar a varios tipos de conjuntos de tubo de rayos X de ánodo rotativo.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo incluyendo:

5 un tubo de rayos X de ánodo rotativo (30) incluyendo un cátodo (36) configurado para emitir electrones, un blanco anódico (35) configurado para emitir rayos X, un mecanismo de soporte (1, 2, 3) que soporta el blanco anódico (35) de tal forma que permita girar el blanco anódico (35), y una envuelta (31) que acomoda el cátodo (36), el blanco anódico (35) y el mecanismo de soporte (1, 2, 3);

10 un alojamiento (20) que acomoda el tubo de rayos X de ánodo rotativo (30);

un refrigerante (7) introducido en el espacio entre el tubo de rayos X de ánodo rotativo (30) y el alojamiento (20);

15 una primera vaina (6a) dispuesta entre la envuelta (31) y el alojamiento (20) y separada de la envuelta (31) y el alojamiento (20), extendiéndose a lo largo de un eje (a) del blanco anódico (35), y rodeando la envuelta (31), donde la primera vaina (6a) rodea totalmente el blanco anódico (35) a lo largo de un eje del blanco anódico (35), y está configurada para absorber energía cinética de fragmentos del blanco anódico (35);

20 un elemento de blindaje de rayos X (6b) dispuesto entre la primera vaina (6a) y el alojamiento (20) y separado del alojamiento (20), e incluyendo un agujero pasante (6bh) a través del que se hacen pasar los rayos X, **caracterizado por** una segunda vaina (100) dispuesta separada del alojamiento (20), rodeando el alojamiento (20) en una dirección perpendicular al eje (a), y formando una vía aérea (AW) entre la segunda vaina (100) y el alojamiento (20); y

25 una unidad de inducción de aire (150) configurada para introducir aire a la vía aérea (AW) para producir un flujo de aire

2. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la reivindicación 1, incluyendo además:

30 una unidad de circulación (23),

donde

35 el elemento de blindaje de rayos X (6b) está conformado de manera que esté muy cerca o en estrecha proximidad a la primera vaina (6a), y forma un cuerpo de formación de recorrido de flujo por el que fluye el refrigerante con la primera vaina (6a), y

40 la unidad de circulación (23) está dispuesta para hacer que el refrigerante fluya en una dirección paralela dada al eje (a), en un recorrido de flujo de refrigerante entre el cuerpo de formación de recorrido de flujo y el alojamiento (20).

3. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la reivindicación 1 o 2, donde

el elemento de blindaje de rayos X (6b) está fijado a la primera vaina (6a).

45 4. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde

el alojamiento (20) está formado de un conductor eléctrico, y

50 el elemento de blindaje de rayos X (6b) está conectado eléctricamente al alojamiento (20).

5. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, incluyendo además:

55 una pluralidad de aletas irradiantes (120) dispuestas en la vía aérea (AW) y en una superficie exterior del alojamiento (20).

6. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la reivindicación 5, donde

60 las aletas irradiantes (120) están formadas de elementos en forma de placa que se extienden en una dirección paralela al eje (a).

7. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde

la segunda vaina (100) se hace de una pluralidad de porciones divididas (101, 102).

65 8. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la reivindicación 7, donde

las porciones divididas (101, 102) están separadas una de otra en una dirección perpendicular al eje (a).

9. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde

5 la segunda vaina (100) está fijada al alojamiento (20) por un cuerpo elástico (130) interpuesto entre la segunda vaina (100) y el alojamiento (20).

10. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de alguna de las reivindicaciones 1 a 9, donde

10 la primera vaina (6a) es un elemento aislante eléctrico.

11. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, incluyendo además:

15 un espaciador (110) dispuesto entre el alojamiento (20) y la segunda vaina (100) y que sujeta la vía aérea (AW).

12. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde

20 la segunda vaina (100) está formada en forma de un cilindro incluyendo agujeros de ventilación en ambas porciones de extremo de la segunda vaina (100), y se extiende en una dirección paralela al eje (a), y

la unidad de inducción de aire (150) está montada en una de ambas porciones de extremo de la segunda vaina (100).

25 13. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la reivindicación 12, incluyendo además:

un filtro de aire (180) que está situado a barlovento con respecto a la vía aérea (AW) y montado en la segunda vaina (100), permite que pase aire a través del filtro de aire (180), y está configurado para quitar polvo contenido en el aire,

30 donde

la unidad de inducción de aire (150) está configurada para introducir el aire transmitido a través del filtro de aire (180) a la vía aérea (AW).

35 14. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, incluyendo además:

un conducto de aire (190),

40 donde

la segunda vaina (100) está formada en forma de un cilindro incluyendo agujeros de ventilación en ambas porciones de extremo de la segunda vaina, y se extiende en una dirección paralela al eje (a), y

45 el conducto de aire (190) conecta la unidad de inducción de aire (150) y el agujero de ventilación de una de ambas porciones de extremo de la segunda vaina (100).

15. El conjunto de tubo de rayos X de ánodo rotativo de la reivindicación 14, incluyendo además:

50 un filtro de aire (180) que está situado hacia arriba con respecto a la vía aérea (AW) y montado en la segunda vaina (100), permite que pase aire a través del filtro de aire (180), y está configurado para quitar polvo contenido en el aire,

donde

55 la unidad de inducción de aire (150) está configurada para introducir el aire transmitido a través del filtro de aire (180) a la vía aérea (AW).

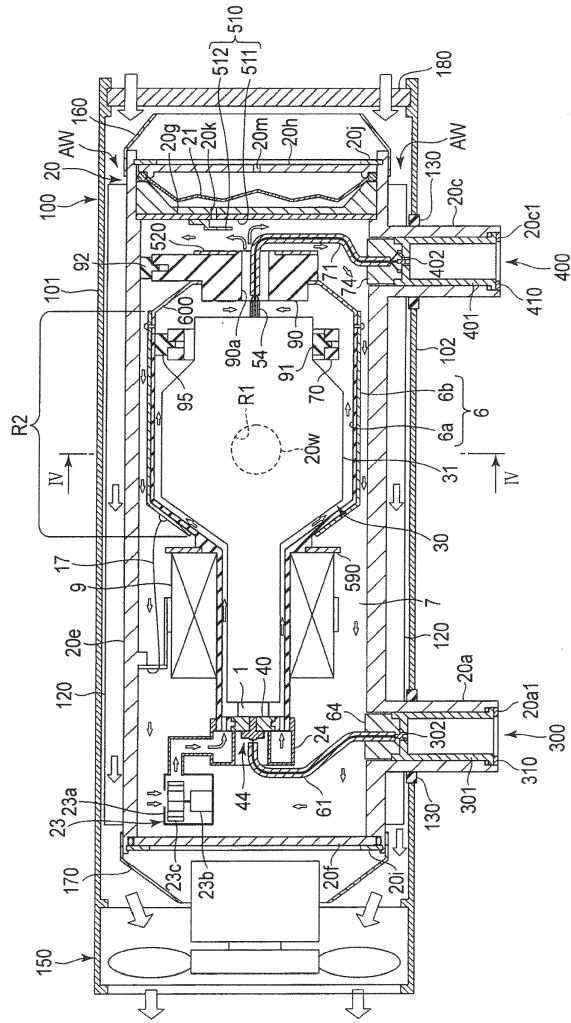


FIG. 1

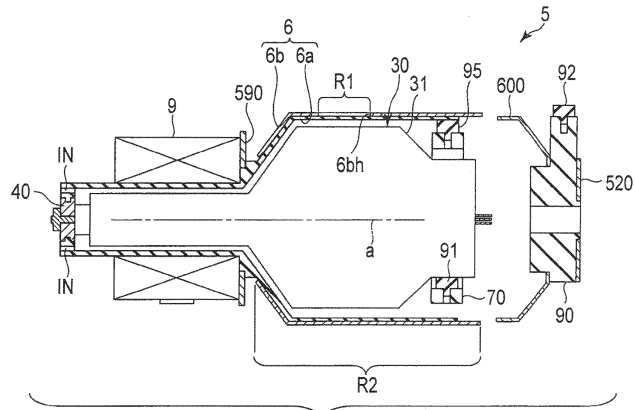


FIG. 2

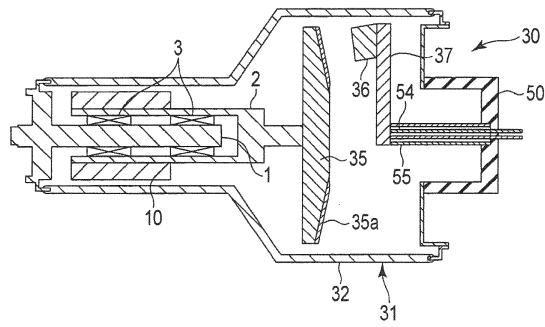


FIG. 3

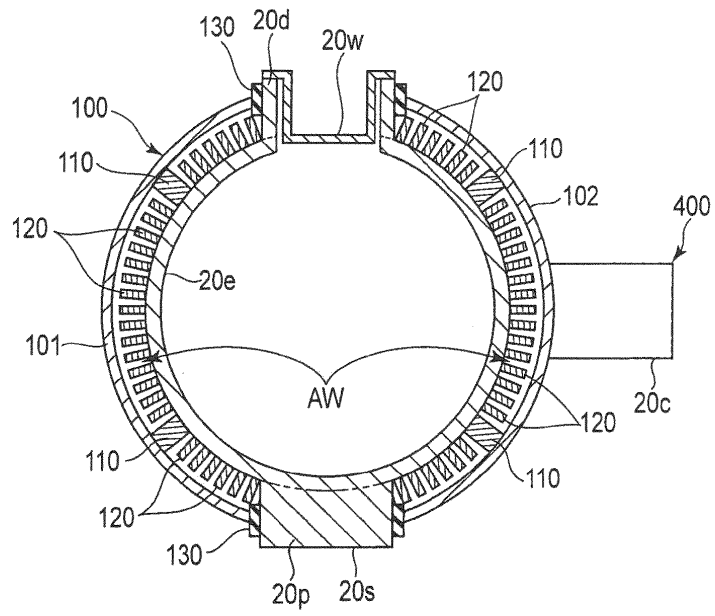


FIG. 4

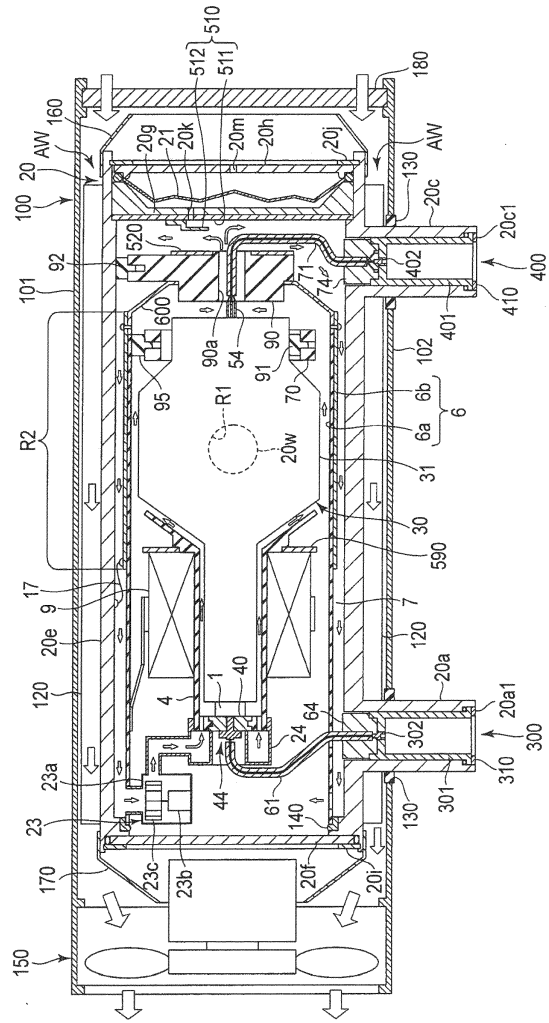


FIG. 5

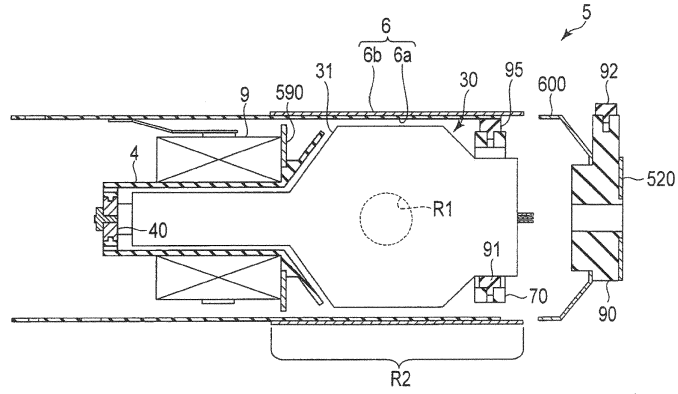


FIG. 6

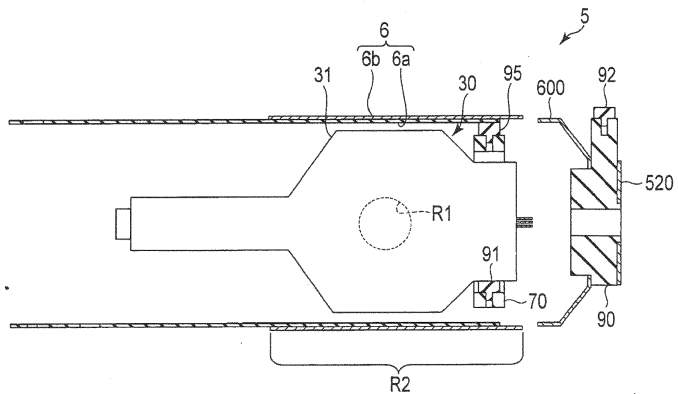


FIG. 7

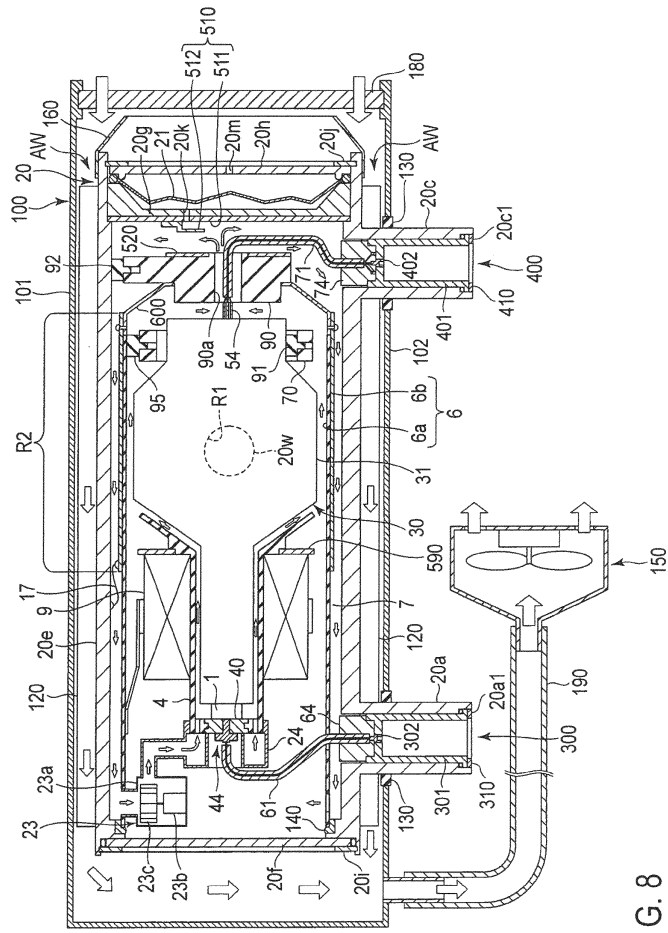


FIG. 8

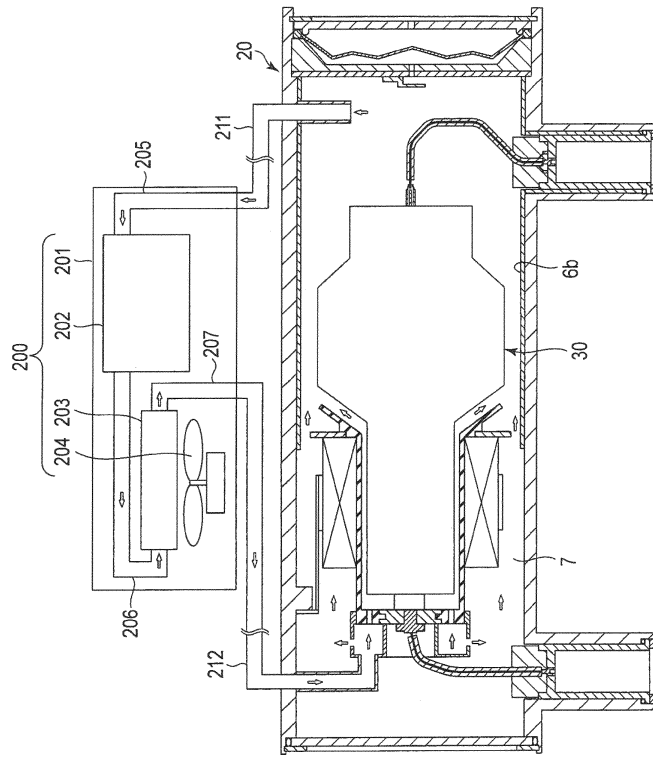


FIG. 9

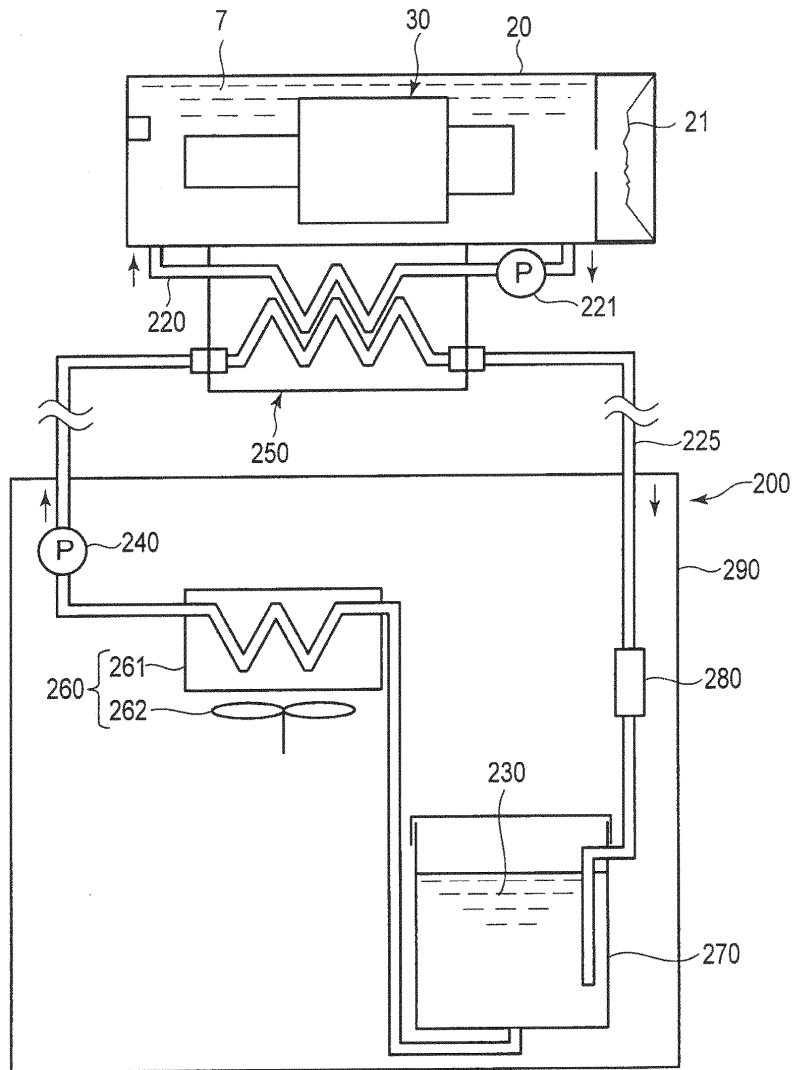


FIG. 10