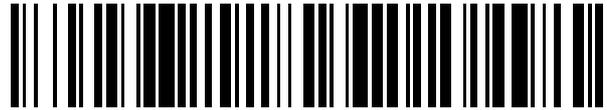


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 579**

51 Int. Cl.:

H01J 35/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2008 E 08836274 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 2206136**

54 Título: **Disco de ánodo giratorio de rayos X y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

02.10.2007 DE 102007047544
28.04.2008 DE 102008021551

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.06.2013

73 Titular/es:

REIS, HANS-HENNING (50.0%)
August-Bebel-Strasse 7
07639 Bad Klosterlausnitz , DE y
MELZER, DIETER (50.0%)

72 Inventor/es:

REIS, HANS-HENNING y
MELZER, DIETER

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 409 579 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

Disco de ánodo giratorio de rayos X y procedimiento para su fabricación

5 [0001] La invención se refiere a un disco de ánodo giratorio de rayos X y un procedimiento para su fabricación, donde el disco de ánodo giratorio de rayos X presenta un cuerpo base. Este cuerpo base, el cual posee una capa aplicada o un cuerpo insertado de material activo para rayos X con la trayectoria focal, por ejemplo de una aleación de wolframio y renio con entre un 5% y un 10% en masa de renio, tiene la función de conferir a la construcción total la resistencia necesaria y desviar la energía térmica originada en la producción de radiación X durante la transformación energética de radiación de electrones. Junto con la desviación de la energía térmica, el material del cuerpo base depende sobre todo de tales valores, como la capacidad térmica, la conductividad térmica, la transmisión térmica y la adaptación de la dilatación térmica entre o del material activo para rayos X y el cuerpo base.

15 [0002] Los requisitos para la capacidad de carga térmica y mecánica del disco de ánodo giratorio de rayos X aumentan continuamente. Actualmente, en el caso de los tubos de rayos X de alta potencia pueden presentar temperaturas de más de 3000 °C en el trayecto focal electrónico. Para una mejor distribución de energía, el disco rota a 9.000 min⁻¹; se planea un número de revoluciones de 15.000 min⁻¹ y mayor. Con el mismo objetivo, el diámetro del disco de ánodo giratorio ya se encuentra actualmente en 200 mm y se planean 300 mm. La resistencia del material del cuerpo base debe considerar este hecho.

20 [0003] Se conocen (DE 33 03 529 A1) desde hace mucho tiempo los discos de ánodo giratorio de rayos X con un cuerpo base de una aleación de molibdeno, como por ejemplo molibdeno con adiciones de titanio, circonio y carbono ("TZM"). En este caso, con un número de revoluciones alto del disco de ánodo giratorio se altera la alta densidad del componente principal de molibdeno de 10,2 g/cm³ en el cuerpo base. Los discos de ánodo giratorio de rayos X de este tipo pueden alcanzar una masa de más de 5 kg. En especial en las tomografías computarizadas, la rotación del disco de ánodo giratorio de rayos X en el tubo de rayos X todavía se sobrepone a la traslación y la rotación de todo el sistema, en el cual se halla el tubo de rayos X, de modo que aparecen fuerzas centrífugas descontroladas en varias direcciones. No se deben subestimar tampoco los enormes costes de material de las construcciones metálicas descritas.

30 [0004] En el caso de la capacidad térmica dada, la densidad y, con ella también, la masa de grafito son más pequeñas, por lo cual también se han dado a conocer (DE 32 38 352 A1) discos de ánodo giratorio de rayos X añadidos con un cuerpo base de grafito. Debido a la microestructura de grafito a modo de capa, su resistencia es completamente insuficiente en caso de un número de revoluciones alto. Esto es válido también para cuerpos base de grafito, los cuales han sido previstos, por ejemplo, mediante pulverización de plasma de vacío con una capa activa para rayos X de wolframio y renio.

35 [0005] Las resistencias del cuerpo base tanto con base de molibdeno como también de grafito son limitadas, de modo que en las cargas térmicas y mecánicas mencionadas anteriormente existe el riesgo real de destrucción o deterioro.

40 [0006] Por último, también se conocen cuerpos base para el caso de aplicación citado de grafito reforzado con fibras. Preferiblemente se utilizan fibras de carbono, donde mediante la disposición espacial de las fibras o entramados de fibras se debe alcanzar, por ejemplo, una adaptación de los coeficientes de dilatación térmica del cuerpo base a aquel del material activo para rayos X aplicado (DE 103 01 069 A1) o una alta dilatación térmica en dirección radial junto con una alta conductividad térmica en dirección axial (DE 196 50 061 A1). Bien es verdad que las fibras de carbono mencionadas poseen una buena conductividad térmica en la dirección de las fibras, así como muy buenas características de resistencia, pero en vertical estas características de las dimensiones son peores. En la última solución técnica mencionada se ha intentado restringir esta anisotropía mediante un entretejido tridimensional de las fibras de carbono, sin embargo el material permanece anisotrópico en el rango micrométrico de dos cifras.

50 [0007] Un material reciente a base de carbono son los llamados nanotubos de carbono (del inglés, "carbon nano tubes" o "CNT"), cuyo desarrollo técnico se ha descrito desde los inicios de forma muy gráfica en el apartado "antecedentes de la invención" de la traducción de la Patente Europea DE 695 32 044 T2, donde la invención descrita en esta patente con capas funcionales eficaces químicamente en los nanotubos de carbono se refiere a otro objeto de la invención completamente diferente a la presente invención.

55 [0008] Mientras que en el grafito convencional los átomos de carbono están dispuestos como una superficie en disposición hexagonal en planos individuales, en los nanotubos de carbono dichas configuraciones hexagonales están cerradas en forma de tubo, por lo cual se obtienen unas excelentes características mecánicas eléctricas y térmicas. Como expresa la palabra "nano", los diámetros de estos nanotubos de carbono se encuentran en la gama manométrica; según el origen se habla de 0,4 nm hasta 50 nm o 100 nm.

60 [0009] La densidad aparente de estos nanotubos de carbono se encuentra conforme a las indicaciones del fabricante en el margen de tamaño de 0,15 g/cm³, la densidad material se indica con 1,3 g/cm³ hasta 1,4 g/cm³, la cual se encuentra notablemente por debajo de la del grafito. Para la resistencia se cita un valor teórico de 45 GPa, el cual sería aproximadamente veinte veces de acero y doscientas veces del material del cuerpo base TZM mencionado con anterioridad. La conductividad térmica teórica asciende a 6000 W/mK y, de este modo, sobrepasa con el doble a la de

los diamantes y al menos en un orden de magnitud a la del conductor térmico metálico.

[0010] También se han divulgado aplicaciones de nanotubos de carbono junto con tubos de rayos X. En este caso se trata en general de nanotubos de carbono alineados de forma absolutamente paralela.

[0011] De este modo se conoce un cátodo para un tubo de rayos X, en el cual se disponen los nanotubos de carbono sobre una placa con potencial negativo para obtener una superficie catódica de pequeñas dimensiones y, como emisor, emiten electrones a un objetivo de cobre del lado opuesto (resumen de la patente japonesa 2005166565).

[0012] En otro cátodo para tubos de rayos X, estos están dispuestos detrás de una rejilla de control y sirven para la realización de un cátodo con superficie de emisión ajustable (resumen de la patente japonesa 2006086001).

[0013] También se ha divulgado una solución técnica, en la cual hay dispuesto un "bosque" o un "arbusto de pelo" de fibras de carbono verticales, paralelas y buenas conductoras de calor sobre una capa activa para rayos X (por lo tanto, sobre la superficie objetivo de los electrones) de ánodos de rayos X, no tratándose expresamente de nanotubos de carbono (US 5,943,389). Además de la disipación de calor a través del cuerpo base, el objetivo de esta disposición consiste en desviar el calor mediante estas fibras de carbono.

[0014] Además se conoce un ánodo de rayos X, sobre cuya superficie objetivo de los ánodos hay dispuestos nanotubos de carbono preferiblemente en forma de un tejido, para reprimir la formación de electrones secundarios, así como la creación de plasma o la liberación de gases neutros (WO 03/043036 A1).

[0015] Del estado de la técnica para la presente invención se conocen finalmente también cuerpos base para ánodos giratorios de rayos X, en cuyas fibras de carbono preferiblemente nanotubos de carbono se almacena en cobre (DE 102005039187) o en titanio (DE 102005039188) para mejorar la disipación del calor. El cobre tiene el inconveniente de que su punto de fusión para potencias altas de disipación del calor es demasiado bajo; el titanio, así como el cobre, tiene el inconveniente de que con la temperatura de aplicación con el carbono existente se tiende a la formación de carburo.

[0016] Recientemente se han divulgado también nanopartículas de carbono con estructura de grafito y configuración esencialmente esférica con un tamaño del grano intermedio de, por ejemplo, 55 nm (publicación empresarial de la compañía Auer-Remy GmbH, Hamburgo "Nanopowders", posición "C 1249YD 7440-44-0"). Además de las características ventajosas de las nanopartículas de carbono del presente contexto, con partículas esféricas con sus mismas dimensiones en todas las direcciones del eje, el hecho de lograr una repartición espacial que asegure características esencialmente isotrópicas del cuerpo base causa de por sí menos dificultades técnicas de procedimiento en la preparación de las materias primas para la conformación del cuerpo base como con nanotubos de carbono con su extensión axial.

[0017] Algunos carburos y nitruros que desempeñan un papel en la presente invención para el aumento de la resistencia ya se han utilizado con ánodos giratorios de rayos X, sin embargo en otra función completamente diferente y sin mencionar el tamaño del grano.

[0018] De este modo se han utilizado, junto con otros compuestos, también carburos y nitruros de tántalo, niobio, molibdeno y wolframio para combinaciones deslizantes lubricadas con metal fluido resistentes a la erosión, entre el vástago del ánodo giratorio y su alojamiento (DE 69 121 504 T2).

[0019] El carburo de tántalo, junto con otros compuestos, se ha propuesto como revestimiento trasero del disco de ánodo giratorio para mejorar la radiación de calor (DE 2 805 154).

[0020] Finalmente se han divulgado, junto con otros compuestos, el carburo de molibdeno y el carburo de wolframio en configuraciones con una multitud de capas para la adaptación de los coeficientes de dilatación térmica entre la capa activa para rayos X y el cuerpo base (DE 10 2005 015 920).

[0021] La invención tiene por objeto crear un disco de ánodo giratorio de rayos X con un cuerpo base, el cual cumpla las exigencias mencionadas inicialmente en cuanto a la temperatura de la trayectoria focal y al número de revoluciones deseado de los discos de ánodo giratorio de rayos X mediante una masa más pequeña, una difusibilidad térmica correspondiente y una resistencia suficiente a altas temperaturas en caso de costes de material del cuerpo base, al menos, iguales o lo más pequeños posibles y, con ello, sea capaz de eliminar las carencias del estado de la técnica. Es objeto de la invención crear, además, un procedimiento de producción racional para dicho disco de ánodo giratorio para rayos X que consiste en un cuerpo base con capa activa para rayos X con capas intermedias necesarias o ventajosas entre ambos.

[0022] Esta tarea se soluciona mediante la invención descrita en las reivindicaciones.

[0023] La fabricación del cuerpo base según la invención con nanotubos de carbono o de materiales de grafito de alto rendimiento y/o materiales de grafito de fibra con un contenido de dichos nanotubos de carbono es posible tanto con las

convencionales como también con ayuda de las tecnologías de polvo recientes, ocupándose de que la estructura de los nanotubos de carbono no sea destruida.

5 [0024] La condición fundamental para conseguir los efectos deseados en relación a la resistencia a altas temperaturas, la conductividad térmica y la dilatación térmica es la repartición casi homogénea de los nanotubos de carbono en el componente, para alcanzar un cuerpo base esencialmente isótropo en la zona submacroscópica, es decir, un grado de anisotropía de por ejemplo $< 1,2$ (proporción del valor máximo con el valor mínimo en la medición de las tres dimensiones espaciales) en relación a la resistencia, la conductividad térmica y la dilatación térmica. Es especialmente ventajosa una configuración ligeramente angular de los nanotubos de carbono individuales.

10 [0025] Según la invención, la macroresistencia del material de base puede aumentar mediante la adición de compuestos altamente resistentes, como óxidos, nitruros, boruros, carburos, siliciuros de tántalo, niobio, cromo, silicio, molibdeno, hafnio, boro y/o wolframio o mezclas de los mismos y fibras de estos materiales. También son posibles mezclas de estos compuestos. En beneficio de la intensidad de enlace entre el cuerpo base y la capa activa para rayos X, la proporción de estas sustancias puede variar en dirección del eje, donde además es ventajoso cuando la eventual proporción de grafito existente o las fibras de grafito hacia la capa activa para rayos X disminuye en favor de la proporción del nanotubo de carbono y las sustancias citadas aumentan la resistencia.

15 [0026] El cuerpo base puede estar previsto según el procedimiento de revestimiento habitual con la capa activa para rayos X, donde para el dominio de la difusión de carbono dañina se dispone de conocidas películas de difusión de renio, molibdeno, tántalo, niobio, circonio, titanio o compuestos y combinaciones de estos metales, así como de una capa de unión en una configuración ventajosa de la invención, por ejemplo mediante la introducción de renio o compuestos de renio, o carburos de unión en la zona de la superficie del cuerpo base.

20 [0027] También puede ser ventajosa la colocación de una capa de regulación, preferiblemente de molibdeno o una aleación de molibdeno entre la capa de bloqueo de difusión y la capa activa para rayos X. Esta sirve, por ejemplo, para nivelar las diferencias entre ambas capas previamente citadas en cuanto a la dilatación térmica y/o ductilidad.

25 [0028] Una solución técnica realizable de forma especialmente rápida es la unión de un disco de ánodo giratorio de rayos X convencional de metal con el cuerpo base, donde debido a las características de resistencia del cuerpo base mejoradas según la invención, el disco puede realizarse de forma esencialmente más fina que en el estado de la técnica, lo cual permite ahorrar en masa y costes, donde se debe señalar fundamentalmente que la masa reducida no sólo es ventajosa con respecto a los costes de material sino también debido a las fuerzas centrífugas más pequeñas.

30 [0029] En el uso de nanotubos de carbono cabe esperar normalmente una cierta nanoporosidad, de modo que son ventajosos un tratamiento en el área de baja presión con una atmósfera residual de gas inerte o también la utilización de nanotubos de carbono tapados.

35 [0030] Los ventajosos efectos económicos de la invención gracias a los materiales innovadores utilizados se representan a continuación como estado de la técnica en comparación con un cuerpo base de TZM. Los nanotubos de carbono son producidos industrialmente a escala experimental. El nivel de precios se encuentra aproximadamente en 150 EUR/kg, donde en comparación con un cuerpo base metálico según el estado de la técnica no sólo el coste por kilo es más pequeño sino que también considera la densidad más pequeña. Para un disco de ánodo giratorio para rayos X de 200 mm resulta aproximadamente:

40

TZM:	5,0 kg correspondiente a 1000 EUR de costes de material
Nanotubos de carbono:	0,7 kg correspondiente a 100 EUR de costes de material

45 [0031] Los efectos ventajosos de la invención gracias al procedimiento de fabricación según la invención se encuentran en el ahorro del caro procedimiento de confección o de revestimiento, así como en las inversiones necesarias para ello, en la minimización del uso del material y en un aumento de la resistencia del componente total.

50 [0032] La invención se explica con más detalle a continuación en seis ejemplos de realización.

[0033] Se muestra:

55 Fig. 1: un disco de ánodo giratorio de rayos X conforme al ejemplo de realización 1,
 Fig. 2: un disco de ánodo giratorio de rayos X conforme a los ejemplos de realización 2 y 3,
 Fig. 3: un disco de ánodo giratorio de rayos X conforme al ejemplo de realización 4 y
 Fig. 4: un disco de ánodo giratorio de rayos X conforme al ejemplo de realización 5.

60 Ejemplo de realización 1:

[0034] El disco de ánodo giratorio de rayos X representado en sección en la Fig. 1 consiste en un cuerpo base 1.1 con el 60% en masa de nanotubos de carbono y el 40% en masa de nanopartículas de polvo de grafito, sobre el cual, mediante la pulverización de plasma de vacío, se aplica una capa de bloqueo de difusión 3.1 de wolframio, renio y

tántalo conocida en sí, que sirve a la vez como capa de enlace 4.1, así como de capa activa para rayos X 2.1. El diámetro del disco de ánodo giratorio de rayos X es de 120 mm, su espesor de 15 mm.

5 [0035] El cuerpo base 1.1 es fabricado según el procedimiento habitual de la pulvimetalurgia y el tratamiento de grafito mediante la mezcla de los polvos, el prensado y el tratamiento térmico, eventualmente mediante la aplicación de los procedimientos de prensado en caliente, en dimensiones aproximadas a la forma final y es acabado mediante conformación por arranque de viruta.

10 [0036] Se utilizan nanotubos de carbono destapados usuales en el comercio y nanopartículas de polvo de grafito de grano fino de gran pureza, donde los primeros se diferencian entre sí sólo un poco en longitud y diámetro y, por término medio, deben ser más cortos de 10 nm. Su eje longitudinal debe desviarse, a ser posible, de las rectas.

15 [0037] Tras la pulverización de plasma en vacío se forma una soldadura de difusión entre el cuerpo base 1.1 y las capas mediante un tratamiento térmico adecuado y se le da un acabado al disco de ánodo giratorio de rayos X según el procedimiento habitual.

Ejemplo de realización 2:

20 [0038] El disco de ánodo giratorio de rayos X representado en sección en la Fig. 2 presenta, a diferencia del ejemplo de realización 1, un cuerpo base 1.2 que consiste en nanotubos de carbono habituales en el comercio con un aditivo del 20% de volumen de carburo de wolframio.

25 [0039] En el cuerpo base 1.2 se introduce una cavidad con relación al trazado de las isoterma durante el funcionamiento según la solicitud de patente n.º 10 2005 000 784 A1, la cual mediante la capa activa para rayos X 2.2 está llena de wolframio con 5% en masa de renio. La capa de bloqueo de difusión 3.2 que, a la vez, es también la capa de enlace 4.2, en este caso consta de tántalo y tiene una fuerza de 0,2 mm, se adapta a la forma de la cavidad y corresponde, como la capa activa para rayos X 2.2, funcionalmente a las capas correspondientes 2.1, 3.1 o 4.1 del ejemplo de realización 1. Lo mismo es válido para las dimensiones geométricas del disco de ánodo giratorio de rayos X.

30 [0040] La fabricación del componente completo con todas las capas mencionadas anteriormente se realiza, en este caso, tras el llenado en una forma adecuada en una fase de operación mediante el modelo en caliente mediante corriente de impulso a 2400 °C con una presión de 40 MPa en una atmósfera de gas residual de argón con una proporción de hidrógeno mínima en el caso de una presión residual de aproximadamente 2 Pa.

35 [0041] El acabado se realiza según el procedimiento habitual.

Ejemplo de realización 3:

40 [0042] Un perfeccionamiento de la calidad del disco de ánodo giratorio para rayos X fabricado según el ejemplo de realización 2 se consigue del modo siguiente: la capa 2.2 se ajusta a la composición de wolframio con un 1% en masa de renio. Después de la prefabricación del componente se esmerila el bisel del disco y mediante la pulverización de plasma en vacío se aplica una capa activa para rayos X de la composición de wolframio con un 5% en masa de renio con una fuerza de 200 µm.

45 [0043] El acabado se realiza según el procedimiento habitual.

Ejemplo de realización 4:

50 [0044] El disco de ánodo giratorio de rayos X representado en sección en la Fig. 3 representa de forma tecnológica y conforme al transcurso de fabricación una forma de transición entre un disco de ánodo giratorio de rayos X convencional de metal y la solución según la invención y, donde evidentemente se realizan todas las características necesarias de la invención.

55 [0045] El cuerpo base 1.3 abiselado en el borde exterior hacia el eje corresponde en la composición y tecnológicamente al cuerpo base 1.1 del ejemplo de realización 1. A este cuerpo base 1.3 está unido un cuerpo de metal 5 acabado de una aleación de molibdeno y TZM con una capa activa para rayos X 2.3 mediante soldaduras de difusión en la superficie 6.

60 [0046] Las excelentes características de resistencia del cuerpo base 1.3 con un contenido de nanotubos de carbono permiten, a pesar del alto número de revoluciones previsto y de las temperaturas de funcionamiento, llevar a cabo el cuerpo de metal 5 de forma esencialmente más fina y ligera que con discos de ánodo giratorios de rayos X de metal con un cuerpo base de grafito según el estado de la técnica. El diámetro del disco de ánodo giratorio de rayos X, como en los ejemplos de realización 1 y 2, es igualmente 120 mm; a diferencia de los ejemplos de realización previamente citados, el espesor total asciende a un total de 16 mm, es decir 6 mm del cuerpo de metal 5 más 10 mm del cuerpo base 1.3.

Ejemplo de realización 5:

5 [0047] La figura 4 muestra un cuerpo base de un disco de ánodo giratorio de rayos X construido en capas conforme a las reivindicaciones 4 y 5, donde la forma de la sección transversal de la capa de enlace 4.4 y de la capa activa para rayos X 2.4, como en los ejemplos de realización anteriores 2 y 3 conforme a la reivindicación 19, sigue de nuevo a una isoterma de distribución de temperatura en la zona de la capa activa para rayos X durante el funcionamiento.

10 [0048] De abajo hacia arriba, es decir, hacia la capa activa para rayos X, las capas del cuerpo base tienen la composición siguiente:

15 [0049] Capa inferior 1.41: nanotubos de carbono simples y una media del 30% de volumen de carburo de silicio, donde cuyo contenido crece de arriba hacia abajo dentro de esta capa preferiblemente desde arriba hacia abajo.

20 [0050] Para la capa intermedia 1.42 se prevén tres variantes alternativas:

142a: 100% en masa de nanopartículas de polvo de grafito,

142b: 50% en masa de nanopartículas de polvo de grafito y 50% en masa de nanotubos de carbono simples,

25 142c: Placa maciza preformada de grafito idóneo para rayos X, que contribuye a la mejora de la conductividad térmica del cuerpo base 1.

[0051] Capa superior 1.43: nanotubos de carbono simples con una media del 20% de volumen de wolframio, donde cuyo contenido dentro de esta capa crece preferiblemente de arriba hacia abajo.

30 [0052] Entre estas tres capas 1.41, 1.42 y 1.43 se encuentran respectivamente unas capas de enlace de cuerpo base de 80 µm de espesor de carburo de molibdeno.

35 [0053] En un bisel de la capa superior 1.43 de 10° con respecto a la horizontal hay integrada una cavidad conforme al trazado mencionado de una isoterma en el área de la trayectoria focal. Ahí se encuentran en dirección de abajo hacia arriba: una capa de bloqueo de difusión 3.4 de 100 µm de espesor con el 40% de volumen de carburo de tántalo y el 60% de volumen de carburo de niobio. Sobre esta y, aproximadamente hasta la mitad de la profundidad de la cavidad, está dispuesta una capa de enlace 4.4 de molibdeno con el 12% en masa de wolframio y, por último, la cavidad hasta el nivel del bisel está rellena por la capa activa para rayos X 2.4 de wolframio con el 6% en masa de renio.

40 [0054] Las dimensiones típicas de dicho disco de ánodo giratorio de rayos X suman por ejemplo: diámetro 120 mm, espesor de las capas 1.41 y 1.42, cada una 6 mm y la capa 1.43, 8 mm. La anchura de la cavidad con las capas 3.4 y 4.4 así como la capa 2.4 activa para rayos X es 35 mm y su profundidad máxima desde el bisel mide 6 mm.

Lista de los números de referencia utilizados

45 [0055]

1.1, 1.2, 1.3

Cuerpo base

1.41, 1.42 (a, b, c), 1.43

Capas del cuerpo base

2.1, 2.2, 2.3, 2.4

Capa activa para rayos X

45 3.1, 3.2, 3.4

Capa de bloqueo de difusión

4.1, 4.2, 4.4

Capa de enlace

5

Cuerpo de metal

6

Capa de soldadura

7

Cuerpo base-capas de enlace

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disco de ánodo giratorio de rayos X con un cuerpo base, **caracterizado porque** dicho cuerpo base contiene nanotubos de carbono en una distribución espacial casi homogénea que asegura las características esencialmente isotropas del cuerpo base en la zona submacroscópica.
2. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el cuerpo base contiene del 10% en masa hasta el 90% en masa de nanotubos de carbono.
- 10 3. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el cuerpo base contiene del 50% en masa hasta el 70% en masa de nanotubos de carbono.
- 15 4. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la proporción de los nanotubos de carbono varía por capas y/o de forma continua en la dirección del eje.
- 20 5. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** a los cuerpos base se le han añadido los compuestos siguientes para aumentar la resistencia y mejorar la conductividad térmica: óxidos, nitruros, boruros, carburos, siliciuros de tántalo, niobio, cromo, silicio, molibdeno, hafnio, boro y/o wolframio o mezclas de los mismos.
- 25 6. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 5, **caracterizado porque** los compuestos se presentan en tamaños de grano de la escala manométrica.
7. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el tamaño medio del grano de los compuestos va de 40 nm a 200 nm.
- 30 8. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** los compuestos constituyen del 4% de volumen hasta el 80% de volumen del cuerpo base.
- 35 9. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 8, **caracterizado porque** los compuestos constituyen del 20% de volumen hasta el 40% de volumen del cuerpo base.
10. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones 5 hasta 9, **caracterizado porque** la proporción de compuestos según la reivindicación 5 varía por capas o de forma continua en la dirección del eje.
- 40 11. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la dirección del eje de los nanotubos de carbono individuales difiere de la línea recta.
12. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la dirección del eje de los nanotubos de carbono individuales se extiende de forma angular.
- 45 13. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 1 a 12, **caracterizado porque** los nanotubos de carbono poseen paredes múltiples.
14. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la longitud y el diámetro de los nanotubos de carbono no se diferencian mas que en el factor 10.
- 50 15. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la longitud y el diámetro de los nanotubos de carbono no se diferencian mas que en el factor 3.
- 55 16. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 15, **caracterizado porque** los nanotubos de carbono poseen forma de esfera.
17. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** entre el cuerpo base (1.1, 1.2) y una capa activa para rayos X (2.1, 2.2, 2.4) hay dispuesta una capa de bloqueo de difusión (3.1, 3.2, 3.4) de renio, molibdeno, tántalo, niobio, cromo, wolframio, circonio o combinaciones de estos metales o compuestos de ellos, la cual posee a la vez la función de una capa de enlace (4.1, 4.2, 4.4) y una capa de regulación.
- 60 18. Disco de ánodo giratorio de rayos X según la reivindicación 17, **caracterizado porque** la capa de bloqueo de difusión (3.1, 3.2, 3.3) se extiende en el disco de ánodo giratorio de rayos X sobre la capa activa para rayos X.
- 65 19. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones 17 a 18, **caracterizado porque** la capa activa para rayos X (2.2, 2.4) llena una ranura, cuya forma de sección transversal corresponde a una isoterma de distribución de la temperatura alrededor de la zona activa para rayos X durante el funcionamiento.
20. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones 17 a 19, **caracterizado porque** la

composición cualitativa y/o cuantitativa de las capas varía por capas y/o de forma continua en la dirección del eje.

- 5 21. Disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado porque** el cuerpo base (1.3) se junta de una manera conocida con un cuerpo de metal formado (5) que sostiene una capa activa para rayos X (2.3).
- 10 22. Procedimiento para la fabricación de un disco de ánodo giratorio de rayos X según una de las reivindicaciones 17 a 21, **caracterizado porque** a los materiales iniciales del cuerpo base y de la capa activa para rayos X se les da una forma final aproximada en una fase de operación en un molde de prensado mediante la influencia simultánea de presión, temperatura y corrientes eléctricas con variación temporal sobre los mismos, se les comprime hasta alcanzar la densidad final y se forman soldaduras por difusión altamente resistentes entre estos materiales iniciales.
- 15 23. Procedimiento según la reivindicación 22, **caracterizado porque** los materiales iniciales también comprenden aquellos de una capa de enlace y/o de una barrera de difusión entre aquellos del cuerpo base y de la capa activa para rayos X, así como otros estratos intermedios.
- 20 24. Procedimiento según la reivindicación 22 o 23, **caracterizado porque** los materiales iniciales de la capa del cuerpo base se introducen según la reivindicación 5 como cuerpo preformado en el molde de prensado.
25. Procedimiento según una de las reivindicaciones 22 a 24, **caracterizado porque**, una vez finalizada la forma final aproximada, el bisel del disco es trabajado a máquina por arranque de viruta y, a continuación, se aplica una capa activa para rayos X mediante procedimientos adecuados.

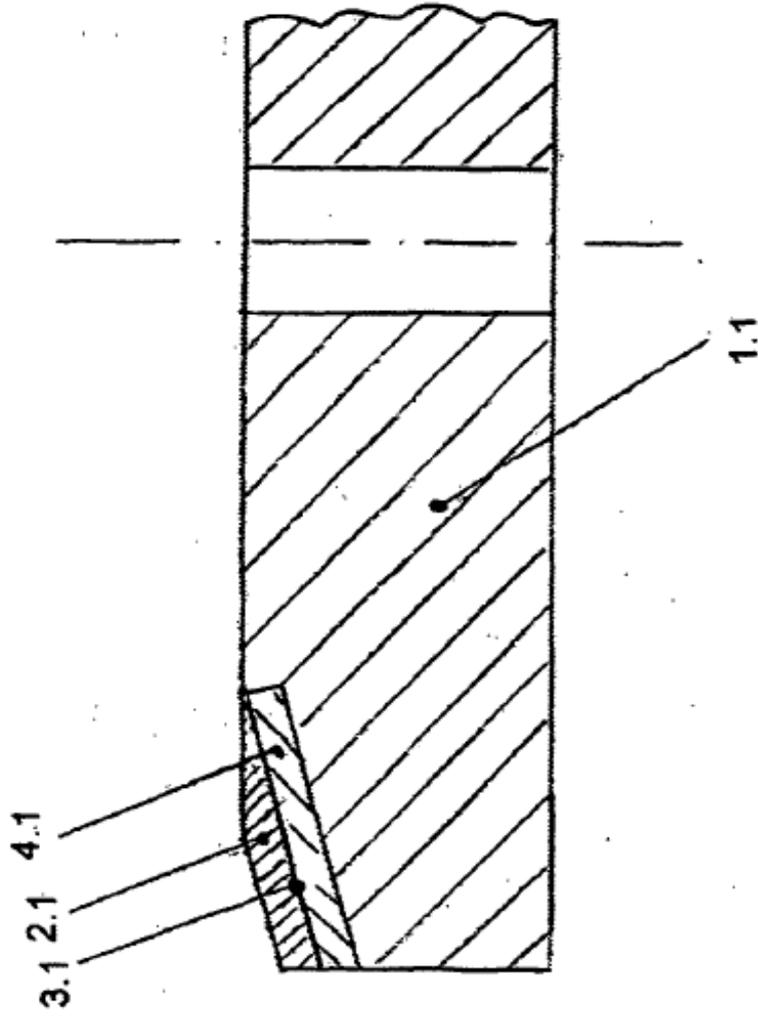


Fig. 1

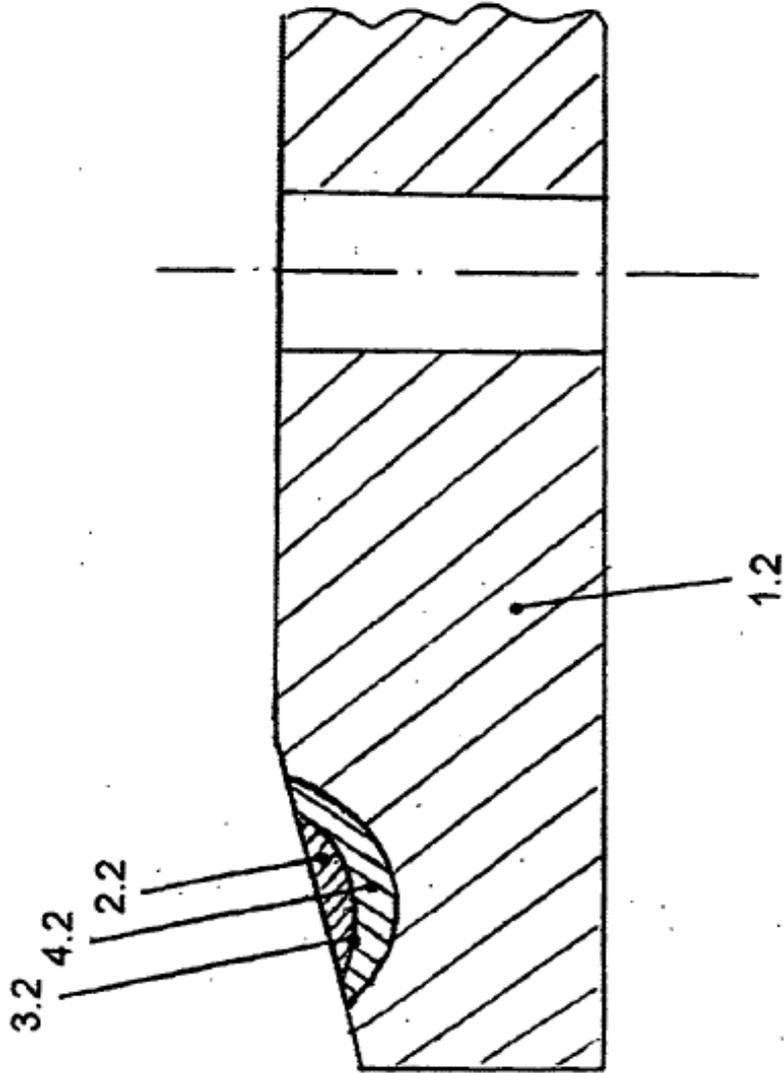


Fig. 2

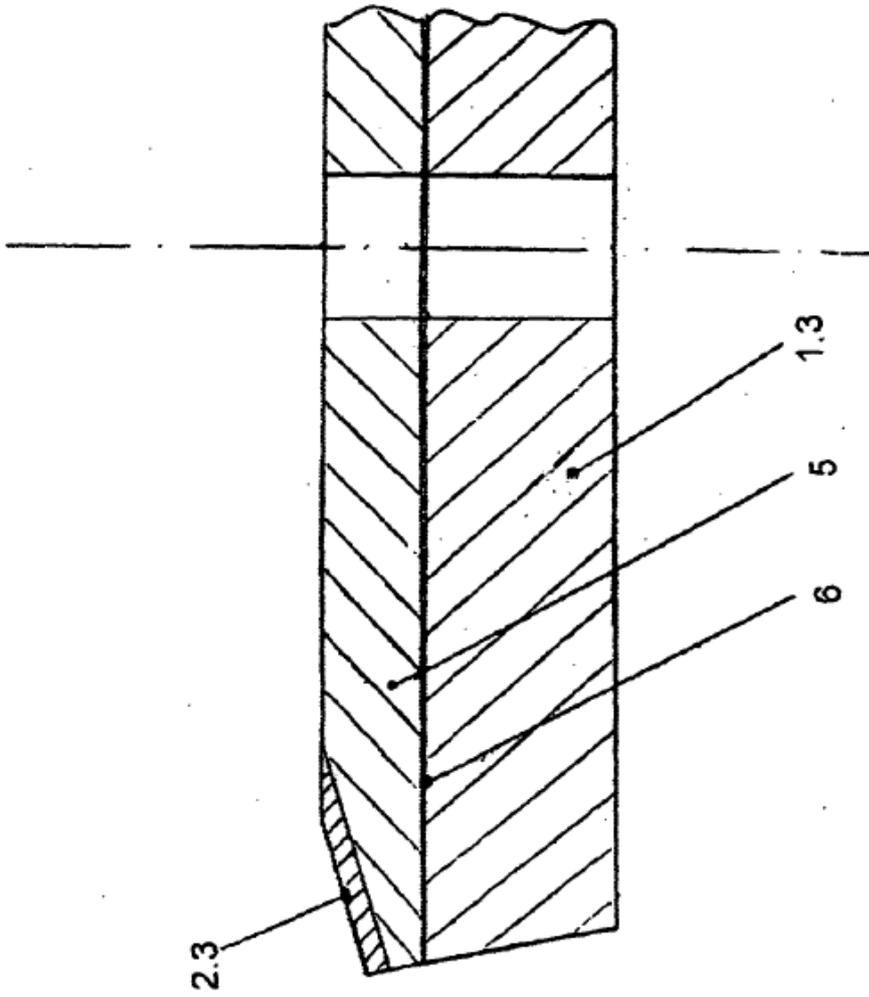


Fig. 3

Fig. 4

