

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 140**

51 Int. Cl.:

A61N 5/10 (2006.01)

H01J 35/14 (2006.01)

H01J 35/30 (2006.01)

H01J 35/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2012 PCT/EP2012/064509**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.01.2013 WO13014161**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2012 E 12753668 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2736598**

54 Título: **Aparato y método para generar radiación de rayos X**

30 Prioridad:

25.07.2011 DE 102011108508
25.07.2011 US 201161572940 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.06.2019

73 Titular/es:

CARL ZEISS MEDITEC AG (100.0%)
Carl-Zeiss-Straße 22
73447 Oberkochen, DE

72 Inventor/es:

WEIGAND, FRANK

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 716 140 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

Aparato y método para generar radiación de rayos X

La presente invención se refiere a un aparato para generar un campo de radiación de rayos X de acuerdo con la parte introductoria de la reivindicación 1. Además, la presente invención también se refiere a un método para generar un campo de radiación de rayos X de acuerdo con la parte introductoria de la reivindicación 9.

Dichos aparato y métodos son utilizados en el campo de una terapia de irradiación por medio de dispositivos de irradiación. La irradiación intra-operativa es actualmente llevada a cabo a menudo con dispositivos modernos de irradiación, que permiten que la radiación sea llevada inmediatamente a la ubicación de irradiación, por ejemplo a un tumor o a un lecho tumoral.

Diferentes tipos de aplicadores, por ejemplo aplicadores esféricos y aplicadores de aguja, están siendo utilizados actualmente para el tratamiento de un paciente por medio de dispositivos de irradiación intra-operativa. Estos aplicadores se supone que generan un campo de radiación de rayos X isotrópico y homogéneo desde la superficie del aplicador respectiva o el iso-centro de la ubicación de generación de la radiación de rayos X. Una radiación isotrópica es en particular tal tipo de radiación, que emite o está siendo emitida en todas las direcciones uniformemente.

Con la irradiación intra-operativa con dichos tipos de aplicadores se ha supuesto en particular que se consigue que en el tejido adyacente del lecho tumoral o en el propio tumor, respectivamente, desde la superficie del aplicado en todas las direcciones esté presente al menos aproximadamente la curva de tasa de dosis de la misma profundidad, de manera que después de un cierto tiempo de tratamiento en cada dirección en la misma profundidad correspondiente se haya aplicado la misma dosis. En tal caso, las áreas iso-dosis son óptimamente esferas estando el centro en el centro del aplicador o en el iso-centro, respectivamente.

La radiación de rayos X o campos de radiación de rayos X correspondientes, que se requieren para una irradiación respectiva, son generados usualmente en o por medio de una fuente de radiación de rayos X. En particular la fuente de radiación de rayos X es un componente del dispositivo de irradiación. El principio operativo de las fuentes conocidas de radiación de rayos X, por ejemplo para irradiación intra-operativa, está en particular basado en el hecho de que, se están generando electrones en una fuente de haz de electrones y están siendo emitidos como un haz de electrones. El haz de electrones es acelerado en una etapa de aceleración por medio de una tensión de aceleración, que en particular es alta tensión. El haz de electrones así generado y acelerado es dirigido sobre un objetivo, que puede por ejemplo estar hecho de oro. El objetivo puede estar por ejemplo situado en la punta de un aplicador como se ha descrito anteriormente. Al incidir el haz de electrones sobre el objetivo, se está generando la radiación de rayos X, que está siendo a continuación emitida desde el objeto en forma de campo de radiación de rayos X resultante. Tal dispositivo de irradiación esta por ejemplo descrito en el documento WO 2009/132799 A2.

En caso de guiado lineal del haz de electrones, donde los electrones incidirían sobre una única ubicación en el objetivo, se generaría un campo de radiación de rayos X resultante, que es normalmente de forma no esférica. La forma del campo de radiación de rayos X – entre otros factores - depende de los materiales usados, de la distribución de material en la punta del aplicador, de la forma y/o del grosor del objetivo, de la tensión de aceleración, de la corriente y similares.

En la práctica, un campo esférico de radiación de rayos X es a menudo deseable. Un campo esférico de radiación de rayos X es en particular un campo de radiación en forma de bola o aproximadamente en forma de bola. Un campo esférico de radiación de rayos X puede conseguirse por ejemplo, si el haz de electrones no es dirigido a un punto del objetivo sino si el haz de electrones es desviado. Con este propósito, como ya es conocido a partir de la solución antes mencionada de acuerdo con el documento WO 2009/132799 A2, el haz de electrones puede pasar a través de un campo magnético, en donde el campo magnético está siendo generado por medio de bobinas de desviación. Con el campo magnético, el haz de electrones puede ser desviado, por lo que la ubicación de incidencia de los electrones sobre el objetivo puede ser variada.

Pueden conseguirse buenos resultados con respecto a un campo esférico de radiación de rayos X, por ejemplo, si el haz de electrones no está dirigido a un único punto del objetivo, sino que es guiado de forma aproximadamente circular sobre la superficie del objetivo por medio de las bobinas de desviación. Para conseguir este campo esférico de radiación, actualmente, el haz de electrones no es guiado directamente en la dirección hacia adelante sobre el objetivo, sino que es desviado magnéticamente por medio de bobinas de desviación, por ejemplo de bobinas x, y, de tal modo, que el haz de electrones describe un polígono (hexadecágono) sobre el objetivo. Eso significa, que la electrónica guía el haz de electrones por medio de las bobinas consecutivamente a 16 puntos, donde el tiempo que requiere el haz de electrones para el cambio desde un punto al siguiente, es considerablemente más corto que el tiempo durante el cual permanece el haz de electrones en uno de estos puntos. Por tanto, sobre una imagen tomada con una cámara de rayos X con corto período de exposición tampoco pueden ser identificados polígonos de 16 vértices. Esto significa, que la intensidad de radiación, que es generada en las líneas de conexión es despreciable comparada con la intensidad que es generada en los vértices.

Además, actualmente, la misma tensión de aceleración es mantenida durante toda la irradiación, de manera que en todas direcciones se genera aproximadamente la curva de dosis de la misma profundidad.

Idealmente, el hexadecágono es la aproximación de un círculo. Eso significa que los 16 puntos de vértice tienen todos la misma distancia al centro del círculo. El radio de este círculo, sin embargo, es fijo. Midiendo la radiación, el haz de electrones es controlado en cada punto del hexadecágono de tal modo que se observe el radio determinado.

5 Para obtener una prueba del campo de radiación de rayos X isotrópico, la fuente de radiación de rayos X es medida en un fantasma de agua por medio de una cámara de ionización para diferentes ángulos y distancias, en particular medida con respecto al eje longitudinal, o medida antes de cada tratamiento en la dirección +-x, +-y y +-z.

Sin embargo, se plantean los siguientes problemas:

10 La isotropía es influenciada considerablemente por el grosor de los diferentes revestimientos interior y exterior, tales como oro, Ni + CrN o CrN solamente, y las dimensiones o las desviaciones del mismo desde la forma ideal, de la fuente de radiación de rayos X montada respectivamente, en particular de la punta de Be (punta de berilio) de la fuente de radiación de rayos X. Esto sin embargo, no puede ser corregido por el método antes mencionado que es utilizado actualmente. Eso significa, que por ejemplo aquellas fuentes de radiación de rayos X, que no cumplen con la especificación requerida de la isotropía durante la medición en el fantasma de agua, han de ser eliminadas o desechadas.

15 Si se requiere un campo de radiación no esférico, en donde la radiación no es isotrópica, por ejemplo para protección de órganos más profundos en una cierta dirección, actualmente una protección, por ejemplo una así denominada "protección esférica" ha de ser colocada sobre el aplicador esférico en la dirección correspondiente, por lo que esta protección, sin embargo, absorbe casi toda la radiación en este ángulo sólido, que en lo que sigue será denominado también como ángulo espacial, y el ángulo sólido además es fijado por el tamaño de la protección.

20 Si se requiere un campo de radiación no esférico, por ejemplo un campo plano, el método actualmente utilizado no prueba ser muy útil, debido a que ha de formarse un campo de radiación plano por medio de cuerpos de absorción de forma compleja desde el campo de radiación isotópico. En ello, solamente se utiliza un ángulo espacial estrecho del campo de radiación esférico. El resto grande ha de ser absorbido por el alojamiento del aplicador, para no dañar al paciente y/o al medio ambiente. La radiación que está presente en el ángulo espacial, que es utilizado, está además debilitada por los cuerpos de absorción, que son utilizados en la medida, en que el campo de radiación plano deseado está siendo generado. Las tasas de dosis de los aplicadores, que son necesarias para eso, por ejemplo de aplicadores de superficie, son así bajas y el tiempo de tratamiento es correspondientemente largo.

30 Otras soluciones en el campo de generación de radiación de rayos X están descritos en el documento FR 2.534.066 A1, o en el documento WO 95/04501 A1, o en el documento EP 0 466 956 A1, con el documento US 2008/0137805 A1, o en el documento WO 2006/057744 A2.

Comenzando desde el estado de la técnica mencionado inicialmente, la presente invención está basada en el problema de desarrollar adicionalmente el aparato inicialmente mencionado y el método inicialmente mencionado de tal modo que puedan evitarse los problemas antes descritos.

35 El problema es resuelto de acuerdo con la invención por el aparato con las características de acuerdo con la reivindicación 1 independiente así como por el método con las características de la reivindicación 9 independiente. Otras características y detalles de la invención pueden ser derivados de las reivindicaciones dependientes, de la descripción así como de los dibujos. En ellos, las características y detalles que son descritos en conexión con el aparato de acuerdo con la invención se aplican con respecto a su descripción en su totalidad también al método de acuerdo con la invención, de modo que las indicaciones hechas con respecto al aparato también se aplican en toda su extensión al método y viceversa.

40 El concepto subyacente de la presente invención es que el campo de radiación de rayos X generado puede ser influenciado variando al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones.

45 De acuerdo con la presente invención está siendo generado un campo de radiación de rayos X, en donde el campo de radiación de rayos X está formado por la totalidad de la radiación de rayos X generada. La forma y/o el tamaño del campo de radiación de rayos X resultante puede ahora en particular será ajustado o puede ser adaptado a una especificación, ajustando o estableciendo al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones durante un bucle del haz de electrones sobre el objetivo, por medio de lo cual se genera el campo de radiación de rayos X resultante.

50 De acuerdo con el primer aspecto de la invención, se ha proporcionado un aparato para generar un campo de radiación de rayos X, que comprende las características de la reivindicación 1 independiente. De acuerdo con la invención, se ha proporcionado un aparato para generar un campo de radiación de rayos X. En él, la invención se refiere preferiblemente a la generación de radiación de rayos X de baja energía y/o suave. El aparato forma preferiblemente parte de un aparato de irradiación.

55 El aparato tiene una fuente de electrones. Por medio de la fuente de electrones, están siendo generados electrones, que son en particular emitidos como un haz de electrones. La fuente de electrones sirve así en particular para generar un haz

de electrones. Además, el aparato tiene un objetivo, en donde el objetivo puede por ejemplo estar hecho de oro. El objetivo sirve para la generación real de radiación de rayos X y/o del campo de radiación de rayos X. Los electrones que son generados por la fuente de electrones inciden sobre el objetivo como un haz de electrones. La radiación de rayos X o el campo de radiación de rayos X, respectivamente, que es emitida desde el objetivo, es generada por los electrones del haz de electrones que incide sobre el objetivo.

De acuerdo con la invención, se ha previsto ahora, que este aparato está diseñado para generar un campo de radiación de rayos X ajustable y/o que se puede cambiar. Esto significa, que el campo de radiación de rayos X puede ser ajustado y/o cambiado libremente o de manera arbitraria por medio del aparato.

Con este propósito, de acuerdo con la invención, se ha previsto, que el aparato tenga un dispositivo de variación. El dispositivo de variación puede también ser denominado como un medio de variación o una unidad de variación. Debido a este dispositivo de variación, resulta posible, influir en el campo de radiación de rayos X. De acuerdo con la invención, se ha previsto además, que el dispositivo de variación esté diseñado para variar al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones durante un bucle del haz sobre el objetivo.

Un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones es en particular un valor característico, por medio del cual en particular pueden ser influenciada la generación de los electrones o del haz de electrones y/o las propiedades de los electrones generados y/o del haz de electrones y/o del trayecto de los electrones generados y/o del haz de electrones. La presente invención no está limitada a ciertos parámetros. Ejemplos preferidos pero no limitativos de dichos parámetros serán descritos en la descripción adicional con más detalle.

La presente invención tampoco está limitada a ciertas realizaciones del dispositivo de variación. El dispositivo de variación puede ser por ejemplo un dispositivo adecuado, por ejemplo un dispositivo de control. Sin embargo, también es posible que el dispositivo de variación sea un dispositivo informático. En una realización diferente, puede preverse que el dispositivo de variación sea software, un producto del programa informático o similar.

La función básica del dispositivo de variación en cualquier caso es, que el dispositivo de variación esté diseñado de tal modo, que pueda influir en ciertos parámetros de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones.

El aparato de acuerdo con la invención así como el método de acuerdo con la invención, que serán descritos posteriormente, son utilizados en el campo de irradiación intra-operativa. En él, se utiliza la radiación de rayos X, en particular la radiación de rayos X de corto alcance, que es llevada directamente a la ubicación de irradiación, por ejemplo un tumor o al lecho tumoral. En una fuente de radiación de rayos X, que es utilizada, los electrones son generados en una fuente de electrones. Los electrones son acelerados como un haz de electrones por medio de una tensión de aceleración a un objetivo, por ejemplo hecho de oro. Este es donde en particular se está generando radiación de rayos X de baja energía, que es en particular emitida de manera isotrópica y penetra en el tejido, que ha de ser irradiado.

Sondas de rayos X, que tienen una punta hecha de berilio, están siendo utilizadas a menudo para tal terapia de irradiación. El berilio es un material que es casi transparente para la radiación de rayos X. La sonda de rayos X está diseñada preferiblemente como un tubo de haz de electrones en el que se ha hecho el vacío. En este tubo de haz de electrones, se genera un haz de electrones por medio de la fuente de electrones, que a continuación está siendo acelerado por medio de una tensión de aceleración. El haz de electrones es dirigido hacia el objetivo. En el objetivo, los electrones son ralentizados bruscamente y se está generando la radiación de rayos X.

El aparato de acuerdo con la invención puede por ello preferiblemente tener una sonda de rayos X con un tubo en el que se ha hecho el vacío y con un objetivo dispuesto en él así como una fuente de electrones. Además, puede preverse un dispositivo de aceleración para acelerar los electrones por medio de una tensión de aceleración, que puede ser también denominado como un acelerador de electrones. El dispositivo de aceleración o acelerador puede también ser denominado como una unidad de aceleración o medio de aceleración. La aceleración de los electrones es efectuada, en particular por medio de alta tensión, que es aplicada en el dispositivo de aceleración. Tal dispositivo de aceleración se ha descrito con más detalle en la siguiente descripción.

Además, hay previsto un dispositivo de desviación para desviar el haz de electrones en su trayecto al objetivo. Tal dispositivo de desviación puede ser también denominado como un medio de desviación o una unidad de desviación y será descrito con más detalle en la siguiente descripción.

El dispositivo de variación está en particular diseñado para ajustar y/o cambiar las características de emisión del campo de radiación de rayos X, que es emitido desde el objetivo. Por medio del dispositivo de variación, es ahora posible cambiar las características de emisión. El campo de radiación de rayos X, que está siendo generado y emitido a partir del objetivo, está siendo variado, cambiando al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones. Así, el haz de electrones es variado, para influir en el campo de radiación de rayos X resultante.

Preferiblemente, el dispositivo de variación está diseñado para influir en la isotropía del campo de radiación de rayos X. Una radiación isotrópica es, como ya se ha descrito, radiación, que se emite en todas direcciones igualmente y/o que es emitida en todas direcciones igualmente. Con la presente invención es ahora posible que la isotropía del campo de radiación de rayos X pueda ser adaptada, por ejemplo para cambiar condiciones, a ciertas especificaciones y similares.

Especificaciones pueden también ser denominadas como ajustes previos. En particular, puede conseguirse una adaptación de isotropía del campo de radiación de rayos X emitido, resultante, controlando la corriente del haz de electrones por el dispositivo de variación.

5 Preferiblemente, el dispositivo de variación puede tener un dispositivo de control para controlar la fuente de haz de electrones y/o el haz de electrones. Un dispositivo de control del haz de electrones es así implementado en el dispositivo de variación. El dispositivo de control puede también ser denominado como un medio de control o una unidad de control. Por medio del dispositivo de control, el haz de electrones puede preferiblemente ser controlado de tal modo que, se genere un campo de radiación de rayos X con cualquier distribución deseada. El dispositivo de control puede ser software, un producto de programa informático y similar. Tal control puede ser preferiblemente llevado a cabo utilizando algoritmos de control apropiados. Tales algoritmos de control, que son también denominados como algoritmos de control inteligentes, pueden por ejemplo determinar, calcular y modificar parámetros individuales de la fuente de electrones y/o del haz de electrones.

10 El dispositivo de variación está diseñado para variar al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones durante un bucle del haz de electrones por encima del objetivo con respecto a la influencia espacial del campo de radiación de rayos X. Esto significa, que la influencia es efectuada espacialmente.

15 El dispositivo de variación está diseñado para ajustar y/o cambiar las características de emisión del campo de radiación de rayos X emitido desde el objetivo. El dispositivo de variación está diseñado para variar al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones, mientras el haz de electrones está incidiendo sobre el objetivo durante un recorrido del haz de electrones sobre el objetivo. El recorrido del haz de electrones sobre el objetivo puede ser también denominado como un bucle. Por ello, resulta posible con la presente invención, que el campo de radiación de rayos X generado pueda ser influenciado durante la operación del aparato o de un dispositivo de irradiación previsto con el aparato, por ejemplo en tiempo real o casi en tiempo real.

20 Con el aparato de acuerdo con la invención, las características de emisión de la radiación de rayos X, que es emitida desde el objetivo puede ser cambiada, variando parámetros de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones durante la incidencia del haz de electrones sobre la superficie del objetivo durante el recorrido del haz de electrones sobre la superficie del objetivo.

25 A este respecto la invención no está limitada a ciertos parámetros. Algunos ejemplos ventajosos pero no limitativos de la misma serán descritos posteriormente con más detalle.

30 El aparato tiene un dispositivo de desviación para desviar el haz de electrones. El dispositivo de desviación puede por ejemplo ser bobinas de desviación magnética. Por medio de las bobinas de desviación magnética puede crearse un campo magnético, para desviar los electrones del haz de electrones, que son acelerados hacia el objetivo. Esto permite establecer la ubicación en la que los electrones inciden sobre el objetivo. Por ello, en particular el perfil de radiación espacial de la radiación de rayos X generada y emitida puede ser ajustado. Por medio del dispositivo de desviación, por ejemplo las bobinas de desviación, el haz de electrones puede ser movido por encima del objetivo.

35 El dispositivo de variación está diseñado en particular para operar el dispositivo de desviación. Esto significa por ejemplo, que el dispositivo de variación está diseñado para manejar las bobinas de desviación magnética de tal modo que se cree por ellas un campo magnético deseado. En ello, la operación del dispositivo de desviación mediante el dispositivo de variación es efectuada preferiblemente de tal manera que, activando el dispositivo de desviación, al menos un parámetro del haz de electrones, en particular las coordenadas del haz de electrones sobre el objetivo y/o la ubicación de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo y/o el trayecto de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo y/o el radio del recorrido del haz de electrones sobre el objetivo y/o el tiempo de residencia del haz de electrones sobre un punto del objetivo es/son variados o pueden ser variados, en particular durante el recorrido del haz de electrones sobre el objetivo.

40 Mediante esta realización preferida, en particular una salida desde una especificación fijada de un radio y/o una forma, por ejemplo un polígono, y/o de un trayecto y/o de la ubicación de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo resulta posible. En particular, resulta posible que las coordenadas del haz de electrones puedan ser variadas, en particular en tiempo real, sobre la superficie del objetivo.

45 También el tiempo de residencia del haz de electrones en un punto del objetivo antes de que el haz de electrones sea guiado al siguiente punto sobre el objetivo puede ser cambiado. Con la realización preferida descrita por ello también resulta posible una salida de las duraciones del tiempo fijado para los puntos de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo, de manera que para diferentes direcciones por ejemplo puedan generarse curvas de dosis de diferentes profundidades. En otra realización, el aparato tiene preferiblemente un dispositivo de aceleración para acelerar los electrones por medio de una tensión de aceleración aplicada. El dispositivo de aceleración es preferiblemente un acelerador de electrones, que proporciona una tensión de aceleración, en particular una alta tensión, por medio de la cual los electrones del haz de electrones son acelerados.

50 Preferiblemente, el dispositivo de variación está diseñado para activar y/u operar el dispositivo de aceleración. Eso significa por ejemplo, que el dispositivo de variación está diseñado para manejar el dispositivo de aceleración de tal modo que se proporcione la tensión de aceleración deseada por el dispositivo de aceleración. La activación del dispositivo de

aceleración mediante el dispositivo de variación es efectuada preferiblemente de tal modo que la tensión de aceleración para acelerar el haz de electrones que incide sobre el objetivo sea variada o pueda ser variada, en particular durante el recorrido del haz de electrones sobre el objetivo, activando el dispositivo de aceleración.

5 Por medio de esta realización preferida, en particular resulta posible una salida a partir de una tensión de aceleración fija para todos los puntos de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo, de modo que en particular puedan generarse para diferentes direcciones curvas de dosis de diferente profundidad. Eso significa, que el dispositivo de variación está diseñado preferiblemente para activar el dispositivo de aceleración de tal manera que, - a través de este dispositivo de aceleración - el haz de electrones es acelerado con diferentes tensiones de aceleración hacia el objetivo, en particular durante el recorrido del haz de electrones sobre el objetivo.

10 Variando la tensión de aceleración se consigue que, el haz de electrones incida sobre el objetivo con diferente energía. Partiendo de las tensiones de aceleración fijas para todos los puntos de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo, resulta posible una variación de la tensión de aceleración durante el recorrido del haz de electrones sobre el objetivo, de manera que puedan conseguirse curvas de dosis de diferente profundidad para direcciones diferentes.

15 La presente invención no está limitada a ciertas tensiones de aceleración. Preferiblemente se aplica una tensión de aceleración de entre 0 y 150 kV. Para irradiación de tejido se aplica preferiblemente una tensión de aceleración de entre 10 y 100 kV.

Como otro parámetro que puede ser influenciado por el dispositivo de variación, por ejemplo puede mencionarse el amperaje.

20 De acuerdo con la invención, el dispositivo de variación tiene una interfaz para recibir valores de especificación y/o valores de referencia externos para generar un campo de radiación de rayos X definido y/o para variar al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones. Los valores de especificación y/o de referencia son transmitidos mediante la interfaz, en particular desde el exterior, al dispositivo de comparación.

25 Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de variación tiene un dispositivo de entrada para introducción de valores de especificación y/o valores de referencia para generar un campo de radiación de rayos X definido para variar al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones. Tal dispositivo de entrada puede por ejemplo ser un teclado, un panel táctil, un dispositivo de lectura para leer en datos y similares. Si el dispositivo de variación es un software o un producto de programa informático, el dispositivo de entrada puede ser por ejemplo una ventana de entrada, donde los valores de especificación son colocados.

30 Los valores de especificación y/o valores de referencia pueden ser por ejemplo valores para una distribución deseada del campo de radiación de rayos X. En una realización diferente, los valores de especificación y/o los valores de referencia pueden ser la realimentación de valores de medición de isotropía.

35 Por ello las opciones para influir en el haz de electrones puede preverse que no solamente estén basadas en mediciones en el aparato para generar la radiación de rayos X sino que también permitan una realimentación, en particular una realimentación de control por dispositivos externos, por ejemplo dispositivos de medición. Tales dispositivos de medición pueden ser por ejemplo un fantasma de agua o una PDA expandida por varias direcciones espaciales.

40 Con las realizaciones descritas, resulta posible, que las características de emisión del campo de radiación de rayos X, que es emitido desde el objetivo, pueda ser adaptado a una especificación. Esto puede ser entendido por ejemplo como dando valores de referencia de cualquier forma deseada. Esto puede por ejemplo ser efectuado de tal modo, que por medio de un programa de cálculo, que puede ser un programa de simulación, se determinen valores de especificación y/o valores de referencia adecuados. Esos pueden a continuación ser utilizados para influir en la radiación de rayos X y/o en el campo de radiación de rayos X. La presente invención no está tampoco limitada con respecto a la especificación a tipos concretos de especificación.

45 En otra realización, el dispositivo de variación tiene preferiblemente una unidad de cálculo para calcular y/o generar especificaciones para variar al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones a partir de los valores de especificación y/o valores de referencia. Alternativa o adicionalmente, se ha previsto preferiblemente, que el dispositivo de variación tenga un dispositivo de implementación para variar al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones con respecto a la especificación calculada o generada o a los valores de especificación y/o valores de referencia recibidos y/o introducidos.

50 Por ello, en particular se ha proporcionado la posibilidad de preparar el aparato para generar radiación de rayos X para el caso deseado respectivamente. Por ejemplo, midiendo y realimentando valores de especificación y/o valores de referencia respectivos con el dispositivo de variación puede conseguirse, que se genere un campo de radiación de rayos X definido por diferentes puntos de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo con diferentes tensiones de aceleración y diferentes tiempos de residencia.

55 Puede preverse por ejemplo que por medio de una configuración de medición externa, se determine la isotropía de la fuente de radiación de rayos X. Los valores de isotropía que son obtenidos de ese modo, pueden ser leídos a partir de la

configuración de medición y pueden ser transmitidos al dispositivo de variación. Por ello, los valores de medición, por ejemplo los valores de medición de isotropía, son realimentados al dispositivo de variación, por ejemplo un software de algoritmo de control. En el dispositivo de variación los nuevos parámetros del haz de electrones para esta nueva distribución del campo de radiación de rayos X son entonces calculados. Posteriormente, el haz de electrones y/o la fuente de electrones pueden ser activados o controlados con estos nuevos parámetros por medio del dispositivo de variación.

Preferiblemente, el campo de radiación de rayos X resultante puede ser detectado o determinado y puede ser comparado a un campo de radiación de rayos X, que está ajustado o adaptado a una especificación, por medio de un dispositivo de comparación. Preferiblemente, con la desviación desde el campo de radiación de rayos X determinada a partir del campo de radiación de rayos X ajustado o del campo de radiación de rayos X adaptado a una especificación, es efectuada una corrección del campo de radiación de rayos X determinado.

Los valores de especificación y/o valores de referencia determinados pueden ser almacenados en o dentro de un dispositivo de almacenamiento. Para este propósito se ha previsto preferiblemente, que el aparato para generar radiación de rayos X, en particular el dispositivo de variación, tenga dicho dispositivo de almacenamiento o pueda acceder al menos a dicho dispositivo de almacenamiento a través de una interfaz. De manera correspondiente, los parámetros, que han sido determinados por el dispositivo de variación o dispositivo de comparación y que son cambiados por medio del dispositivo de variación, pueden ser almacenados en o dentro del dispositivo de almacenamiento. Una variación de los parámetros puede ser entonces efectuada con estos valores almacenados.

Con el aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención en particular puede conseguirse una influencia inteligente del campo de radiación de rayos X resultante influyendo en la fuente de electrones y/o en el haz de electrones, para generar cualquier distribución de campo de radiación de rayos X deseada, en particular con una realimentación de valores de medición de isotropía.

En particular, también es posible un proceso en bucle para mejorar continuamente la distribución del campo de radiación de rayos X. Es posible un control completamente automatizado del proceso de mejora de la distribución del campo de radiación de rayos X y es proporcionado preferiblemente.

La activación del aparato para generar radiación de rayos X o de la fuente de radiación de rayos X puede - además de un accionamiento completamente automatizado - ser también efectuado de manera semiautomática o manual. La activación puede también ser efectuada de manera digital o analógica.

Son también posibles variaciones con respecto a la realización y/o tipo de construcción y/o plataforma del procesador y/u ordenador, desde donde el software se ha supuesto que se ejecuta. La presente invención tampoco está limitada a un cierto lenguaje de programación, en el que está escrito el software. Además, la invención no está limitada a una realización específica de Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) en el software. El sistema operativo, en el que se ejecuta el software, así como la disposición del aparato para generar la radiación de rayos X o de la fuente de radiación de rayos X, que se ha supuesto genera la radiación, tampoco son fijos y pueden ser adaptados obviamente.

Con el aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención, la variación del campo de radiación de rayos X resultante, en particular de las características de emisión, puede ser efectuada durante la generación del campo de radiación de rayos X. Obviamente, es también posible, que el ajuste o configuración del campo de radiación de rayos X pueda ser efectuado en primer lugar antes de la generación del campo de radiación de rayos X. Si durante la irradiación, ha de efectuarse un cambio del campo de radiación de rayos X, este cambio puede también ser realizado. Es también posible, que el campo de radiación de rayos X esté almacenado por ejemplo en un archivo, por ejemplo como una especificación, debido a que ya ha sido utilizado en una irradiación anterior. La forma de dicho campo de radiación de rayos X no ha de ser ajustada entonces necesariamente antes de generar el campo de radiación de rayos X. En tal caso puede ser suficiente que el campo de radiación de rayos X sea ajustado, lo que significa cambiado, durante el aprovisionamiento y/o la irradiación. La presente invención no está limitada a un enfoque específico a este respecto.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se ha proporcionado un método para generar un campo de radiación de rayos X ajustable y/o que se puede cambiar, que comprende las características de la reivindicación 9 independiente.

En particular, el método puede ser realizado por medio de un aparato para generación de radiación de rayos X de acuerdo con la invención, que ha sido descrito anteriormente, de manera que con respecto a la descripción relativa a la disposición y funcionamiento del método se ha hecho también referencia en su totalidad a la descripción del aparato de la invención y se ha incorporado como referencia.

Como ya se ha explicado anteriormente, la fuente del haz de electrones y/o el haz de electrones es controlado por medio de un dispositivo de variación.

En otra realización, como ya se ha explicado anteriormente, la isotropía del campo de radiación de rayos X es influenciada por medio del dispositivo de variación.

Por medio del dispositivo de variación, como ya se explicado anteriormente, al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones con respecto a la influencia espacial del campo de radiación de rayos X es influenciado durante el bucle del haz de electrones sobre el objetivo.

5 Por medio del dispositivo de variación en particular se efectúa un ajuste y/o cambio de las características de emisión del campo de radiación de rayos X emitido desde el objetivo. En ello, puede preverse, como ya se ha descrito anteriormente, que por medio del dispositivo de variación se efectúa una variación de al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones durante el recorrido del haz de electrones sobre el objetivo.

10 Preferiblemente, se ha previsto, que por medio del dispositivo de variación es activado un dispositivo de desviación para desviar el haz de electrones y que mediante la activación del dispositivo de desviación al menos un parámetro del haz de electrones, en particular las coordenadas del haz de electrones sobre el objetivo y/o la ubicación de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo y/o el trayecto de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo y/o el radio de un recorrido del haz de electrones sobre el objetivo y/o la duración de residencia del haz de electrones sobre un punto del objetivo es variado o puede ser variado.

15 En otra realización se ha previsto preferiblemente, que por medio del dispositivo de variación es activado un dispositivo de aceleración para acelerar los electrones por medio de una tensión de aceleración aplicada y que por medio de la activación del dispositivo de aceleración se varía la tensión de aceleración para la aceleración del haz de electrones, que incide en el objetivo.

20 De acuerdo con la invención se ha previsto que mediante una interfaz valores de especificación y/o valores de referencia externos para la generación de un campo de radiación de rayos X definido, y/o para la variación de al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones son recibidos en el dispositivo de variación, y/o que por medio de un dispositivo de entrada valores de especificación y/o valores de referencia para generación de un campo de radiación de rayos X definido, y/o para la variación de al menos un parámetro de la fuente de haz de electrones y/o del haz de electrones son introducidos en el dispositivo de variación y que sobre la base de los valores de especificación recibidos y/o introducidos o de una especificación que ha sido calculada a partir del dispositivo de variación por medio del dispositivo de variación al menos es influenciado un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones.

25 Puede preverse por ejemplo, que mediante una configuración de medición externa se determina la isotropía de la fuente de radiación de rayos X. Los valores de isotropía así obtenidos pueden ser leídos de la configuración de medición y puede ser transmitidos al dispositivo de variación. Por ello, los valores de medición, por ejemplo los valores de medición de isotropía, son realimentados al dispositivo de variación, por ejemplo un software de algoritmo de control. En el dispositivo de variación entonces son calculados los nuevos parámetros del haz de electrones para la nueva distribución del campo de radiación de rayos X. Posteriormente, el haz de electrones y/o la fuente de electrones pueden ser activados por medio del dispositivo de variación con estos nuevos parámetros.

30 Con la presente invención de acuerdo con los aspectos de la invención descritos anteriormente resulta posible cambiar las características de emisión de un campo de radiación de rayos X variando parámetros de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones durante un recorrido del haz de electrones sobre el objetivo. Dichos parámetros pueden en particular ser la tensión de aceleración y/o el amperaje y/o la ubicación de incidencia y/o el trayecto de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo y/o el tiempo de residencia del haz de electrones sobre una ubicación en el objetivo y similares, en donde la invención no está limitada a estos parámetros mencionados.

35 Con la presente invención se hace posible de una manera simple ajustar un campo de radiación de rayos X resultante con cualesquiera características de emisión deseadas, en particular de cualquier forma y/o tamaño deseados. Por ello, la irradiación de un sustrato puede ser optimizada, ya que el sustrato será irradiado por ejemplo solamente en ubicaciones, que se supone han de ser irradiadas. Este ajuste y/o configuración de las características de emisión del campo de radiación de rayos X son efectuados sin protección mecánica, sino ajustando parámetros, que determinan el campo de radiación. Estos parámetros, que determinan el campo de radiación, pueden por ejemplo ser calculados mediante algoritmos de control inteligentes. El cálculo puede por ejemplo ser llevado a cabo en una unidad de cálculo o procesamiento.

La invención será explicada a continuación con más detalle con respecto a realizaciones ejemplares con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 La fig. 1 muestra una representación de un aparato para generar un campo de radiación de rayos X, de acuerdo con la invención;

La fig. 2 muestra una sección de una representación de un aparato para generar un campo de radiación de rayos X, que emite radiación, en donde hay prevista una protección mecánica para influir en el campo de radiación de rayos X resultante, y

55 La fig. 3 muestra una representación de un aparato de acuerdo con la fig. 2, en donde el método de acuerdo con la invención está siendo utilizado.

En las figuras se ha mostrado un aparato 10 para generar una radiación de rayos X, en particular para generar un campo de radiación de rayos X. El aparato es utilizado en particular en el campo de la irradiación intra-operativa.

5 El aparato 10 tiene una fuente 11 de electrones. Por medio de la fuente 11 de electrones se generan electrones, que en particular son emitidos como un haz 12 de electrones. La fuente 11 de electrones sirve en particular para generar un haz 12 de electrones.

Además, el aparato tiene un objetivo 13, en donde el objetivo puede estar hecho por ejemplo de oro. El objetivo 13 sirve para la generación real de la radiación de rayos X y/o del campo de radiación de rayos X, lo que es clarificado por las flechas que apuntan lejos del objetivo 13. El objetivo 13 está dispuesto en un tubo 14 en el que se ha hecho el vacío de una sonda de rayos X en su extremo distal.

10 Los electrones, que son generados por la fuente 11 de electrones, inciden sobre el objetivo 13 como un haz 12 de electrones. Allí, los electrones del haz 12 de electrones son ralentizados, por lo que se genera la radiación de rayos X y/o el campo de radiación de rayos X, que es emitido desde el objetivo 13.

15 De acuerdo con la invención se ha proporcionado ahora, que este aparato 10 está diseñado para generar una radiación de rayos X ajustable y/o que se puede cambiar para generar un campo de radiación de rayos X ajustable y/o que se puede cambiar. Esto significa que por medio del aparato 10, la radiación de rayos X y/o el campo de radiación de rayos X y/o sus características de emisión pueden ser ajustados o cambiados libremente o ser definidos por el usuario.

20 Para este propósito se ha previsto, que el aparato 10 tenga un dispositivo 15 de variación. Por medio de este dispositivo 15 de variación resulta posible, influir en la radiación de rayos X, en particular en el campo de radiación de rayos X. De acuerdo con la invención, se ha previsto adicionalmente además que el dispositivo 15 de variación esté diseñado para variar al menos un parámetro de la fuente 11 del haz de electrones y/o del haz 12 de electrones durante un bucle del haz de electrones sobre el objetivo.

25 Además se ha previsto, que el aparato 10 tenga un dispositivo 16 de desviación para desviar el haz 12 de electrones. El dispositivo 16 de desviación puede ser por ejemplo bobinas de desviación magnéticas. Por medio del dispositivo 16 de desviación, puede crearse un campo magnético, para desviar los electrones del haz 12 de electrones, que son acelerados hacia el objetivo 13, lo que está indicado por las líneas de trazos del haz de electrones. Esto permite configurar la ubicación, donde los electrodos inciden sobre el objetivo 13. Por ello, en particular el perfil de radiación espacial de la radiación de rayos X generada y emitida puede ser ajustado. Por medio del dispositivo 16 de desviación, el haz 12 de electrones es movido por encima y sobre el objetivo 13.

30 El dispositivo 15 de variación está diseñado para activar el dispositivo 16 de desviación, lo que es clarificado por la línea de conexión correspondiente en la fig. 1. Esto significa por ejemplo que el dispositivo 15 de variación está diseñado para activar el dispositivo 16 de desviación de tal modo, que por ello se cree un campo magnético deseado. La activación del dispositivo 16 de desviación por medio del dispositivo 15 de variación es efectuada preferiblemente de tal modo que mediante la activación de la desviación 16 al menos un parámetro del haz 12 de electrones, en particular las coordenadas del haz 12 de electrones sobre el objetivo 13 y/o la ubicación de incidencia del haz 12 de electrones sobre el objetivo 13 y/o el trayecto de incidencia del haz 12 de electrones sobre el objetivo 13 y/o el radio del recorrido del haz 12 de electrones sobre el objetivo 13 y/o el período de residencia del haz de electrones sobre un punto del objetivo 13 son variados, durante el recorrido del haz 12 de electrones sobre el objetivo 13.

35 Además, el aparato 10 tiene un dispositivo 17 de aceleración para acelerar los electrones por medio de una tensión de aceleración aplicada, en particular una alta tensión. El dispositivo 15 de variación está diseñado para activar el dispositivo 17 de aceleración, que está representado en la fig. 1 por la línea de conexión correspondiente. Esto significa, que el dispositivo 15 de variación está diseñado para manejar el dispositivo 17 de aceleración de tal modo que mediante el dispositivo 17 de aceleración se proporciona una tensión de aceleración deseada. La activación del dispositivo 17 de aceleración a través del dispositivo 15 de variación es efectuada de tal modo que activando el dispositivo 17 de aceleración la tensión de aceleración para acelerar el haz 12 de electrones, que incide sobre el objetivo 13, es variada, en particular durante el recorrido del haz 12 de electrones sobre el objetivo 13.

El aparato 10, que en su totalidad puede también ser denominado como una fuente de radiación de rayos X, es utilizado para generar y/o proporcionar un campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X, de manera que un sustrato, por ejemplo un tejido, (no mostrado) puede ser irradiado.

50 Como se ha representado en la fig. 1, el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X se propaga esféricamente o de manera aproximadamente esférica. El centro del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X es el objetivo 13, en el que se está generando la radiación de rayos X y/o el campo de radiación de rayos X resultante. El centro del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X es también denominado como el iso-centro. La distribución esférica del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X está indicada en la fig. 1 mediante líneas de isotropía correspondientes. La línea de isotropía en general se refiere a una línea en la que está presente la misma isotropía, lo que significa valores de la misma radiación. Las líneas de isotropía en la fig. 1 muestran así líneas, en las que está presente la misma radiación.

- Por medio de un aparato 10, que genera tal campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X es posible en general la irradiación de sustratos, en particular de tejido. Si el sustrato, que ha de ser irradiado, es, sin embargo, un sustrato sensible y/o la radiación se ha supuesto que es efectuada a una profundidad definida o en una distancia definida a la superficie del sustrato, puede ser necesario que ciertas ubicaciones del tejido y/o próximas al tejido no sean influenciadas por la irradiación. Dicho simplemente, puede desearse que ubicaciones de tejido, que pueden por ejemplo estar en una proximidad inmediata a la ubicación, que ha de ser irradiada, no sean irradiadas.
- Para resolver dicha tarea, se está utilizando actualmente la así denominada protección mecánica 30. En la fig. 2 además de una fuente 11 de radiación se ha mostrado una protección mecánica 30 para influenciar el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X.
- El principio básico del aparato 10 mostrado en la fig. 2 corresponde al del aparato 10 de la fig. 1, de modo que se hace referencia a la descripción correspondiente anterior y está incorporada por referencia junto con ella.
- Utilizando una protección mecánica 30 el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X puede ser influenciado consecuentemente.
- En las figs. 1 y 2 solamente se ha mostrado una representación bidimensional de un campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X. Es, sin embargo, obvio que la representación es una representación simplificada y que la propagación del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X puede ocurrir también en tres direcciones espaciales, lo que quiere decir tridimensionalmente.
- Con la protección mecánica 30 el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X, que esta mostrado en la fig. 2, es influenciado de tal modo, que el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X en la ubicación, donde está posicionada o dispuesta la protección mecánica no sale del aparato 10. Mediante este impedimento de emisión o propagación del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X, tejido, que está en esta ubicación, puede ser protegido de la radiación o del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X.
- En el lado, que no está cubierto o protegido por una protección mecánica 30, el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X puede propagarse de manera similar a la propagación o distribución que se ha mostrado en la fig. 1.
- La opción de influir en el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X utilizando una protección mecánica 30, como se ha mostrado en la fig. 2, tiene la desventaja, de que es necesario un componente adicional. Además, es desventajoso cuando se utiliza una protección mecánica 30, que por ejemplo la forma y/o el tamaño del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X, pueda solamente ser cambiado, utilizando una protección mecánica 30, que está diseñada de manera diferente.
- Estos problemas pueden por ejemplo ser evitados, ajustando o adaptando la forma y/o tamaño del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X resultante, que es emitido desde el objetivo 30, por medio del aparato 10, que está representado y ha sido descrito con respecto a la fig. 1, a especificaciones, variando durante la generación del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X a través del dispositivo 15 de variación al menos un parámetro de la fuente 11 de electrones y/o del haz 12 de electrones. Por ello, las características de emisión de la radiación de rayos X resultante o del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X resultante, son influenciadas.
- Dicha realización se ha mostrado en la fig. 3. La fig. 3 es, sin embargo, una simple representación esquemática para clarificar el principio operativo del aparato 10 de acuerdo con la invención así como del método de acuerdo con la presente invención.
- Por razones de simplificación y para una mejor comparación, se ha mostrado un campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X en la fig. 3, que corresponde al campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X de la fig. 2. En la fig. 3, como un ejemplo, se ha supuesto que un campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X ha de ser generado o proporcionado por medio del aparato 10 mostrado en la fig. 1 y utilizando el dispositivo 15 de variación, cuyo campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X es igual o corresponde al campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X de la fig. 2.
- Con este propósito, parámetros de la fuente 11 de electrones y/o del haz 12 de electrones, que determinan el campo de radiación, son ajustados o definidos por medio del dispositivo 15 de variación de tal modo que el campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X deseado es generado o proporcionado.
- Si la tensión de aceleración, que es necesaria para la generación de una tasa de dosis de radiación y así también para la generación del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X, es cambiada, además de la forma y/o el tamaño del campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X, también la intensidad de radiación, la tasa de dosis de radiación y/o la curva de la tasa de dosis de radiación pueden ser ajustados o seleccionados libremente.
- A través de la interfaz 18 del dispositivo 15 de variación, que está mostrada en la fig. 1, el dispositivo 15 de variación puede recibir valores desde el exterior, por ejemplo puede recibir valores de medición externos, que pueden ser utilizados para variación de los parámetros de la fuente 11 de electrones y/o del haz 12 de electrones. Alternativa o adicionalmente, tales valores pueden ser también introducidos o leídos a través de un dispositivo 21 de entrada del

ES 2 716 140 T3

dispositivo 15 de variación. Estos valores de medición externos pueden así ser utilizados para influenciar en la radiación de rayos X resultante, en particular el campo de radiación de rayos X resultante, en particular sus emisiones características.

- 5 Como se ha mostrado adicionalmente en la fig. 1, el dispositivo 15 de variación tiene un dispositivo 19 de cálculo para calcular y/o generar una especificación para variar al menos un parámetro de la fuente 11 de haz de electrones y/o del haz 12 de electrones a partir de valores de especificación y/o valores de referencia. Alternativa o adicionalmente, está preferiblemente previsto que el dispositivo 15 de variación tenga un dispositivo 20 de implementación para variar al menos un parámetro de la fuente 11 de haz de electrones y/o del haz 12 de electrones con respecto a la especificación calculada y/o generada o recibida y/o a los valores de especificación de entrada y/o valores de referencia.
- 10 Por ello, en particular se da la posibilidad de "preparar" al aparato 10 para generar la radiación de rayos X al caso deseado respectivamente. Por ejemplo, puede conseguirse midiendo y realimentando valores de especificación y/o valores de referencia correspondientes con el dispositivo 15 de variación, mediante puntos de incidencia diferentes del haz 12 de electrones sobre el objetivo 13 a diferentes tensiones de aceleración y con diferentes tiempos de residencia, para generar un campo 50, 51, 52 de radiación de rayos X predeterminado.
- 15 Por ejemplo, puede preverse, que mediante una configuración de medición externa (no mostrada), se determine la isotropía de la fuente de radiación de rayos X. Los valores de isotropía así obtenidos pueden ser leídos a partir de la configuración de medición y pueden ser transmitidos o introducidos en el dispositivo 15 de variación a través de la interfaz 18 o del dispositivo 21 de entrada. Por ello, los valores de medición, por ejemplo valores de medición de isotropía, son realimentados al dispositivo 15 de variación, por ejemplo un software de algoritmo de control. En el
- 20 dispositivo 15 de variación, los nuevos parámetros del haz 12 de electrones son a continuación calculados para esta nueva distribución de campo de radiación de rayos X. Posteriormente, el haz 12 de electrones y/o la fuente 11 de electrones es controlado por medio del dispositivo 15 de variación con estos nuevos parámetros.

Números de referencia

- | | |
|----|--|
| 10 | Aparato para generar radiación de rayos X, en particular para generar un campo de radiación de rayos X |
| 25 | 11 Fuente de electrones |
| | 12 Haz de electrones |
| | 13 Objetivo |
| | 14 Tubo de una sonda de rayos X |
| | 15 Dispositivo de variación |
| 30 | 16 Dispositivo de desviación |
| | 17 Dispositivo de aceleración |
| | 18 Interfaz |
| | 19 Dispositivo de cálculo |
| | 20 Dispositivo de implementación |
| 35 | 21 Dispositivo de entrada |
| | |
| 30 | Protección mecánica |
| | |
| | 50 Campo de radiación de rayos X (propagación) |
| 40 | 51 Campo de radiación de rayos X (propagación) |
| | 52 Campo de radiación de rayos X (propagación) |

REIVINDICACIONES

- 1 Un aparato (10) para generar un campo de radiación de rayos X para terapia de irradiación intra-operativa, que comprende una fuente (11) de haz de electrones para generación de un haz (12) de electrones así como un objetivo (13) para generar el campo de radiación de rayos X por electrones del haz (12) de electrones que incide sobre el objetivo (13), de modo que la radiación de rayos X está siendo emitida desde el objetivo (13), estando formado dicho campo de radiación de rayos X por la totalidad de la radiación de rayos X emitida, estando diseñado dicho aparato (10) para generar un campo de radiación de rayos X ajustable o que se puede cambiar, en donde dicho aparato (10) tiene un dispositivo (15) de variación para variar al menos un parámetro de la fuente (11) del haz de electrones y/o del haz (12) de electrones para influenciar espacialmente el campo de radiación de rayos X, y en donde dicho aparato (10) tiene un dispositivo (16) de desviación para desviar dicho haz (12) de electrones en su trayecto al objetivo (13), caracterizado por que por medio del dispositivo (16) de desviación dicho haz (12) de electrones es movido por encima y sobre el objetivo (13) en un bucle sobre la superficie del objetivo (13), por que dicha dispositivo (15) de variación tiene una interfaz (18) para recibir valores de especificación o valores de referencia externos para generar un campo de radiación de rayos X definido, y/o un dispositivo (21) de entrada para introducir valores de especificación o valores de referencia para generar un campo de radiación de rayos X definido, y por que dicho dispositivo (15) de variación está diseñado para variar parámetros de la fuente (11) del haz de electrones y/o del haz (12) de electrones mientras el haz (12) de electrones está incidiendo sobre el objetivo (13) durante dicho bucle del haz (12) de electrones sobre la superficie del objetivo (13), ajustando así el campo de radiación de rayos X generado a dicho campo de radiación de rayos X definido.
2. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo (15) de variación está diseñado para influenciar la isotropía del campo de radiación de rayos X.
3. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el dispositivo (15) de variación tiene un dispositivo de control para controlar la fuente (11) del haz de electrones y/o el haz (12) de electrones.
4. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el dispositivo (15) de variación está diseñado para ajustar o cambiar las características de emisión del campo de radiación de rayos X emitido desde el objetivo (13).
5. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el dispositivo (15) de variación está diseñado para activar el dispositivo (16) de desviación de tal modo que activando el dispositivo (16) de desviación al menos un parámetro del haz (12) de electrones, en particular las coordenadas del haz (12) de electrones sobre el objetivo (13) y/o la ubicación de incidencia del haz (12) de electrones sobre el objetivo (13) y/o el trayecto de incidencia del haz (12) de electrones sobre el objetivo (13) y/o el radio de un recorrido del haz (12) de electrones sobre el objetivo (13) y/o el tiempo de residencia del haz (12) de electrones en un punto del objetivo (13) es/son variados o es/son variables.
6. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el aparato (10) tiene un dispositivo (17) de aceleración para acelerar los electrones por medio de una tensión de aceleración aplicada y por que el dispositivo (15) de variación está diseñado para activar el dispositivo (17) de aceleración de tal forma que activando el dispositivo (17) de aceleración la tensión de aceleración para acelerar el haz (12) de electrones, que incide sobre el objetivo (13), es variada o es variable.
7. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la interfaz (18) del dispositivo (15) de variación está adaptada para recibir valores de especificación o valores de referencia externos para variar al menos un parámetro de la fuente (11) del haz de electrones y/o del haz (12) de electrones y/o por que el dispositivo (21) de entrada para introducir valores de especificación o valores de referencia está adaptado para variar al menos un parámetro de la fuente (11) del haz de electrones y/o del haz (12) de electrones.
8. Un aparato según la reivindicación 7, caracterizado por que el aparato (10) tiene un dispositivo (19) de cálculo para calcular o generar especificaciones para variar al menos un parámetro de la fuente (11) del haz de electrones y/o del haz (12) de electrones a partir de los valores de especificación o valores de referencia y/o por que el dispositivo (15) de variación tiene un dispositivo (20) de implementación para variar al menos un parámetro de la fuente (11) del haz de electrones y/o del haz (12) de electrones con respecto a la especificación calculada o generada o a los valores de especificación o de referencia recibidos y/o introducidos.
9. Un método para generar un campo de radiación de rayos X ajustable o que se puede cambiar para terapia de irradiación intra-operativa, en donde por medio de una fuente de haz de electrones se genera un haz de electrones, en donde el haz de electrones es dirigido a un objetivo y en donde por medio de los electrones del haz de electrones que inciden sobre el objetivo, es emitida una radiación de rayos X desde el objetivo, estando formada dicho campo de radiación de rayos X por la totalidad de la radiación de rayos X emitida, en donde por medio de un dispositivo de variación al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones es variado, por que por medio de la variación de al menos el parámetro, el campo de radiación de rayos X es influenciado espacialmente, y en donde por medio de un dispositivo de desviación el haz de electrones es desviado en su trayecto al objetivo, caracterizado por que, por medio del dispositivo de desviación, dicho haz de electrones es movido por encima y sobre el

- objetivo en un bucle sobre la superficie del objetivo, por que valores de especificación o valores de referencia externos para generar un campo de radiación de rayos X definido son recibidos en el dispositivo de variación mediante una interfaz y/o por que valores de especificación o valores de referencia para generar una radiación de rayos X definida son introducidos a través de un dispositivo de entrada y por que, por medio del dispositivo de variación, parámetros de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones son variados, utilizando los valores de especificación o los valores de referencia mientras el haz de electrones está incidiendo sobre el objetivo durante dicho bucle del haz de electrones sobre la superficie del objetivo, de tal modo que el campo de radiación de rayos X generado es ajustado a dicho campo de radiación de rayos X definido.
- 5
10. Un método según la reivindicación 9, caracterizado por que por medio del dispositivo de variación la fuente del haz de electrones y/o el haz de electrones son controlados.
- 10
11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado por que por medio del dispositivo de variación, el dispositivo de desviación para desviar el haz de electrones es activado, y por que, por medio de la activación del dispositivo de desviación al menos un parámetro del haz de electrones, en particular las coordenadas del haz de electrones sobre el objetivo y/o la ubicación de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo y/o el trayecto de incidencia del haz de electrones sobre el objetivo y/o el radio de un recorrido del haz de electrones sobre el objetivo y/o el período de residencia del haz de electrones sobre un punto del objetivo es/son variados.
- 15
12. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que por medio del dispositivo de variación es activado un dispositivo de aceleración para la aceleración de los electrones por medio de una tensión de aceleración aplicada y por que, mediante la activación del dispositivo de aceleración es variada la tensión de aceleración para la aceleración del haz de electrones que incide sobre el objetivo.
- 20
13. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado por que mediante dicha interfaz, valores de especificación o valores de referencia externos para variar al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones son recibidos en el dispositivo de variación y/o por que, mediante dicho dispositivo de entrada, valores de especificación o valores de referencia para la variación de al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones son introducidos en el dispositivo de variación y por que, sobre la base de los valores de especificación recibidos y/o introducidos o de una especificación que es calculada en el dispositivo de variación a partir de ellos, por medio del dispositivo de variación, al menos un parámetro de la fuente del haz de electrones y/o del haz de electrones es influenciado.
- 25
14. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que es llevado a cabo mediante un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 30

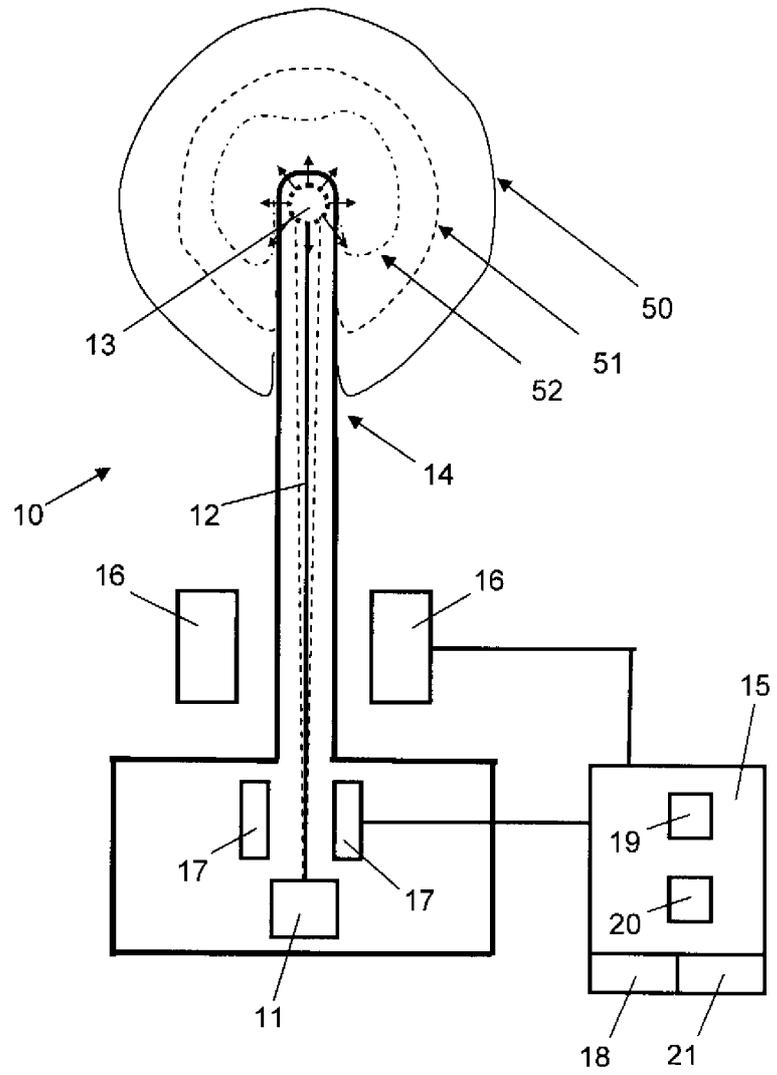


Fig. 1

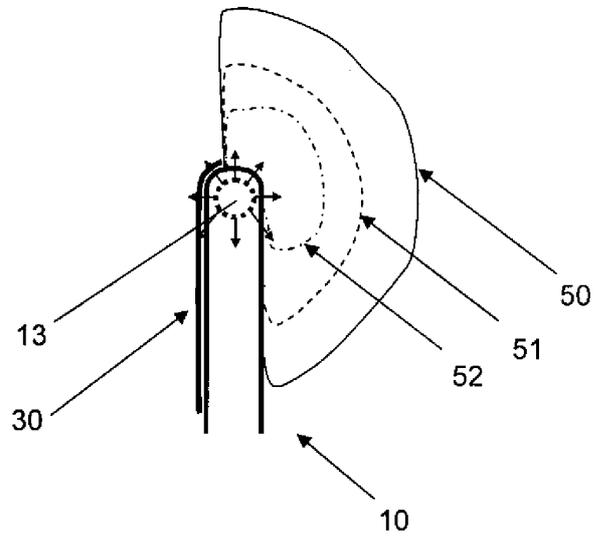


Fig. 2

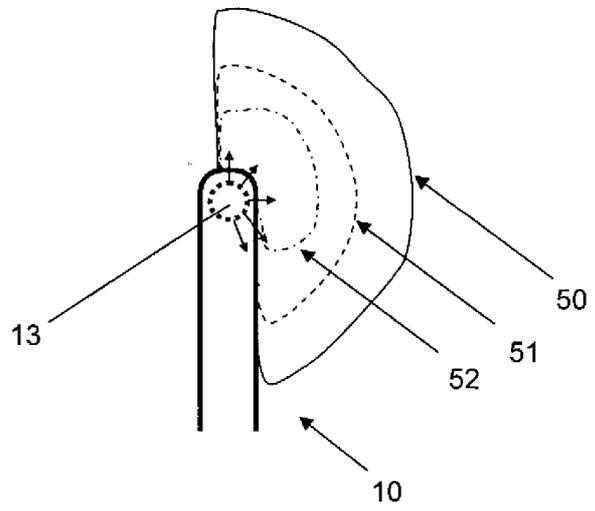


Fig. 3