



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 807**

51 Int. Cl.:

A61N 5/01 (2006.01)

H05H 7/02 (2006.01)

A61N 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06425734 .8**

96 Fecha de presentación : **24.10.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1916015**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.04.2008**

54 Título: **Aparato para radioterapia intraoperatoria con guía de ondas de acoplamiento rotatorio doble.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.11.2011

73 Titular/es: **Pompilio Gatto**
Via del Fontanile Anagnino 161
00118 Roma, IT

72 Inventor/es: **Gatto, Pompilio**

74 Agente: **Álvarez López, Fernando**

ES 2 367 807 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 para radioterapia intraoperatoria con guía de ondas de acoplamiento rotatorio doble.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato electromédico móvil para radioterapia intraoperatoria (o "IORT") por medio de un acelerador lineal de electrones (o "LINAC").

10 Técnica antecedente

Un LINAC de electrones es una guía de ondas al vacío en la que es excitada una onda electromagnética travelling de alta frecuencia, cuyo campo eléctrico axial acelera los electrones. La velocidad de fase de la onda se hace igual a la velocidad de los electrones montando diafragmas perforados en la guía, que delimitan cavidades resonantes acopladas aceleradoras. El LINAC es alimentado por un oscilador de radiofrecuencia (o "RF"), particularmente un magnetrón de cavidad, a través de una estructura o medio de guiado (queriéndose decir, por tal expresión, cualquier estructura o medio adecuado para guiar ondas electromagnéticas, por ejemplo guías de ondas rectangulares o circulares, y cables coaxiales). Una característica de un LINAC es la *colimación* del haz, es decir, el paralelismo de las trayectorias de los electrones que emite.

20

Un "LINAC para IORT" móvil es un aparato móvil para aplicar radiaciones para producir un efecto destructivo sobre un tejido tumoral. La irradiación de electrones tiene la ventaja en relación con la irradiaciones de fotones de penetrar en el tejido tumoral de manera modulada (según la profundidad deseada), con la exclusión de los tejidos sanos circundantes. El cirujano, después de la extracción de un tumor, fija el área que ha de ser tratada con el radioterapeuta y selecciona la energía del haz con el físico sanitario para administrar la dosis apropiada a una profundidad establecida.

25

Un aparato de la técnica conocida incluye un cabezal radiante móvil, o en una palabra, "cabezal", que contiene un grupo de irradiación que incluye un LINAC. El haz emitido por este es colimado por medio de un aplicador y dispersado a través de la interacción con el aire existente dentro del aplicador. El aplicador incluye un aplicador superior, conectado directamente con el cabezal radiante, y un aplicador inferior, que está dispuesto en la brecha quirúrgica. Con el objeto en vista del tratamiento, el aplicador superior, en una fase de funcionamiento de *ensamblaje* (es decir, de alineación y acoplamiento) se alinea con el aplicador inferior, a corta distancia de él, y se conecta a él mediante una tuerca anular.

30

El cabezal radiante está sostenido por un "pedestal", que incluye un brazo articulado montado en una bancada móvil motorizada mediante un acoplamiento que permite su orientación e inclinación. El cabezal radiante está montado en el brazo mediante un acoplamiento que permite su balanceo e inclinación.

40

En los aparatos de la técnica conocida el conjunto de irradiación está montado en el cabezal radiante, y el conjunto generador de RF está montado en el brazo del pedestal, separadamente del cabezal radiante, más allá del acoplamiento de éste. La guía de ondas que conecta el LINAC al conjunto generador de RF es una guía de ondas flexible que se mueve gradualmente sobre el acoplamiento del cabezal radiante, pasando por fuera del aparato, y que, en funcionamiento, se dobla y se retuerce, asumiendo en consecuencia configuraciones de flexión y torsión.

45

Los problemas están relacionados con tal guía de ondas flexible externa, que son superados por el LINAC de radioterapia móvil que constituye el tema de la solicitud de patente europea sin publicar EP06425479, que tiene el título "*Internal-Waveguide Mobile Linac for Radiation Therapy*", presentada el 10 de julio de 2006, a nombre del mismo solicitante de la presente solicitud. El documento EP06425479 se refiere a un aparato electromédico para radioterapia intraoperatoria por medio de un acelerador lineal de electrones, que incluye un brazo que incluye medios para generar ondas electromagnéticas, brazo que sostiene un cabezal radiante que incluye medios para aceleración lineal de electrones, conectado con los medios para generar ondas electromagnéticas a través de medios de guiado, y para tal aparato enseña una solución de fabricación según la cual los medios de guiado incluyen dos tramos de guía de ondas conectados recíprocamente a través de un acoplamiento rotatorio, siendo un tramo de guía de ondas del cual, que pasa entre el cabezal y el brazo, una guía de ondas flexible. De este modo, la guía de ondas externa se sustituye por una guía de ondas interna.

50

Cada uno de los documentos US2006/0193435A1, EP1419799A1 y EP1419801A1 desvela guías de ondas provistas de dos acoplamientos rotatorios que tienen ejes de rotación mutuamente ortogonales, lo cual permite un movimiento oscilante del cabezal de radiación de rayos X en dos direcciones ortogonales.

60

Exposición de la invención

Con la solución enseñada en el documento EP06425479, sin embargo, aún hay presente una guía de ondas flexible, con la que están relacionadas restricciones. Es más, está sometida a una tasa de desgaste, y determina un límite a

65

la libertad del intervalo angular de inclinación del cabezal radiante dentro de $\pm 45^\circ$.

Por otra parte, la presente invención toma sus medidas a partir de la determinación de que es importante el conocimiento de la posición angular del cabezal en el espacio (con respecto a una referencia) – lo cual también depende del producto de sus rotaciones inclinación y balanceo (con respecto a la misma referencia) – en el desarrollo de su funcionamiento, con el objeto de la maniobra de *ensamblaje* y para una correcta colocación de un elemento de radioprotección, es decir el “absorbente de haz”, debajo de la cama de operaciones. El absorbente de haz, compuesto típicamente de un bloque cúbico de plomo que tiene un grosor de 15 cm, es necesario para absorber la radiación de pérdida de energía “dura”, o *Bremsstrahlung*, emitida por los electrones del haz, en la salida del LINAC, que pasa a través del cuerpo del paciente. Es más, esta radiación es peligrosa para las personas que están en o pasan por los lugares que están debajo del quirófano. El absorbente de haz ha de estar centrado en el haz de electrones en la salida del LINAC, la posición del mismo también se determina por las rotaciones de balanceo e inclinación. Por el contrario, las deformaciones que sufre la guía flexible en su funcionamiento no permiten una medición precisa de la posición angular de inclinación del cabezal radiante.

Por otra parte, el conocimiento antes mencionado es útil para verificar a distancia el buen estado de funcionamiento del aparato, lo cual puede comprobarse verificando la respuesta correcta de él a los comandos.

Por lo tanto, el objeto de esta invención es proporcionar un LINAC de guía de ondas interna para IORT en el que se eliminan la guía de ondas flexible antes mencionada y las restricciones relacionadas con la misma; particularmente, en el que el cabezal radiante tiene un intervalo angular de inclinación de $\pm 90^\circ$; y en el que el ángulo de inclinación del cabezal radiante resulta ser medido con precisión, de manera que la posición angular del mismo, como resultado también de las rotaciones de balanceo e inclinación del mismo, y, en consecuencia, la dirección en el espacio del haz de electrones en la salida del LINAC montado en el cabezal resultan ser computables con precisión.

Tal objeto se alcanza según esta invención proporcionando que un aparato LINAC para IORT incluya, en combinación, un primer acoplamiento rotatorio y un segundo acoplamiento rotatorio, que tengan ejes de rotación respectivos, que sean perpendiculares entre sí; acoplamientos rotatorios que sostienen el cabezal radiante del aparato en el brazo del pedestal respectivamente móvil en balanceo e inclinación; y que los medios de guiado para alimentar al LINAC incluyan tres tramos separados mecánicamente, de los que un tramo extremo de salida de los medios para generar ondas electromagnéticas y un tramo extremo de entrada a los medios de aceleración lineal de electrones, y un tramo intermedio entre los mismos, que los conecta, en el que los tramos extremos estén puestos en continuidad eléctrica a través del primer y el segundo acoplamiento rotatorio. De este modo, todos los medios de guiado, ya no sometidos a ninguna deformación en el desarrollo de las rotaciones del cabezal radiante, pueden ser guías de ondas rígidas, y se alcanza el objeto de la presente invención.

El segundo acoplamiento rotatorio, cuando rota, puede proporcionar la medida del ángulo de inclinación del cabezal radiante. El eje de rotación del primer acoplamiento es perpendicular al del segundo acoplamiento.

La presente invención prevé que estén provistos medios para detectar las posiciones angulares respectivas de inclinación y balanceo de las partes móviles de los dos acoplamientos rotatorios, por ejemplo, un codificador en correspondencia con cada uno. Los valores detectados proporcionados por tales medios pueden proporcionarse así a medios de cálculo, en comunicación funcional con los mismos, adecuados para calcular, basándose en tales balanceo e inclinación, la posición angular del haz de electrones y todos los datos relacionados con el mismo para las maniobras de ensamblaje y la colocación del absorbente de haz. Los medios de cálculo pueden proporcionar estos valores a medios de visualización para un operador o a un sistema de control automático del aparato.

Por lo tanto, el tema de esta invención es un aparato electromédico para radioterapia intraoperatoria por medio de un acelerador lineal de electrones según la reivindicación 1 independiente adjunta. Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones subordinadas.

Breve descripción de las figuras de los dibujos

La presente invención se comprenderá completamente basándose en la siguiente exposición detallada de una realización preferida de la misma, ofrecida únicamente a modo de ejemplo, en absoluto como restricción, haciendo referencia al dibujo adjunto, en el que:

- La FIGURA 1 representa una vista en perspectiva de un LINAC para IORT según la presente invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

El brazo articulado A está representado en la FIGURA 1 de un aparato LINAC para IORT, comprendiendo en una primera extremidad del mismo un alojamiento 1 pensado para contener una fuente de alimentación de alta tensión y un conjunto generador de RF que incluye un oscilador, por ejemplo un magnetrón de cavidad o un klistrón. En una segunda extremidad, opuesto al primero, el brazo A sostiene un cabezal radiante 2 que incluye un LINAC de

electrones 20, dotado de un diafragma de salida 20' del haz de electrones emitido por el LINAC.

El brazo A está montado mediante un acoplamiento de brazo 3 que lo sostiene en el movimiento de inclinación, o una articulación (no representada) construida para ser montada en movimiento de orientación sobre una bancada 5 móvil motorizada (no representada). El acoplamiento del brazo 3 se encuentra en una posición intermedia entre el alojamiento 1 y el cabezal radiante 2.

El cabezal radiante 2 está montado mecánicamente sobre el brazo articulado A por medio de la combinación de un primer y de un segundo acoplamiento rotatorio. El primer acoplamiento rotatorio, o acoplamiento de balanceo 4, 10 incluye una parte fija 41, integral con el brazo A, y una parte móvil 42. El segundo acoplamiento rotatorio, o acoplamiento de inclinación 5, preceptivo, incluye una parte fija 51 integral con la parte móvil 42 del acoplamiento de balanceo 4, y una parte móvil 52 montada integral con el LINAC 20. El eje de rotación del acoplamiento de inclinación 5 es perpendicular al eje de rotación del acoplamiento de balanceo 4.

15 El cabezal radiante 2 está sostenido por un pivote 63 que tiene su eje de rotación coaxial con el del segundo acoplamiento 5 y engranado por una rueda dentada 22 a través de la cual se acciona el movimiento de inclinación del mismo.

Las ondas electromagnéticas en la salida del oscilador de RF son transferidas al LINAC 20 a través de un conjunto 20 de guía de ondas 6, que incluye tres tramos separados mecánicamente, de los cuales uno extremo 61 en la salida del oscilador y uno extremo 62 en la entrada del LINAC (a través de un adaptador de inserción de guía de ondas rígida 23), conectados a través de un tramo intermedio 63, con los cabezales de los mismos son puestos respectivamente en continuidad eléctrica a través del primer y segundo acoplamiento rotatorio 4 y 5.

25 La combinación anteriormente mencionada de acoplamiento rotatorio doble y conjunto de guía de ondas de tres tramos, aparentemente permitirá las rotaciones tanto en balanceo como inclinación del cabezal, sin deformación de los tramos de la guía de ondas. Así, todos estos pueden estar formados de guías de ondas rígidas.

Se prevé que estén provistos codificadores, u otros medios (no ilustrados) para detectar las posiciones angulares 30 respectivas de inclinación y balanceo de las partes móviles de los dos acoplamientos rotatorios, en correspondencia con cada uno de ellos, conjuntamente con una placa de circuito u otro medio de cálculo, en conexión funcional con los codificadores, adecuados para calcular la posición del haz de electrones en la salida del LINAC, basándose también en tales posiciones de inclinación y balanceo. Los medios para detectar las posiciones angulares y las placas de circuito adecuados para el objeto anteriormente mencionado entran dentro de la experiencia de la persona 35 media en la técnica y, por lo tanto, no se describirán en este documento.

La presente invención se ha descrito e ilustrado haciendo referencia a una realización preferida de las misma, pero ha de comprenderse expresamente que pueden realizarse variaciones, añadidos u omisiones en la misma, sin apartarse del ámbito relevante de protección, que sólo queda restringido por las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato electromédico para radioterapia intraoperatoria por medio de irradiación de electrones producida por medio de un acelerador lineal de electrones, comprendiendo dicho aparato un brazo (A) que incluye medios para generar ondas electromagnéticas, brazo que sostiene un cabezal radiante (2) que incluye medios para la aceleración
5 lineal de electrones (20), que emite un haz de electrones en su salida (20') del cabezal radiante (2), medios para la aceleración lineal de electrones que son alimentados por dichos medios para generar ondas electromagnéticas a través de medios de guiado (6), en el que el aparato comprende en combinación un primer acoplamiento rotatorio (4) y un segundo acoplamiento rotatorio (5), que tienen ejes de rotación respectivos; primer y segundo acoplamiento rotatorio que incluyen respectivamente una parte fija (41, 51) y una parte móvil (42, 52), primer y segundo
10 acoplamiento rotatorio (4, 5) que sostienen dicho cabezal radiante (2) sobre dicho brazo (A) respectivamente en movimiento de balanceo e inclinación; siendo el eje de rotación de dicho primer acoplamiento rotatorio (4) perpendicular al eje de rotación de dicho segundo acoplamiento rotatorio (5); incluyendo dichos medios de guiado (6) tres tramos separados mecánicamente, de los cuales un tramo extremo (61) en la salida de dichos medios para generar ondas electromagnéticas y un tramo extremo (62) de entrada (23) a dichos medios de aceleración lineal de
15 electrones (20), y un tramo intermedio (63) entre los mismos, que los conecta, en el que dichos tramos extremos (61, 62) están puestos respectivamente en continuidad eléctrica a través de dichos primer y segundo acoplamientos rotatorios (4, 5) con los cabezales del tramo intermedio (63).
2. Aparato según la Reivindicación 1, en el que dichos tramos (61, 62, 63), incluidos por dichos medios de guiado
20 (6), son guías de ondas rígidas.
3. Aparato según la Reivindicación 1, que además incluye medios para detectar la posición angular de dichas partes móviles de dichos acoplamientos rotatorios.
- 25 4. Aparato según la reivindicación 1, en el que el brazo comprende en una extremidad del mismo un alojamiento que contiene una fuente de alimentación de alta tensión y un conjunto generador de radiofrecuencia que incluye un oscilador.

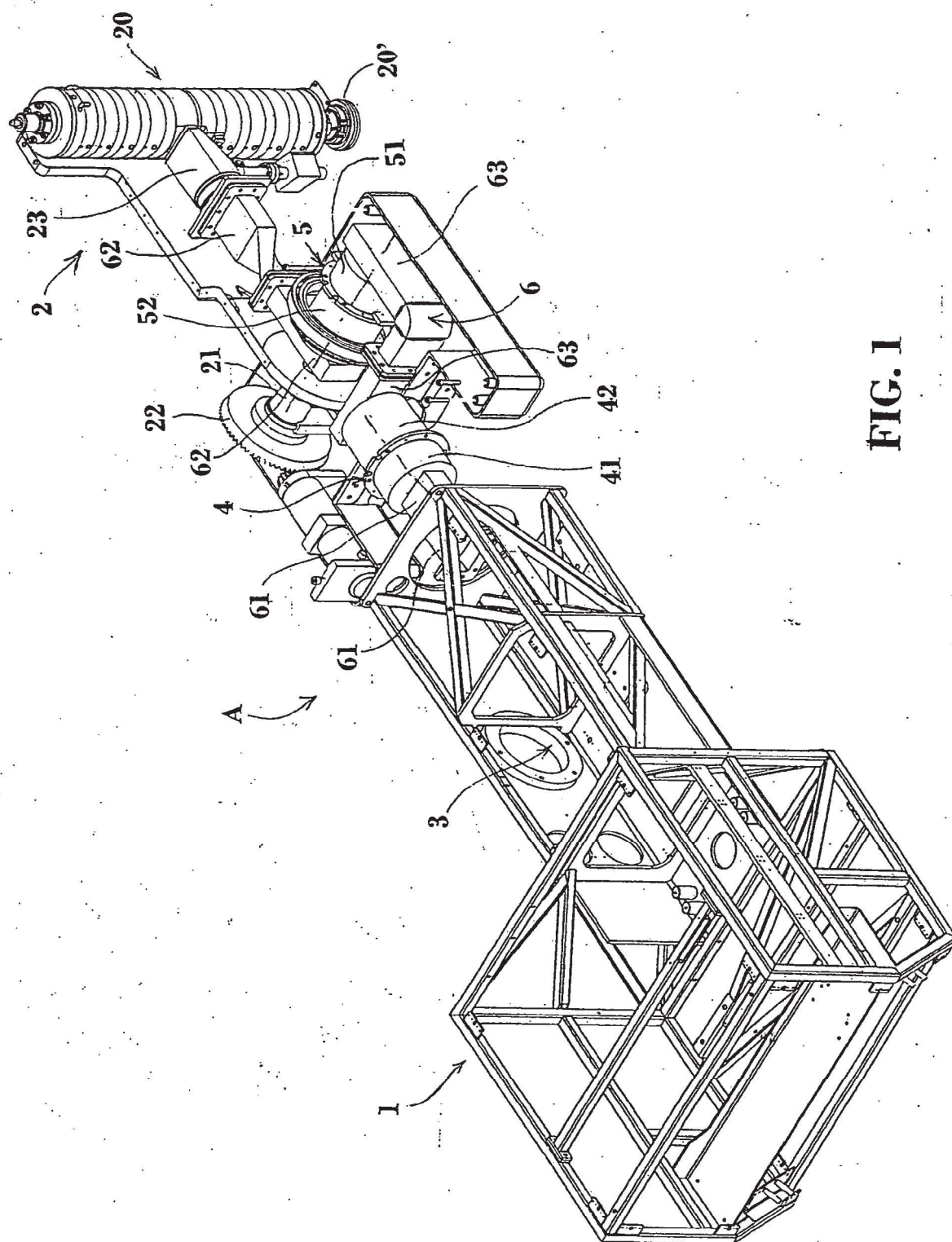


FIG. 1