

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 140**

51 Int. Cl.:

H05H 7/22 (2006.01)

H05H 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2013** **E 13175973 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016** **EP 2825000**

54 Título: **Acelerador lineal de protones vertical auto-blindado para terapia de protones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.06.2016

73 Titular/es:

ADAM S.A. (100.0%)
Avenue Louis Casai 18
1209 Geneva, CH

72 Inventor/es:

UNGARO, DONATELLA y
NARDULLI, JOCOPO

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 575 140 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

Acelerador lineal de protones vertical auto-blindado para terapia de protones

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un aparato para aceleración lineal de protones para terapia de protones.

10 La terapia de protones es un tipo de terapia de partículas que usa un haz de protones para irradiar el tejido enfermo, con más frecuencia en el tratamiento del cáncer. La principal ventaja de la terapia de protones es la capacidad de localizar con más precisión la dosis de radiación en comparación con otros tipos de radioterapia de haz externa.

15 En el pasado y en el presente, se han seguido varios enfoques técnicos para el acelerador que produce el haz de protones. Principalmente se han usado aceleradores circulares, como ciclotrones (o sincrociclotrones) y sincrotrones.

También se han propuesto diferentes tipos de aceleradores como aceleradores lineales, y están actualmente en desarrollo en algunos centros de investigación (Italia, CERN).

20 Uno de los principales problemas en contra de la difusión de la terapia de protones se relaciona con el coste de la instalación. A pesar de la calidad indudablemente superior del tratamiento de protones frente a la radioterapia de rayos X, la diferencia de costes entre una instalación de terapia de protones y la mejor instalación de rayos X sigue siendo demasiado alta para permitir una amplia difusión del tratamiento de la terapia de protones.

25 El coste de una instalación de terapia de protones está estrictamente relacionado con el trazado de las instalaciones. El coste del acelerador cubre sólo una pequeña porción (normalmente alrededor del 20-30%) de los costes generales, la mayor parte se debe a las infraestructuras, la construcción, el blindaje y la electricidad.

30 El principal inconveniente de los aceleradores circulares para su uso en las instalaciones de terapia de protones se debe simplemente al trazado de planta que se requiere, y especialmente al pesado blindaje requerido para el funcionamiento de esos aceleradores. Estos aceleradores pierden normalmente partículas de alta energía que generan radiación dispersa en el entorno (neutrones y rayos X).

35 En los ciclotrones y sincrociclotrones una partícula se acelera en los círculos para la energía deseada y luego se expulsa de la máquina mediante un proceso de extracción cuya eficacia no es mayor del 70%. Así que algún haz de alta energía se queda dentro del acelerador. Los aceleradores circulares son máquinas muy pesadas, con pesos del orden de 200 a 500 toneladas y con un rango de diámetro de 2 a 6 metros dependiendo de si está construido con bobinas superconductoras o con bobinas conductoras normalmente. La energía del haz se fija a la energía máxima admisible de modo que para irradiar a los pacientes con una energía inferior se tiene que usar un degradador externo. Esto, al mismo tiempo degrada también la calidad del haz, de tal manera que se necesita un filtro de emitancia que transmite sólo el 70% -10% de la corriente generada, en función de los parámetros de degradación de energía.

45 A diferencia de los aceleradores circulares, los aceleradores lineales, conocidos también como "linac", no hacen circular la partícula, sino que las partículas pasan por una serie de cavidades resonantes dispuestas linealmente.

Un acelerador lineal se compone de dos elementos esenciales. El resonador, que tiene la función de acelerar las partículas, y el sistema de enfoque, que se usa para contener y confinar el haz de partículas.

50 Las ventajas principales de un linac para su aplicación en la terapia de protones consisten en la dimensión del acelerador, que es bastante pequeña en las dimensiones transversales mientras que se expande en dimensión longitudinal.

55 Lo que es más, en un linac la transmisión de partículas de menor a mayor energía puede producirse prácticamente sin pérdidas de partículas. Estas dos características se combinan de modo fructífero, de modo que se obtenga un acelerador que se puede blindar fácilmente simplificando los requisitos de radio protección.

El documento US 4392080 divulga un acelerador lineal de partículas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

60

Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un acelerador lineal de protones que se puede instalar en áreas con espacios limitados.

65

Por ello, la invención propone un acelerador lineal de protones que incluye una pluralidad de componentes de

acelerador dispuestos uno tras otro, comprendiendo dichos componentes de acelerador una fuente de protones y una pluralidad de unidades de aceleración, incluyendo además dicho acelerador una estructura de soporte reticular para soportar dichos componentes de acelerador, estando dicha estructura de soporte conformada como un prisma con una sección transversal poligonal y teniendo una pluralidad de caras laterales que unen los extremos opuestos del prisma, en el que dicha estructura de soporte está dispuesta concéntricamente con respecto a dichos componentes de acelerador, y en el que está montada una pluralidad de losas de blindaje de material de blindaje contra la radiación en las respectivas aberturas formadas en dichas caras laterales de la estructura de soporte.

5 La estructura de soporte de la presente invención permite que el linac se ubique en cualquier dirección, incluso verticalmente, siendo las estructuras ligeras y fáciles de montar. Por lo tanto, se puede concebir un linac vertical. Tal linac se puede ubicar en una torre con tan sólo la sala de tratamiento bien situada en el sótano de un centro hospitalario existente. Esta disposición, que no es posible con cualquier otro tipo de acelerador, si no es un linac, pueden resolver los problemas de instalación en áreas con espacio limitado.

15 Breve descripción de los dibujos

Se describirá ahora una realización preferida, pero no limitante, de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 - la figura 1 es una vista lateral esquemática en alzado que muestra un acelerador lineal de protones de acuerdo con la invención; y

- la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de un segmento del acelerador de la figura 1.

25 Descripción detallada

Con referencia a la figura 1, se muestra un acelerador lineal de acuerdo con una realización preferida de la invención. Este acelerador comprende convencionalmente una pluralidad de componentes 10 de acelerador dispuestos uno tras otro y rígidamente conectados entre sí, de modo que formen una única estructura de cadena. En particular, dichos componentes de acelerador comprenden una fuente 11 de protones, preferiblemente una fuente de protones de microondas o duoplasmatrón que proporciona un haz impulsado de protones de hasta 40 keV, un inyector 13, preferiblemente un inyector tetrápolo de radiofrecuencia (RFQ) que trabaja en el intervalo de frecuencias de RF de entre 350 MHz y 750 MHz y que aumenta la energía del haz de protones en el intervalo de 3-5 MeV, y una pluralidad de unidades 15, 17 de aceleración, preferiblemente un segmento acoplado lateral de tubo de deriva de linac (SCDTL) de 3 GHz compuesto por diversas unidades 15 de SCDTL, que aumenta la energía del haz de protones hasta una energía en el intervalo de 30 a 70 MeV, seguido de un segmento acoplado de cavidad de linac (CCL) de 3 GHz compuesto por diversas unidades de CCL, que aumenta la energía del haz de protones hasta de 230 a 250 MeV.

40 En las unidades 15 de SCDTL, la focalización provendría de tener tanques cortos compuestos por unas pocas células cada uno y una focalización teatrápola entre los tanques.

45 En el CCL, con el fin de enfocar el haz, las células se ponen juntas en tanques de longitud limitada (un tanque contiene normalmente entre 14 y 20 células de aceleración) y entre los tanques se colocan tetrápolos permanentes (PMQ); el campo electromagnético pasa de un depósito al siguiente mediante un acoplador de puente.

La potencia para el linac completo será proporcionada por varias unidades de potencia de RF (no mostradas). Cada unidad de potencia estará compuesta por un modulador y un klystrón. La potencia se suministra a los tanques de aceleración mediante el sistema de red de RF.

50 El acelerador lineal de protones de acuerdo con la invención incluye adicionalmente una estructura reticular 20 de soporte para soportar los componentes 10 de acelerador. Como se muestra claramente en la figura 2, la estructura 20 de soporte está conformada como un prisma con una sección transversal poligonal, en particular cuadrada, y tiene una pluralidad de caras laterales 21 que unen los extremos opuestos del prisma. Desde el punto de vista estructural, la estructura 20 de soporte se compone de una red de haces interconectados de modo que formen un bastidor en forma de prisma. Tal disposición de haces define una pluralidad de aberturas 23 en las caras laterales 21 del prisma. En la realización mostrada en los dibujos, estas aberturas están configuradas como ventanas de forma cuadrada.

60 La estructura 20 de soporte está dispuesta concéntricamente con respecto a los componentes 10 de acelerador. Se proporcionan medios de conexión (no mostrados) entre al menos algunos de los componentes 10 de acelerador y la estructura 20 de soporte, para conectar el acelerador lineal a la estructura 20 de soporte y permitir que el acelerador lineal esté soportado por la estructura 20 de soporte.

65 En particular, el acelerador lineal y la estructura 20 de soporte están ubicados verticalmente. Por ejemplo, pueden estar instalados dentro de un eje formado en un edificio de varios pisos tal como una torre. Con este fin, la estructura

ES 2 575 140 T3

20 de soporte está equipada con una pluralidad de ménsulas laterales 25 extendiéndose lateralmente desde, e integral con, la estructura 20 de soporte; por medio de las ménsulas laterales 25, la estructura 20 de soporte se apoya en los diversos pisos F del edificio de varios pisos.

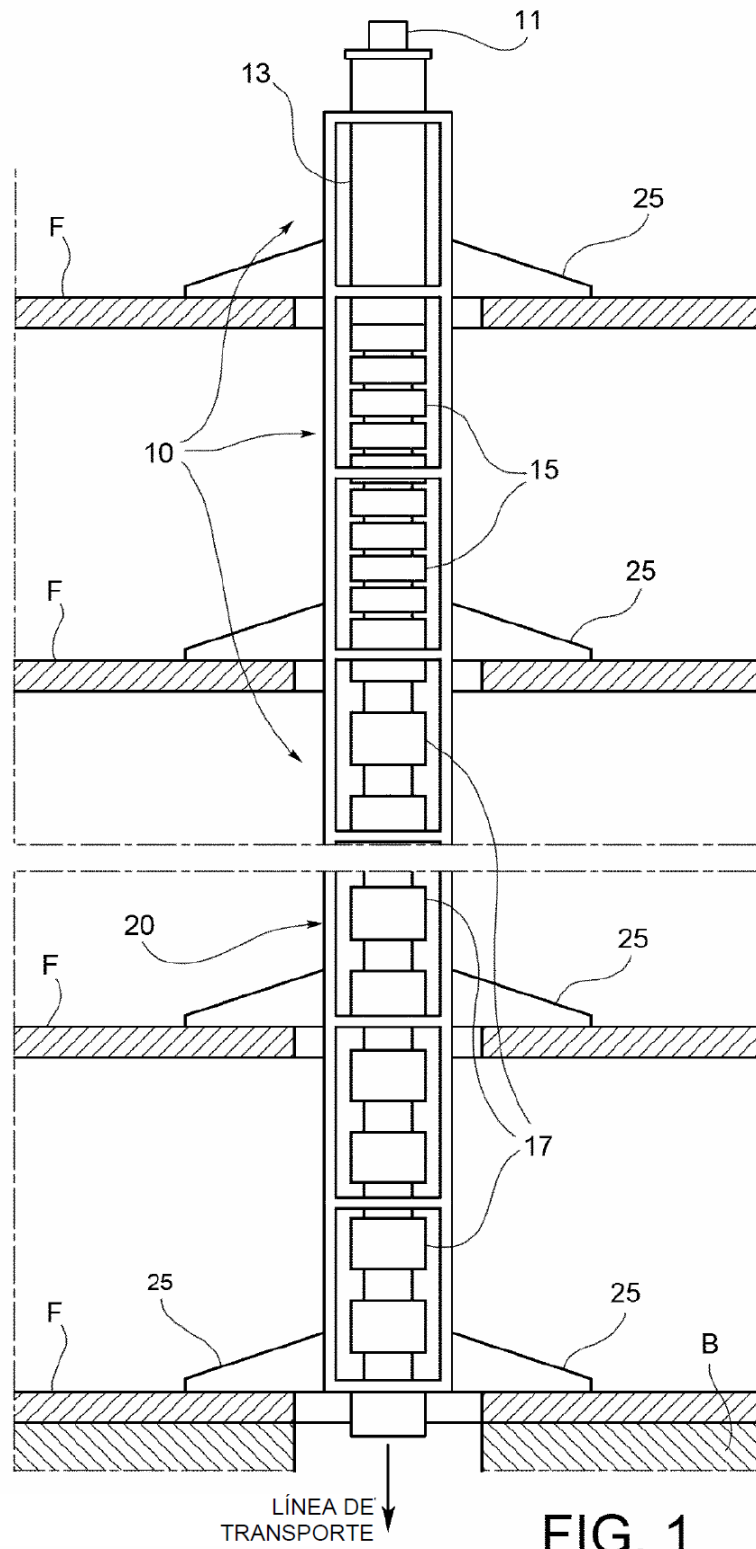
- 5 Las salas de tratamiento (no mostradas) se conforman dentro de un sótano B del edificio; se proporciona una línea de transporte del haz compuesta de dipolos y tetrápolos magnéticos en el extremo de salida (inferior) del acelerador lineal para suministrar el haz de protones a las salas de tratamiento.

- 10 El acelerador lineal de protones compacto auto-blindado para terapia de protones está equipado en la realización preferida con un blindaje local de radiación que impide el flujo de salida de la radiación espuria (neutrones, rayos gamma) generada en la estructura por las muy escasas pérdidas del haz.

- 15 El blindaje local de radiación (mostrada en la figura 2) son losas 30 de material de blindaje contra la radiación montadas en las aberturas 23 formadas en las caras laterales 21 de la estructura 20 de soporte. El material de blindaje contra la radiación se selecciona preferiblemente de entre el grupo que consiste en material hidrogenado, cadmio, plomo o cualquier combinación de éstos. Las losas 30 de blindaje están ubicadas muy cerca de los componentes 10 de acelerador y están montadas en el bastidor 20.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un acelerador lineal de protones que incluye una pluralidad de componentes (10) de acelerador dispuestos uno tras otro, comprendiendo dichos componentes de acelerador una fuente (11) de protones y una pluralidad de unidades (15, 17) de aceleración, y que incluye adicionalmente una estructura reticular (20) de soporte para soportar dichos componentes de acelerador, estando dicha estructura de soporte conformada como un prisma con una sección transversal poligonal y teniendo una pluralidad de caras laterales (21) que unen extremos opuestos del prisma, en el que dicha estructura de soporte está dispuesta concéntricamente con respecto a dichos componentes de acelerador, estando dicho acelerador caracterizado porque una pluralidad de losas (30) de blindaje de material de blindaje contra la radiación están montadas en respectivas aberturas (23) formadas en dichas caras laterales de la estructura de soporte.
- 10
- 15 2. Un acelerador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha fuente de protones es una fuente de protones de microondas o duoplasmatrón.
3. Un acelerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos componentes de acelerador comprenden adicionalmente un inyector (13), preferiblemente un inyector tetrápolo de radiofrecuencia, dispuesto tras la fuente de protones.
- 20 4. Un acelerador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas unidades de aceleración comprenden una pluralidad de unidades de linac laterales acopladas (15) de tubo de deriva y una pluralidad de unidades de linac acopladas (17) de cavidad.
- 25 5. Un acelerador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho acelerador y dicha estructura de soporte están ubicados verticalmente.
- 30 6. Un acelerador de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicha estructura de soporte se va a instalar dentro de un edificio de varios pisos, y está equipada con una pluralidad de ménsulas laterales (25) que se extienden lateralmente desde la estructura de soporte, proporcionándose dichas ménsulas laterales para soportar la estructura (20) de soporte en respectivos pisos del edificio de varios pisos.



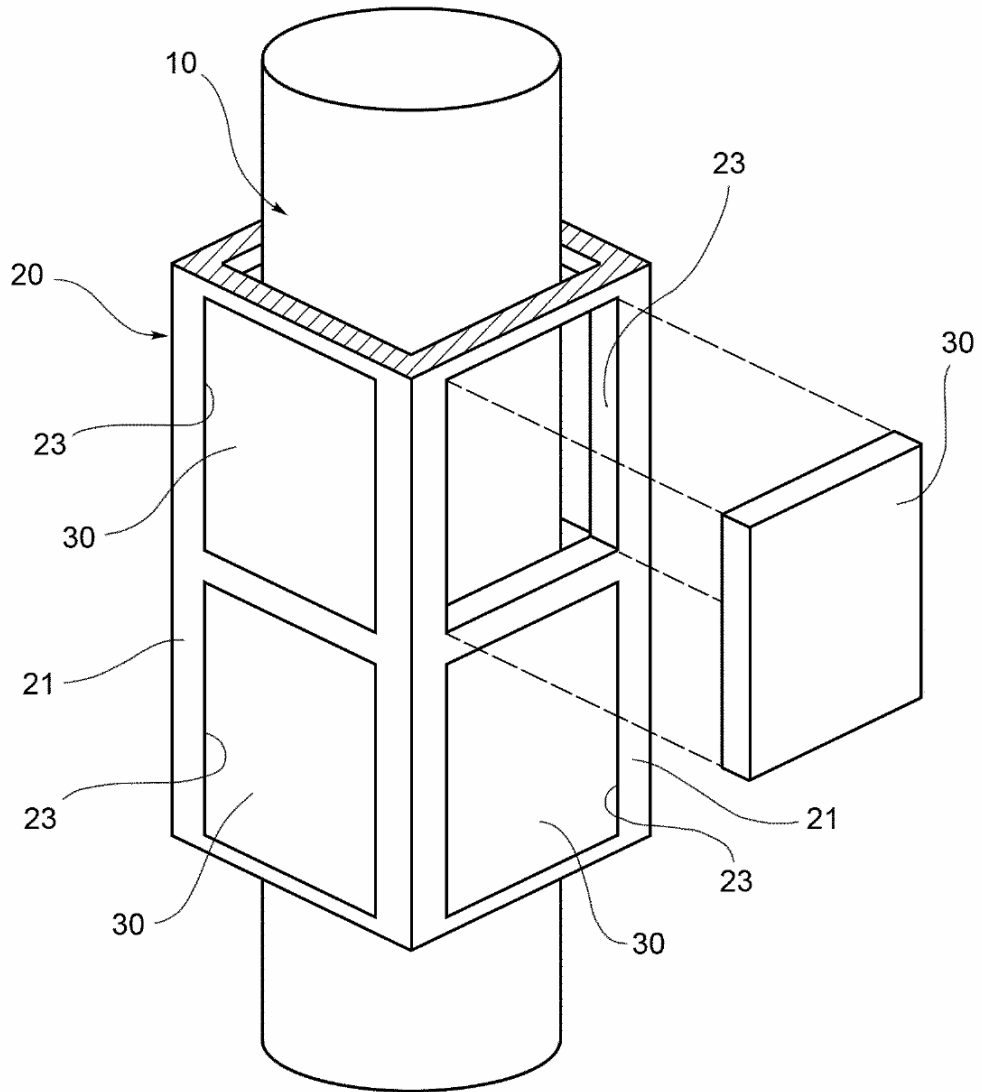


FIG. 2