

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 944**

51 Int. Cl.:

G21F 7/00	(2006.01)
G21F 3/04	(2006.01)
G01R 33/42	(2006.01)
B23Q 1/00	(2006.01)
F16M 7/00	(2006.01)
E04H 3/08	(2006.01)
E04F 15/02	(2006.01)
E02D 27/44	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2014 PCT/US2014/060588**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15057770**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2014 E 14854631 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3058574**

54 Título: **Módulo de bóveda de radiación con bastidor base ajustable**

30 Prioridad:

15.10.2013 US 201361891286 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.07.2020

73 Titular/es:

**RAD TECHNOLOGY MEDICAL SYSTEMS, LLC
(100.0%)
20801 Biscayne Blvd., Suite 403
Aventura, FL 33180, US**

72 Inventor/es:

**LEFKUS, JOHN, J., III y
OQUIST, CHERI, A.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 774 944 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

Módulo de bóveda de radiación con bastidor base ajustable

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a instalaciones de radioterapia y a métodos de fabricación y uso de las mismas. De manera más particular, pero no exclusivamente, la presente invención se refiere a un módulo de bóveda de radioterapia que tiene un bastidor base para el equipo de radioterapia que está montado de forma ajustable dentro del módulo para permitir el ajuste de la nivelación del bastidor base independientemente de la nivelación (o falta de la misma) del módulo de bóveda o suelo de la bóveda circundante.

Un equipo emisor de radiación tiene una serie de aplicaciones bien conocidas. El equipo emisor de radiación se usa para examinar envases y cargas en fronteras y para realizar ensayos no destructivos. En el campo médico, el equipo emisor de radiación se usa en el diagnóstico y en el tratamiento de una serie de enfermedades. No es sorprendente que los fabricantes de este equipo estén realizando mejoras continuamente. La radiación emitida por el equipo del tipo descrito como "terapéutico" o "para tratamiento" se suele denominar "de alta energía", y normalmente es superior a 1 mV.

Por ejemplo, la terapia de radiación (actualmente denominada radioterapia) se ha llegado a usar ampliamente en el tratamiento del cáncer y de otras varias afecciones no malignas, y el equipo moderno de radioterapia tiene mejores capacidades para dirigirse y destruir tejidos específicos evitando a la vez el tejido sano adyacente. Como resultado de ello, el uso del equipo de radioterapia hasta la fecha puede producir mejores resultados para los pacientes, así como proporcionar otros beneficios a los gestores de la instalación, tal como la mayor facilidad de uso, una mayor eficacia y/o un mayor rendimiento para el paciente.

A pesar de estos beneficios, no ha puesto en práctica la modernización de muchas instalaciones de radioterapia existentes. El equipo existente de radioterapia, como muchos otros tipos de equipos emisores de radiación, normalmente está alojado dentro de una bóveda de blindaje contra la radiación para proteger al personal circundante de los efectos dañinos de la radiación. Debido a los altos niveles de radiación que se aplican (es decir, normalmente superiores a 1 MV), las bóvedas existentes se suelen construir bajo tierra y/o con paredes de hormigón que son de varios metros de espesor. Como resultado de ello, el proceso de retirar el equipo existente, de instalar una unidad de remplazo moderna, y de realizar cualquier remodelación y reconfiguración necesarias normalmente es un proceso que dura de tres a cinco meses, durando algunos proyectos hasta un año. La perspectiva de que una instalación de radioterapia no funcione durante un tiempo tan prolongado, con la consiguiente interrupción del tratamiento para los pacientes, pérdida de ingresos para la instalación y posible pérdida de referencias, es simplemente inaceptable para muchos gestores de instalaciones. Como resultado de ello, se estima que, hoy en día, hay miles de aceleradores lineales médicos en uso que están técnicamente obsoletos y que necesitan ser reemplazados de inmediato.

Una solución al desafío es proporcionar una instalación de radioterapia que se pueda construir y utilizar de manera rápida y rentable durante períodos relativamente cortos, tal como durante solo un año. El documento US 2013 111 825 describe uno de dichos métodos de construcción, en el que la instalación se construye en gran medida en una fábrica y se lleva al sitio en una serie de módulos, y uno de ellos viene preinstalado con el equipo de radioterapia. Si bien el sistema descrito fue en gran medida un éxito, hay posibilidad de mejora.

En una forma, la presente invención mejora el enfoque descrito en el documento US 2013 111 825 al proporcionar la capacidad de realizar ajustes precisos en la orientación del equipo de radioterapia muy sensible tras la construcción de algunas o todas las instalaciones. Si bien, en el presente documento, se describe en el contexto de la construcción modular, se ha de entender que la invención no se limita a la misma, y puede emplearse útilmente en otras técnicas de construcción de bóvedas para proporcionar la capacidad de ajustar la nivelación del equipo de radioterapia independientemente del suelo de la bóveda circundante.

Breve resumen

La presente invención proporciona sistemas y técnicas para construir y usar instalaciones de tratamiento mediante radioterapia integradas que incluyen un equipo productor de radiación y bóvedas de blindaje contra la radiación. Aunque la naturaleza real de la invención cubierta en el presente documento solo puede determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas a la misma, a continuación, se describen brevemente determinados aspectos de la invención que son característicos de las realizaciones desveladas en el presente documento.

De acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona una instalación de radioterapia temporal que cumple las normas de construcción para su uso durante el tiempo en el que se esté actualizando o modernizando una instalación existente.

Según otro aspecto, la presente invención proporciona un método de mantenimiento de la continuidad del tratamiento de radioterapia durante una transición de equipo.

Según otro aspecto, la presente invención proporciona una instalación de radioterapia temporal que cumple los códigos de construcción que se puede establecer y ponerse en uso rápidamente y de forma rentable.

5 Según otro aspecto, la presente invención proporciona un módulo de bóveda de radiación para soportar un dispositivo de radioterapia en el que se pueda ajustar la nivelación del bastidor base del equipo independientemente de la nivelación del módulo circundante.

10 Según otro aspecto, la presente invención proporciona una bóveda de radiación con un bastidor base integrado en el que se pueden realizar fácilmente ajustes en la orientación del bastidor base después de que el equipo haya estado en uso durante un período de tiempo.

La invención se define en las reivindicaciones, siendo otras realizaciones meramente ilustrativas.

15 **Breve descripción de las varias vistas de los dibujos**

Aunque los rasgos distintivos característicos de la presente invención se señalarán particularmente en las reivindicaciones, la propia invención y el modo en que puede realizarse y usarse, se puede entender mejor por referencia a la siguiente descripción tomada en relación con las figuras adjuntas que forman parte de la misma.

20 La FIG. 1 muestra el plano de planta de una instalación de radioterapia completa de acuerdo con una realización. La FIG. 2 es una vista en alzado lateral, en sección completa, de la instalación de la FIG. 1.

La FIG. 3 es una vista en alzado terminal, en sección completa, de la instalación de la FIG. 1.

La FIG. 4 es un diseño de la vista en planta superior de la cimentación para la instalación de la FIG. 1.

25 La FIG. 5 es una vista en sección terminal, parcial, de la cimentación observada a lo largo de la línea 5-5 de la FIG. 4.

La FIG. 6 es una vista en perspectiva esquemática que muestra la instalación de un soporte en una viga de cimentación.

30 La FIG. 7 es una vista en perspectiva esquemática que muestra la instalación de otro soporte en una viga de cimentación.

La FIG. 8 es una vista en perspectiva esquemática que muestra la instalación de soportes en una losa de hormigón según las instalaciones existentes del sistema correspondiente al documento US 6.973.758 (el Rad Pro).

35 La FIG. 9 es una vista en alzado que muestra la unidad de puerta de blindaje contra la radiación instalado en la instalación de la FIG. 1.

La FIG. 10 es una vista superior parcial observada a lo largo de la línea 10-10 de la FIG. 9.

La FIG. 11 muestra una vista en perspectiva en una sección parcial del bastidor base dentro de la estructura del suelo del módulo de la sala de tratamiento con las partes del módulo circundante y la cimentación retiradas para mayor claridad. La FIG. 12 muestra una vista ampliada de la parte indicada de la FIG. 11.

40

Descripción detallada

Con el fin de facilitar la comprensión de los principios de la invención, a continuación, se hará referencia a las realizaciones ilustradas en los dibujos, y se usará un lenguaje específico para describir las mismas. No obstante, se entenderá que no se pretende limitar el alcance de la invención mediante las mismas. Las alteraciones y modificaciones adicionales en los dispositivos ilustrados, y dichas aplicaciones adicionales de los principios de la invención que se ilustran en el presente documento se contemplan como normalmente se le ocurriría a un experto en la materia a la que se refiere la invención.

50 Visión general

En una forma, la presente invención implica proporcionar una instalación de radioterapia temporal de funcionamiento completo prevista para su uso a corto plazo. La instalación temporal puede proporcionarse en un sitio designado y usarse para tratar a los pacientes durante el tiempo en el que se esté actualizando o modernizando una instalación de radioterapia existente. Una vez completada la actualización, se puede retirar la instalación temporal del sitio y volver a instalarse en otro sitio que necesite un servicio similar.

55

Haciendo referencia a las FIG. 1-3, la instalación de radioterapia temporal 10 incluye una sala de tratamiento 20 que incluye un dispositivo de radioterapia 25 y una estación de control 22 para el dispositivo de radioterapia 25. El interior de la instalación 10 incluye un área de espera 30, un área de recepción/planificación 31, un área para vestirse 35, un servicio 34 y áreas de almacenamiento 32, 38. El área mecánica 33 contiene todo el equipo de calefacción y refrigeración necesario, y tiene acceso desde el exterior, ya que es un área de almacenamiento adicional 36. La instalación incluye además un armario de electricidad 27, un lavabo 28 para el personal y tanques 29 de agua potable y residual.

60

El acceso a la sala de tratamiento 20 es a través de una puerta blindada 40 contra la radiación y un pasillo 37. Una

65

vez dentro de la sala de tratamiento 20, el paciente se tumba en la mesa de tratamiento 24 y recibe la radioterapia a través de un dispositivo de radioterapia 25 de acuerdo con los parámetros de tratamiento introducidos por el operador en la estación de control 22. Tanto la mesa de tratamiento 24 como el dispositivo de radioterapia 25 están montados en un bastidor base 26 dispuesto en el suelo de la sala de tratamiento 20. Como se sabe en la técnica, el bastidor base 26 es suficientemente rígido para fijar la orientación del dispositivo 25 y la mesa 24 entre sí, aunque la mesa 24 y el dispositivo 25 pueden moverse por sí mismos de manera convencional con respecto al bastidor base 26 fijado. Por ejemplo, la mesa 24 normalmente se monta en un anillo de montaje (420 en la FIG. 11) en el bastidor base 26, que permite que la mesa 24 gire en torno a un eje vertical, mientras que el dispositivo 25 normalmente se proporciona dentro de un caballete que permite que gire en torno a un eje horizontal. El mantenimiento de la orientación del dispositivo 25 y la mesa 24 es importante porque el equipo de radioterapia está sujeto a una dirección precisa. Esto normalmente requiere la intersección de 4 láseres, y que la viga del acelerador cruce dentro de una esfera de pequeño diámetro, denominado isocentro.

Cuando está completamente construida, la instalación 10 cumple los códigos de construcción aplicables. Asimismo, la instalación 10 es "habitabile" en el contexto de que da soporte a pacientes y personal médico durante el tiempo de uso. Como se usan en el presente documento, los "códigos de cumplimiento" y "códigos de construcción" pretenden abarcar una capacidad de construir y configurar los elementos estructurales básicos de la combinación desvelada para cumplir o adherirse a lo que se requeriría de acuerdo con los códigos de construcción aplicables. Dado que los códigos a nivel municipal podrían cambiar con el tiempo, la realización estructural desvelada en el presente documento está orientada hacia los requisitos de los códigos actualmente establecidos en la edición 2009 del ICC International Building Code® (ISBN: 1580017258), incluyendo aquellos otros códigos mencionados en el mismo.

Diseño de la BRT

La instalación 10 se ha diseñado usando una serie de módulos prefabricados para acelerar el proceso de montaje y desmontaje de la estructura, y puede denominarse Bóveda de Radioterapia Temporal (BRT). Como se muestra en la FIG. 1, la planta baja comprende cuatro módulos diferentes, cada uno de los cuales tiene una forma básicamente rectangular. Los módulos 101, 102 y 103 son de la misma longitud y se colocan unos al lado de los otros, y el módulo 104 se coloca al otro lado de los extremos de los módulos 101, 102 y 103 (lado derecho de la FIG. 1). Otras configuraciones o realizaciones alternativas podrían llevar incorporados más de cuatro módulos diferentes. Cada uno de los módulos incluye una estructura de bastidor independiente, normalmente compuesta de una serie de vigas de acero C e I interconectadas, que generalmente definen los bordes exteriores del módulo. Por consiguiente, cada uno de los módulos puede construirse de la misma manera que los módulos detallados en el documento US 2010/0146870, que se adjunta en el presente documento.

En esta configuración ilustrada, la sala de tratamiento está contenida en su totalidad dentro del módulo 102. Los módulos 101, 102 y 103 están diseñados de modo que, cuando se montan, definen una serie de espacios vacíos 50, 52, 54, 56, 58 y 60 alrededor de la sala de tratamiento 20. Estos espacios vacíos (es decir, el recipiente) están diseñados para llenarse con un material M de blindaje contra la radiación, tal como un relleno granular fluido que tiene un intervalo de densidad de aproximadamente $1.281\text{-}2.002\text{ kg/m}^3$ (80-125 lb/ft³). Los espacios vacíos alineados (por ejemplo, 50 y 54, 54 y 52, 52 y 58) están en comunicación fluida, de modo que, una vez llenos con el material de blindaje, se crea una barrera esencialmente continua del material de blindaje contra la radiación en torno a la sala de tratamiento 20. Permaneciendo en un estado siempre fluido, el relleno granular (es decir, el material M de blindaje), no puede quebrarse debido a la sedimentación o a eventos sísmicos.

Los módulos de techo 105 y 106 están diseñados para colocarse sobre los módulos 101, 102 y 103, y para tener sus cerchas 84 y 82 abarcando desde el muro cortante 64 del módulo 101 hasta el muro cortante 62 del módulo 103. Después, se monta un panel de soporte 80 entre las cerchas 84 y 82, y junto con los paneles 81, 83 integrados en los módulos de techo 106, 105, soporta el material M de blindaje sobre la sala de tratamiento 20 manteniendo a la vez un hueco 110 entre la parte inferior de los paneles 80, 81, 83 y la parte más superior de la sala de tratamiento 20. Otras configuraciones y realizaciones alternativas podrían tener incorporados módulos de techo adicionales en lugar de los paneles de soporte. Como resultado de ello, la carga del material de blindaje directamente encima de la sala de tratamiento 20 puede distribuirse a través de las cerchas hasta los muros cortantes 62, 64 en lugar de soportarse sobre la propia sala de tratamiento. Este hueco aísla la sala de tratamiento y la protege de los efectos de cualquier desplazamiento o hundimiento de la cimentación que pudiera producirse debido al peso excesivo del material de blindaje por encima del mismo. Como se muestra en las FIG. 2 y 3, las áreas de blindaje 70, 72 y 74 del nivel superior que no están directamente encima de la sala de tratamiento 20 están abiertas a los espacios vacíos 50, 52, 54, 58 del nivel inferior. Las varillas de conexión 88 abarcan entre las partes superiores de las cerchas 84, 82 y ayudan a dar forma y soporte al techo 92 de producto textil o membrana que se instala una vez que se ha suministrado todo el material de blindaje.

Aunque parte del espacio del suelo para la estación de control 22 es proporcionada por el módulo 104, es preferible tener el equipo informático pertinente cableado al dispositivo de radioterapia 25 en el módulo 102. En este caso, el equipo informático se proporciona sobre un carro de ruedas de modo que pueda moverse a la posición mostrada en la FIG. 1 desde una posición de almacenamiento del módulo 102.

Blindaje contra la radiación

La cantidad exacta y la distribución deseada del material de blindaje contra la radiación depende de las características de la radiación emitida desde el dispositivo 25. Como se ilustra, la instalación 10 está configurada para emplear un acelerador lineal de alta energía dispuesto de forma isocéntrica, que normalmente funciona en el intervalo de 4-25 MV. Un ejemplo sería el Varian Medical Systems Trilogy, Palo Alto, California. Para proporcionar el nivel apropiado de blindaje, el peso total del material de blindaje puede ser de 453.592,37 kg (1.000.000 libras) o 907.184,74 kg (2.000.000 libras) o superior. En la medida en que el acelerador lineal funciona a altas energías en MV (es decir, por encima de 10 MV), se proporciona blindaje contra los neutrones revistiendo la sala de tratamiento con paneles de madera y láminas de polietileno borado.

La instalación 10 también podría usarse para realizar otros tipos de radioterapia, tales como bistrif gamma o braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR), que normalmente funcionan en el intervalo de 1-3 MV. La instalación 10 también puede adaptarse para su uso con ciclotrones que funcionan en el intervalo de 10-15 MV o aceleradores de protones que funcionan en el intervalo de 40-250 MV.

CimentaciónCimentación Rad Pro existente

Se han construido bóvedas modulares existentes correspondientes al documento US 6.973.758 (es decir, el sistema Rad Pro) sobre cimentación de losa de hormigón armado en una serie de instalaciones permanentes. La base de las cápsulas del sistema Pro se elevaron normalmente varios centímetros por encima de la losa por una serie de columnas de pequeña altura 150 como se muestra en la FIG. 8. Estas columnas de pequeña altura 150 se fabricaron de acero de alta resistencia e incluían un pilar de soporte vertical hueco 153 con placas horizontales 151, 152 en cada extremo. El pilar vertical 153 estaba en forma de un sólido rectangular con una sección transversal horizontal cuadrada. Se soldaron refuerzos 154 a la parte inferior de la placa inferior en forma de un par de placas de extensión vertical que se cruzaban en ángulos rectos para formar, en general, una "+". En uso, primero se proporcionó un rebaje 155 de sección transversal cuadrada en la losa de hormigón 156. A continuación, se rellenó el rebaje 155 con lechada (no mostrado) y se acoplaron los refuerzos 154 en los rebajes rellenos de lechada.

Cimentación para la BRT

Con referencia a las FIG. 4-7, la cimentación 200 para la BRT (instalación 10) comprende un patrón (FIG. 4) de vigas alargadas de hormigón armado. Las vigas individuales de hormigón armado se denominan convencionalmente vigas de cimentación, ya que normalmente se construyen en o sobre el nivel de la rasante. Las vigas de cimentación para la cimentación de la BRT se rebajan varios centímetros por debajo de la rasante (por ejemplo, 7,62-15,24 cm [3-6 pulgadas]). El uso de vigas de cimentación por debajo de la rasante hace que sea más fácil devolver el sitio a su estado original una vez que se haya retirado la BRT, pues se podría simplemente rellenar sobre las vigas de cimentación por debajo de la rasante.

El patrón incluye una serie de vigas paralelas y ortogonales, y segmentos de viga. Estas vigas cimentan diversas partes de la estructura de la BRT, y el diseño de la FIG. 4 corresponde al plano de planta de la FIG. 1. Cabe destacar que las vigas paralelas 210 y 212 cimentan los lados alargados del módulo 102 y que las vigas paralelas 210a y 212a cimentan los soportes ajustables que se proporcionan a lo largo de los lados del bastidor base 26 y se usan para nivelar el bastidor base, como se describe más detalladamente a continuación. Las vigas transversales cortas 214, 215 y 216 abarcan el espacio entre las vigas 210, 210a y 212, 212a en múltiples ubicaciones a lo largo de las vigas 210, 210a, 212 y 212a. Estas vigas transversales cortas 214, 215 y 216 sirven para proporcionar un grado de integración o acoplamiento entre las vigas 210 y 212, de modo que también sirvan para cimentar y proporcionar soporte al bastidor base 26. Por otro lado, las vigas 214, 215 y 216 no se cruzan con las vigas exteriores 220 o 230 y, por tanto, estas vigas exteriores están relativamente desacopladas de su respectiva viga interior 212, 212a, 210, 210a. Dicho de otra forma, la presencia de las vigas 214, 215 y 216 garantiza que las vigas 210, 210a estén más acopladas a las vigas 212, 212a que a las vigas 220, 230.

Esto es importante, porque las vigas 220 y 230 están diseñadas para cimentar y proporcionar soporte a los muros cortantes 62 y 64 de los módulos 103 y 101, respectivamente. Como se ha explicado anteriormente, debido a la relación entre las plataformas 80, 81, 83, y las cerchas 82, 84, estos muros cortantes 62, 64 soportan la carga de todo el material de blindaje suspendido que está situado sobre la sala de tratamiento 20. Dado que se trata de una gran masa de material, proporciona una importante resistencia inercial a cualquier movimiento lateral que se desarrollaría durante un evento sísmico (es decir, un terremoto). Como resultado de ello, para satisfacer distintos códigos de construcción, en general, es necesario tener un acoplamiento lateral entre la cimentación y el muro cortante que pueda resistir las importantes tensiones laterales. La carga muerta del material de blindaje suspendido también está situada lo suficientemente lejos de la sala de terapia 20, para evitar cualquier alteración en las vigas de soporte 214, 215, 216 y/o las vigas de soporte 210a, 212a, que pueda tener un impacto sobre la geometría y/o la nivelación del bastidor base 26.

Chaveteras

Con referencia a las FIG. 6 y 7, el acoplamiento entre los módulos de la BRT y las vigas de cimentación se proporciona mediante uno o dos tipos de soporte. En general, los soportes 160 están en forma de una viga en I y tienen una base plana 164 y una placa superior 162 acopladas por una sección vertical 166. El soporte 160 está diseñado para montarse en una ranura horizontal alargada 168 tal como la formada en la viga de cimentación 240. Las vigas de cimentación 240 y 250 se ilustran en la FIG. 4. En virtud de la base plana 164 del soporte 160 que está rebajado en la ranura 168, las paredes laterales de la ranura 168 proporcionan acoplamiento lateral a través del contacto con los lados de la base 164 y tramo vertical 166. Si la ranura 168 inicialmente es demasiado larga para proporcionar un contacto de acoplamiento lateral adecuado, dicho contacto puede facilitarse proporcionando una lechada en los extremos de la ranura 168.

Aunque se ilustra de manera que solo tiene un único tramo vertical 166, el soporte 160 se puede volver a configurar para que incluya tramos verticales adicionales o diferentes entre la placa superior 162 y la base 168. Por ejemplo, se pueden añadir placas verticales a los extremos del soporte 160 para proporcionar un acoplamiento adicional entre la placa superior 162 y la base 168. Estas placas finales serían ortogonales al tramo vertical 166 y proporcionarían la rigidez global de los soportes 160.

Los soportes 260 son similares a los soportes 160 en tanto en cuanto también tienen una placa de montaje plana 262 y una base plana 264, y la base plana 264 se recibe en la ranura 222 de una viga de cimentación 221. Sin embargo, la ranura 222 incluye un par de ranuras entrecruzadas de modo que la ranura 222 se considera alargada en dos direcciones ortogonales. La base 264 del soporte 260 también es de una configuración de "+" o entrecruzada y, en uso, la base del soporte 260 se recibe en la ranura 222 y se conecta a la misma para proporcionar un acoplamiento de contacto lateral en múltiples direcciones.

Los soportes 260 también pueden complementarse con placas verticales adicionales. En particular, se contempla que se fijarían cuatro placas finales verticales a los cuatro extremos de soporte 260. Dos placas opuestas se unirían ortogonales al soporte vertical 266 y dos serían ortogonales al soporte vertical 268.

Unidad de apertura

Las FIG. 9 y 10 ilustran la unidad de apertura 300 instalada en el módulo 101. La unidad de apertura 300 incluye una puerta blindada 40, sus partes de bastidor adyacentes 320, 330, 324 y un área de dintel de blindaje contra la radiación 310 directamente encima de la puerta 40. La unidad 300 completa está configurada para extraerse del módulo 101 como un conjunto. Cuando se inserta en su posición, la parte inferior del bastidor 324 (es decir, el umbral) se rebaja en una abertura correspondiente en el suelo del módulo 101 (no mostrado). El lado de la bisagra del bastidor 330 se apoya en un canal de acero del módulo 101 y se atornilla en su sitio a través de las abrazaderas 336. El lado opuesto de la puerta del bastidor 320 tiene una distancia que cubierta por la placa de anclaje 338 y, luego, el lado de la puerta del bastidor 320 se atornilla al módulo 101 a través de las abrazaderas 337. Con referencia a la FIG. 1, se proporcionan placas blindadas adicionales 66 en el módulo 101 para proporcionar el blindaje que se perdería debido al pasillo 37, que no puede llenarse con el material de blindaje de relleno granular M.

Métodos de uso

Un método contemplado de acuerdo con la presente invención implica la identificación de una instalación de radioterapia que tenga un dispositivo de radioterapia existente que tenga que estar fuera de servicio. Por lo general, una instalación identificaría sus propias necesidades.

A continuación, se identifica un sitio para una instalación de radioterapia temporal. Lo adecuado es que el sitio se encuentre cerca de la instalación existente para reducir al mínimo las interrupciones, y puede ser un campo vacío o un aparcamiento. Se crea una cimentación para el dispositivo temporal en el sitio identificado. la cimentación puede ser una simple losa de hormigón, pero preferentemente es un patrón de vigas de cimentación rebajadas como se ha descrito con anterioridad.

A continuación, se monta una instalación de radioterapia temporal sobre la cimentación. La instalación de radioterapia temporal normalmente incluye un dispositivo de radioterapia dentro de una bóveda blindada contra la radiación, y puede corresponder a la BRT descrita anteriormente. La bóveda puede incluir al menos aproximadamente 453.592,37 kg (1.000.000 libras) de material de blindaje contra la radiación, tal como el relleno granular o algún otro tipo, como se ha descrito anteriormente, incluyendo agua.

Cuando ya no existe la necesidad de la instalación de radioterapia, por ejemplo, porque se ha completado la renovación, se retira la instalación. Para una recolocación típica, esto sería de menos de 12 meses. La retirada de la instalación temporal puede incluir la retirada de alguno o de todos los componentes de la BRT y parte o todo del material de blindaje contra la radiación incluido en los espacios vacíos.

En una mejora, la BRT está dotada de un equipo de radioterapia esencialmente similar al equipo que se vaya a

instalar en la instalación existente. De esta manera, el personal puede recibir formación sobre el nuevo equipo mientras está funcionando la BRT.

5 Otro método de la invención contemplado en el presente documento implica mantener la continuidad del tratamiento para una población de pacientes durante la renovación o la construcción de una instalación de radioterapia. Esto puede conseguirse en relación con una instalación de radioterapia existente (primera) que tenga un primer dispositivo de radioterapia, en donde el personal de apoyo atiende, en la instalación existente, a una población de pacientes, incluyendo el personal de apoyo al menos un individuo que aplique el tratamiento. El individuo que aplica el tratamiento puede ser, por ejemplo, un/a doctor/a, un/a profesional de enfermería, un/a terapeuta, un/a dosimetrista o un/a físico/a.

15 Se construye una segunda instalación de radioterapia para tratar a la población de pacientes temporalmente, teniendo la segunda instalación un segundo dispositivo de radioterapia dentro de una bóveda blindada contra la radiación, tal como la BRT descrita anteriormente. Una vez completada la instalación temporal, el individuo que aplica el tratamiento se traslada a la segunda instalación, y atiende, en la segunda instalación, a la población de pacientes durante la renovación y/o la actualización de la primera instalación de radioterapia. Luego, una vez completada la renovación y/o la actualización de la primera instalación de radioterapia, el individuo que aplica el tratamiento se traslada de nuevo a la primera instalación (o a una tercera instalación recién construida), en donde puede continuar atendiendo a la misma población de pacientes. El período de transición puede estar ocasionado por una modernización del equipo y/o la construcción de una instalación completamente nueva.

Mantenimiento del isocentro para el equipo de radioterapia

25 Para usarse de forma eficaz, el equipo de radioterapia debe calibrarse cuidadosamente. Una de las características de alineación y/o calibrado se denomina "isocentro", que es un punto del espacio tridimensional alrededor del cual giran todos los ejes móviles de la máquina de tratamiento. Como se entendería, un isocentro estable es fundamental. En ciertas aplicaciones, el isocentro se define y se especifica como una esfera que tiene un radio no superior a 2 mm de diámetro, por ejemplo, de 1 mm de diámetro. El área de tratamiento diana, habitualmente un tumor, se coloca en el isocentro durante el tratamiento. Como los distintos componentes de la máquina de tratamiento (caballete, colimador y camilla) se mueven en diferentes ángulos durante la administración del tratamiento, es esencial que ninguna parte de la máquina se flexione o se mueva de una manera que haga que la diana, en el isocentro, se pierda.

35 Todas las estructuras pueden hundirse, desplazarse o incluso moverse. Están diseñadas para hacerlo sin ninguna alteración global a la estructura. Un desplazamiento en una pared, suelo o techo de una sala de terapia, sin embargo, tiene consecuencias que normalmente no son competencia del ingeniero a la hora de realizar el diseño. Con una cimentación de losa, se controla la sedimentación del suelo, pues la losa puede franquear áreas de sedimentación, justo como una lámina de madera contrachapada tendería un puente sobre las huellas de los zapatos hechas en el barro. Si hay alguna sedimentación, será mitigada por la losa o al menos se ralentizará para que suceda durante un período más largo de tiempo, normalmente de años.

45 La rápida sedimentación en áreas localizadas puede tener un efecto sobre las vigas de cimentación, ya que no tienen el beneficio de la losa monolítica. El enfoque desvelado, como se expone en el presente documento, es construir en tolerancia haciendo que la sala de terapia sea un santuario estructural independiente que no se vea influido por ninguna sedimentación causada por la enorme masa de blindaje, en especial, la masa de directamente encima de la sala de tratamiento. Esto se consigue creando un hueco de 15,24 cm (6 pulgadas) entre la estructura de la sala de terapia y la masa de blindaje soportada por encima. Para contribuir en mayor medida a este objetivo, se permite que las vigas de cimentación se muevan independiente y adicionalmente, separando la carga de la masa de blindaje de la carga de la sala de terapia en una distancia adecuada sobre vigas de cimentación independientes.

Bastidor base ajustable

55 Pasando ahora a las FIG. 11 y 12, se describen detalles adicionales del bastidor base ajustable 26 para la máquina de radioterapia 25 y la mesa de tratamiento 24. El bastidor base 26 incluye un anillo de montaje 240 para la mesa de tratamiento 24 (no mostrada) que permite que la mesa de tratamiento 24 gire en torno a un eje vertical, y la máquina de radioterapia 25 (no mostrada) está montada en el bastidor base 26 con un caballete que permite que la parte emisora de radiación de la máquina 25 gire en torno a un eje horizontal, y el bastidor base es suficientemente rígido y monolítico para mantener la alineación relativa de la mesa 24 y la máquina 25 y sus respectivos ejes de rotación horizontal y vertical.

60 Como se ha indicado anteriormente, el módulo 102 de la sala de tratamiento, o módulo de bóveda, se compone de un conjunto de bastidor exterior independiente. La estructura del suelo de este bastidor incluye los miembros laterales 102a, 102b. Estos miembros laterales 102a, 102b prolongan la longitud del módulo 102 y están situados sobre las vigas de cimentación 210, 212 como se muestra en la FIG. 4. La estructura de suelo del módulo 102 también incluye un par de miembros transversales 102c, 102d que se extienden entre los miembros laterales 102a y 102b para colocarse sobre las vigas de cimentación 214 y 216 respectivamente. En aras de la claridad, el miembro

lateral 102a y su viga de cimentación 210 subyacente se han omitido de la FIG. 11.

El bastidor base 26 está dotado de una serie de bridas de montaje 412, solo una de los cuales se muestra en detalle en la FIG. 12. Estas bridas de montaje están soldadas a los rieles laterales 26a del bastidor base 26 en cada una de sus cuatro esquinas, proporcionando así una conexión integral entre las bridas y el bastidor base 26. Las bridas 412 están acopladas a los miembros transversales por una serie de pernos 410. Los orificios de los pernos de las bridas 412 están ligeramente agrandados con respecto al vástago del perno, por ejemplo, estando ranurados o alargados en la dirección vertical. Como resultado de ello, cuando los pernos 410 se aflojan ligeramente, existe un grado de juego en la conexión entre el bastidor base 26 y el miembro transversal 102c del módulo. Esto permite que la orientación del bastidor base 26 se ajuste ligeramente desde la orientación del resto del módulo 102, como se explica de manera más completa a continuación.

Con referencia a la FIG. 12, se proporciona un soporte ajustable 400 cerca de cada una de las cuatro esquinas del bastidor base 26. El soporte 400 incluye una varilla roscada 404 que tiene una base 408 en su extremo inferior. La parte roscada de la varilla 404 se recibe en un orificio vertical roscado correspondientemente del bloque 402, que está soldado al riel lateral 26a del bastidor base 26. Así pues, la rotación de la varilla 404, que se logra girando la tuerca capturada 406 en su extremo superior, sirve para subir o bajar la varilla, y por lo tanto, la base 408, con respecto al riel lateral 26a del bastidor base. Por consiguiente, una vez que la base 408 ha entrado en contacto con la cimentación subyacente (por ejemplo, las vigas de cimentación 210a, 212a o un soporte interpuesto 160), la rotación continua de la varilla 404 sirve para elevar la parte correspondiente del bastidor base 26. A la inversa, el giro de la varilla en la dirección opuesta tendría el efecto de bajar la parte del bastidor base 26, en la medida permitida por el juego en su conexión con el miembro transversal 102c. De esta manera, los ajustes precisos a la orientación del bastidor base 26, por ejemplo, para nivelar el bastidor base a las tolerancias dictadas por el fabricante del equipo, se pueden realizar sin necesidad de hacer ajustes en todo el módulo 102.

Se ha de entender que los ajustes en la orientación del bastidor base 26 hechos posible por la presente invención pueden tener una serie de aplicaciones beneficiosas, por ejemplo, al permitir la realización de ajustes en el momento de la instalación inicial o después de un período de uso, por ejemplo, para compensar cualquier efecto adverso debido a la sedimentación. Para facilitar el acceso a los soportes ajustables 400 tras la instalación inicial, se pueden proporcionar trampillas en el suelo de la sala de tratamiento sobre cada uno de los soportes, permitiendo así el acceso a cada soporte con una interrupción mínima en cualquier acabado de suelo que se pueda instalar.

El proceso de nivelación del bastidor base 26 puede proceder de la siguiente manera. Se monta el bastidor base 26 de un modo ajustable con el conjunto de bastidor exterior del módulo 102. Este conjunto de bastidor exterior se coloca luego sobre una cimentación. Preferentemente, la máquina de radioterapia 25 y la mesa de tratamiento 24 ya se han montado en el bastidor base 26 en la fábrica, pero si no es así, pueden llevarse al sitio y montarse en el bastidor base de forma independiente. Como el módulo 102 normalmente es grande y difícil de manejar, el proceso de colocarlo sobre la cimentación normalmente se realiza con un contenedor de mudanzas, tal como una grúa. Como se ha indicado anteriormente, la cimentación pueden ser una losa de hormigón o un diseño de vigas de cimentación, y el conjunto de bastidor exterior/módulo 102 puede colocarse directamente sobre la cimentación o sobre los soportes que se extiendan a partir de la cimentación.

Una vez que el módulo 102 se ha colocado sobre la cimentación, se verifica la nivelación del bastidor base, que se puede realizar usando equipos de nivelación convencionales (es decir, niveles de burbuja). Si se determina que el bastidor base no está nivelado, se aflojan los pernos de montaje 410 que fijan el bastidor base 26 al bastidor exterior (es decir, los miembros transversales 102c y 102), y se usan los soportes ajustables 400 para elevar partes del bastidor base 26 como se ha descrito anteriormente. Se puede utilizar cualquier número de soportes 400 para nivelar el bastidor base 26, tal como uno, dos, tres o los cuatro soportes, y la nivelación del bastidor base puede verificarse de manera continua durante el proceso de nivelación. Dado que el bastidor base 26 se nivela con los soportes ajustables 400, no es necesario realizar ajustes precisos en la orientación general del conjunto de bastidor exterior/módulo 102 grande y difícil de manejar, como sería el caso si el bastidor base 26 no fuera ajustable dentro del módulo 102.

REIVINDICACIONES

1. Una instalación de radioterapia temporal (10) que comprende:
 - 5 una cimentación; y
un módulo de bóveda de radiación (102) para soportar un dispositivo de radioterapia (25) dentro de una sala de tratamiento (20), comprendiendo el módulo de bóveda de radiación (102):
 - 10 un conjunto de bastidor exterior independiente (102a-102d) dispuesto sobre la cimentación;
caracterizada por que el módulo de bóveda de radiación (102) comprende además:
 - 15 un bastidor base (26) montado de forma ajustable dentro del conjunto de bastidor exterior (102a-102d) para soportar el dispositivo de radioterapia (25); y
una pluralidad de soportes ajustables (400) extensibles en una dirección descendente desde el bastidor base (26) cuando el módulo (102) se coloca en la cimentación, en donde los soportes (400) permiten que se pueda ajustar la orientación del bastidor base (26) independientemente del conjunto de bastidor exterior (102a-102d), en donde el bastidor base (26) está montado en el conjunto de bastidor exterior (102a-102d) por medio de pernos de montaje (410) que se extienden a través de orificios ranurados.
- 20 2. El módulo de bóveda (102) de la reivindicación 1, en el que los orificios ranurados están definidos en bridas de montaje (412) que están integradas en el bastidor base (26).
3. El módulo de bóveda (102) de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en donde la cimentación comprende una pluralidad de vigas de cimentación (210a, 212a, 214, 216) que subyacen a los soportes ajustables (400) y que se proporcionan a lo largo de cada lado del bastidor base (26).
- 25 4. El módulo de bóveda (102) de la reivindicación 1, en el que hay al menos tres soportes ajustables (400).
5. El módulo de bóveda (102) de la reivindicación 1, en el que los soportes ajustables (400) comprenden una varilla roscada (404) que se extiende a través de un orificio roscado orientado verticalmente que está integrado en el bastidor base (26).
- 30 6. El módulo de bóveda (102) de la reivindicación 5, en el que la varilla roscada (404) tiene una base (408) en su extremo inferior para estar en contacto con la cimentación.
- 35 7. El módulo de bóveda (102) de la reivindicación 1, en el que un dispositivo de radioterapia (25) y una mesa de tratamiento (24) están montados en el bastidor base (26).
8. El módulo de bóveda (102) de la reivindicación 7, en el que el bastidor base (26) incluye un anillo de montaje (420) para permitir que la mesa de tratamiento (24) gire en torno a un eje horizontal.
- 40 9. Una sala de tratamiento de radioterapia (20) que comprende el módulo de bóveda (102) de la reivindicación 1 en donde el conjunto de bastidor (102a-102d) está soportado sobre la cimentación en un primer conjunto de ubicaciones, y el bastidor base (26) está soportado sobre la cimentación en un segundo conjunto de ubicaciones por medio de los soportes ajustables (400), en donde el primer conjunto de ubicaciones está separado del segundo conjunto de ubicaciones en donde, opcionalmente, la cimentación comprende una pluralidad de vigas de cimentación (210a, 212a, 214, 215, 216), o en donde, opcionalmente, la cimentación comprende una losa de hormigón.
- 45 10. Un método para nivelar un bastidor base (26) para un dispositivo de radioterapia (25), que comprende:
 - 50 proporcionar una cimentación;
proporcionar un conjunto de bastidor exterior independiente (102a-102d);
proporcionar un bastidor base (26) montado de forma ajustable dentro del conjunto del bastidor exterior (102a-102d) y que tiene una pluralidad de soportes ajustables (400) extensibles en una dirección descendente desde el bastidor base (26), en donde el bastidor base (26) está fijado al conjunto del bastidor exterior (102a-102d) por medio de pernos de montaje (410) que se extienden a través de orificios ranurados;
55 montar un dispositivo de radioterapia (25) y una mesa de tratamiento (24) en el bastidor base (26);
colocar el conjunto del bastidor exterior (102a-102d) en la cimentación;
60 comprobar la nivelación del bastidor base (26); y, después,
si el bastidor base (26) no está nivelado, aflojar los pernos de montaje (410) y usar los soportes ajustables (400) para ajustar la orientación del bastidor base (26) al nivel.
11. El método de la reivindicación 10, en el que el dispositivo de radioterapia (25) y la mesa de tratamiento (24) se montan en el bastidor base (26) antes de colocar el conjunto de bastidor exterior (102a-102d) en la cimentación.
- 65

12. El método de la reivindicación 10 que comprende además fijar el bastidor base (26) al conjunto de bastidor exterior (102a-102d) tras la nivelación del bastidor base (26).
- 5 13. El método de la reivindicación 10, en el que la cimentación comprende una pluralidad de vigas de cimentación (210a, 212a, 214, 216) que subyacen a los soportes ajustables (400) y que se proporcionan a lo largo de cada lado del bastidor base (26).
- 10 14. El método de la reivindicación 10, en el que el conjunto de bastidor exterior (102a-102d) está soportado sobre la cimentación en un primer conjunto de ubicaciones, y el bastidor base (26) está soportado sobre la cimentación en un segundo conjunto de ubicaciones por medio soportes ajustables (400), en donde el primer conjunto de ubicaciones está separado del segundo conjunto de ubicaciones y en donde, opcionalmente, la cimentación comprende vigas de cimentación (210a, 212a, 214, 215, 216).
- 15 15. El método de la reivindicación 10, en el que el dispositivo de radioterapia (25) y la mesa de tratamiento (24) están dentro de una sala de tratamiento (20), y se accede a los soportes ajustables (400) a través del suelo de la sala de tratamiento (20) para nivelar el bastidor base (26).

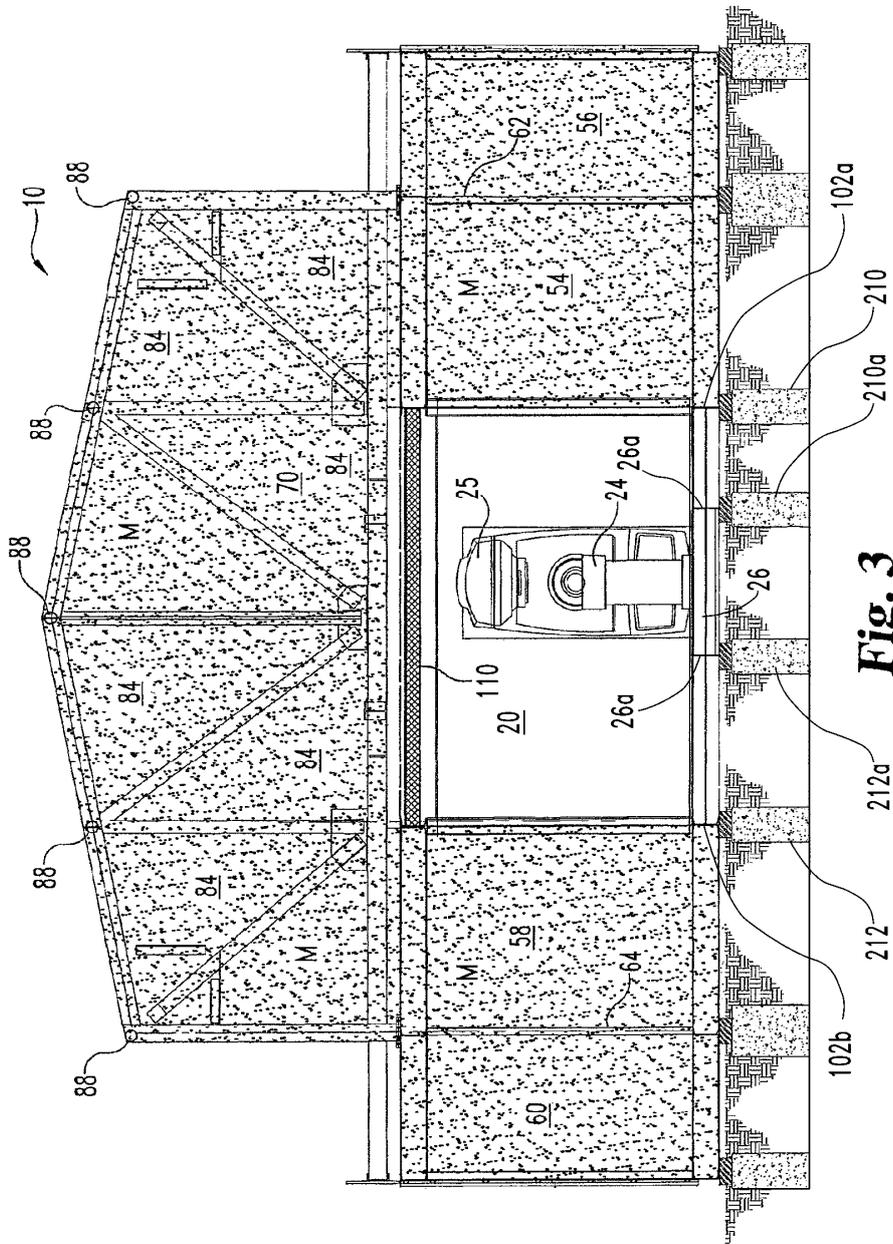


Fig. 3

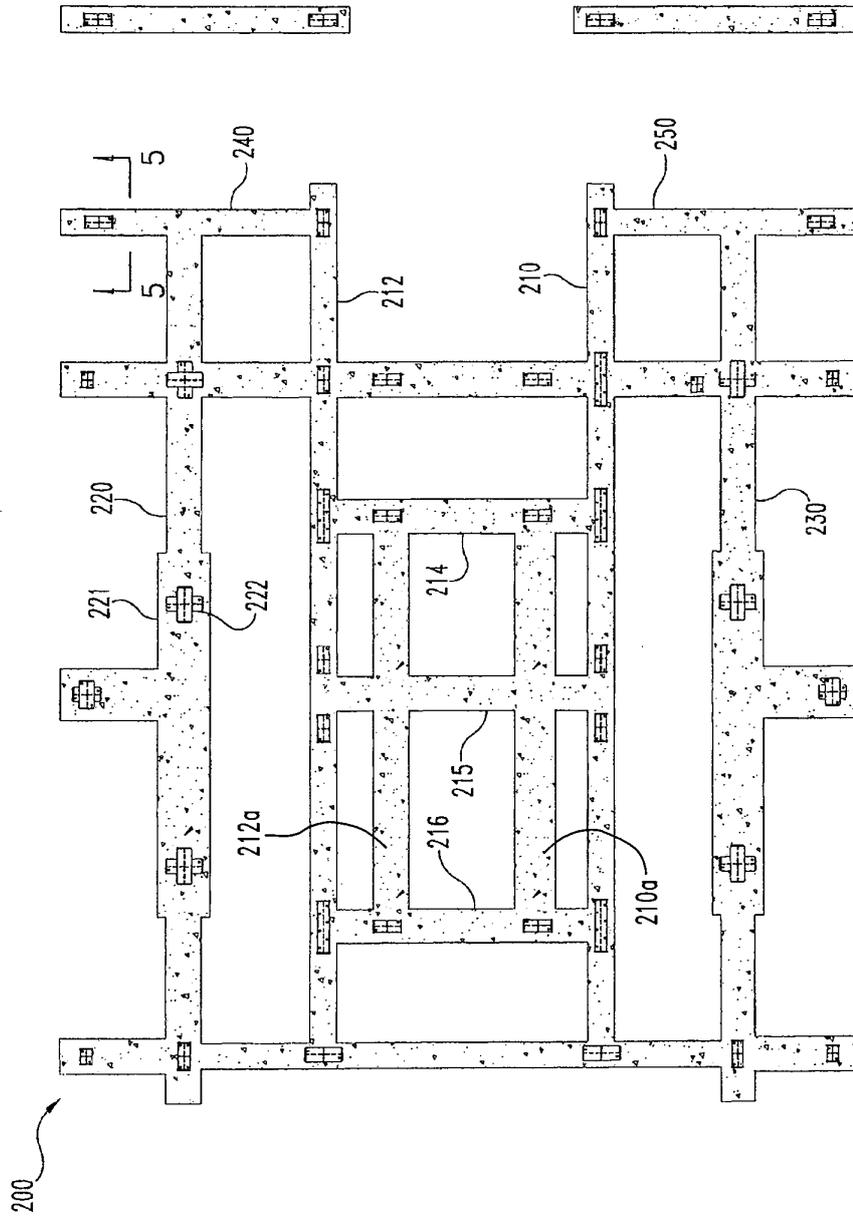


Fig. 4

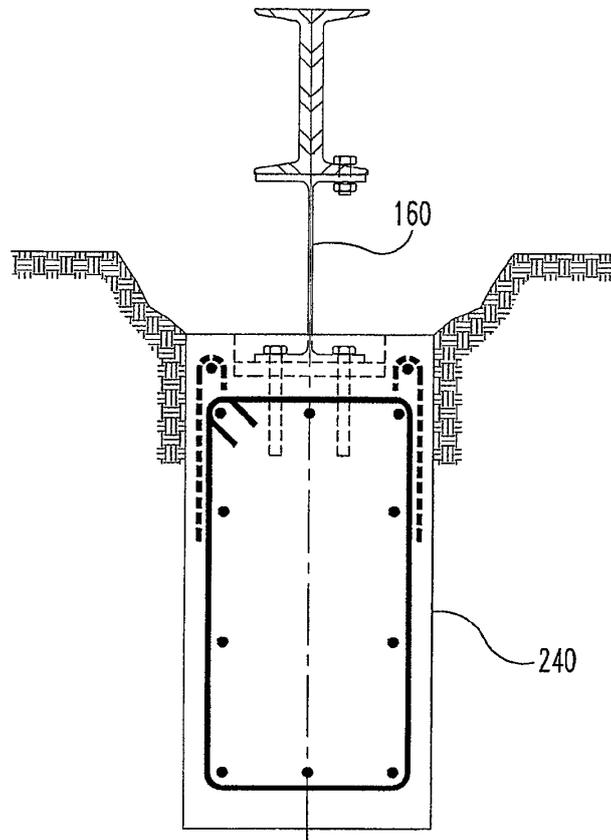


Fig. 5

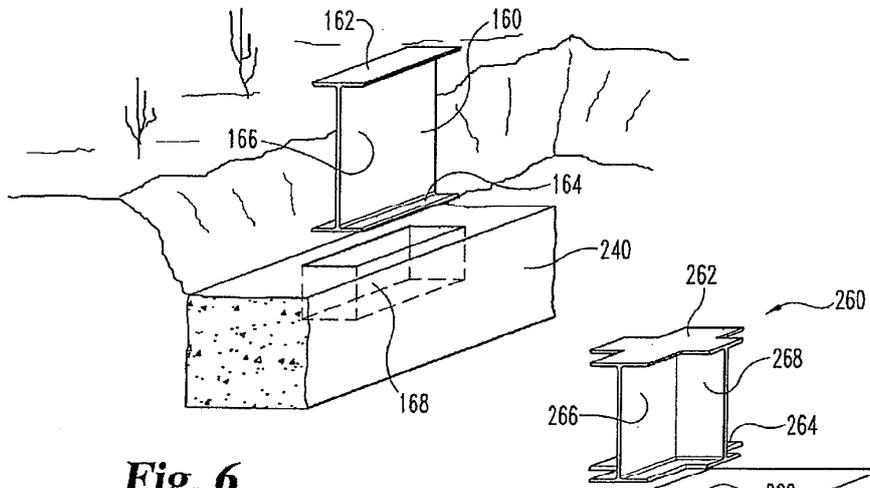


Fig. 6

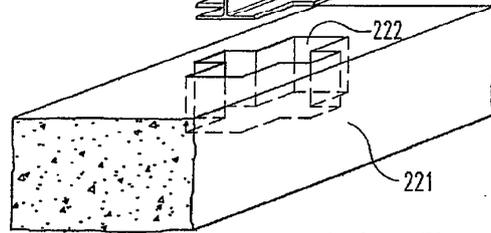


Fig. 7

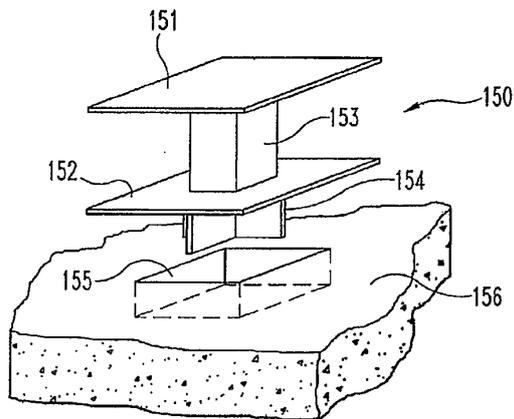


Fig. 8

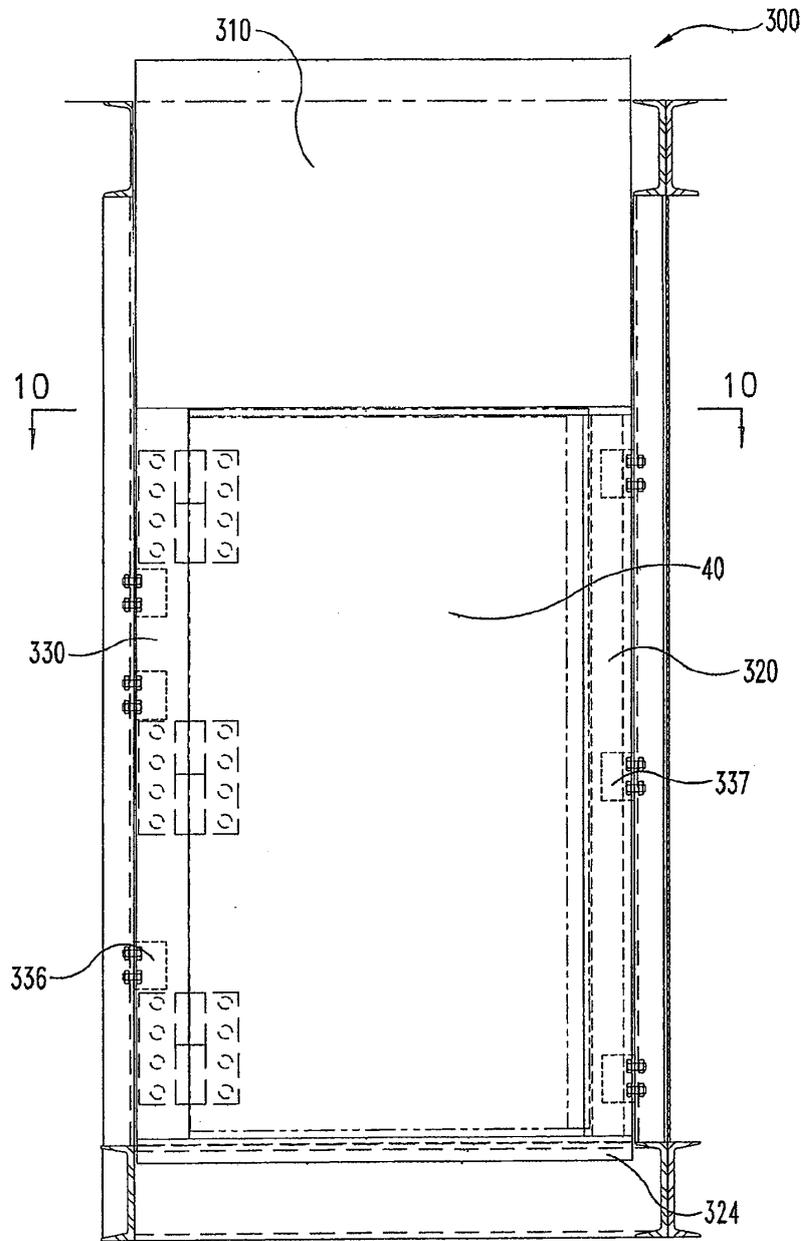


Fig. 9

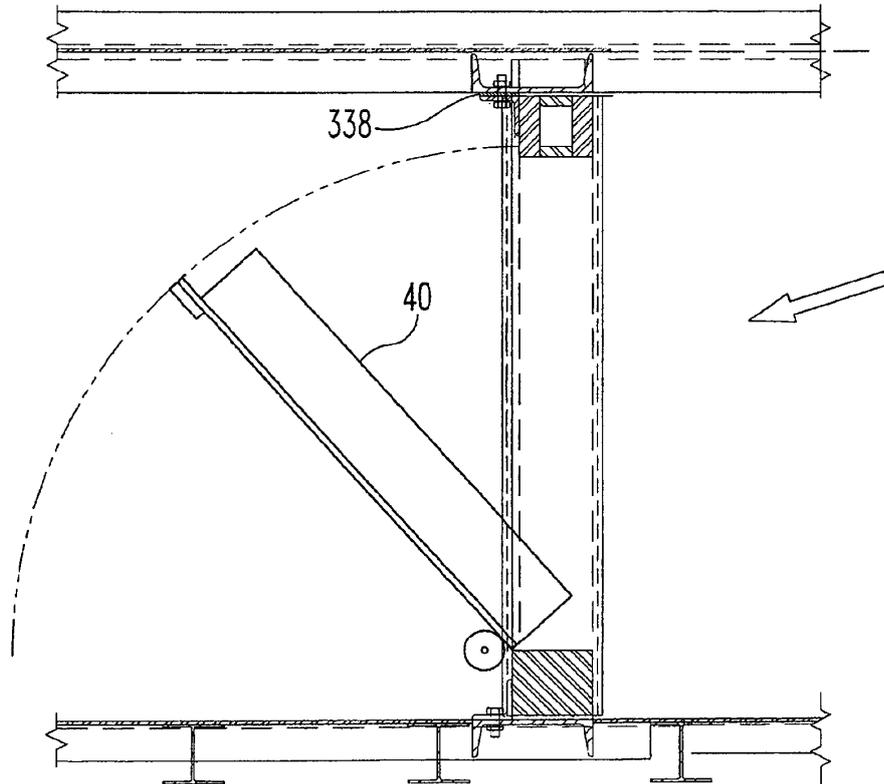


Fig. 10

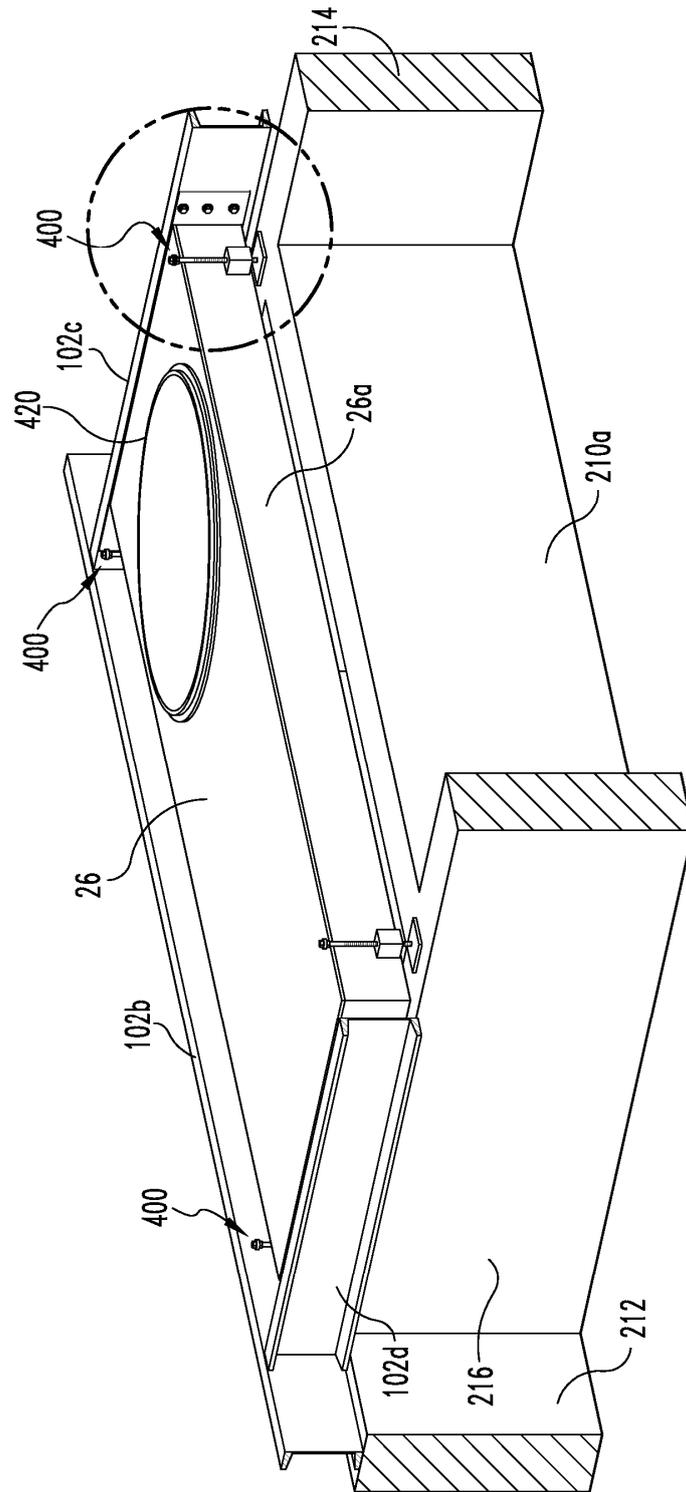


Fig. 11

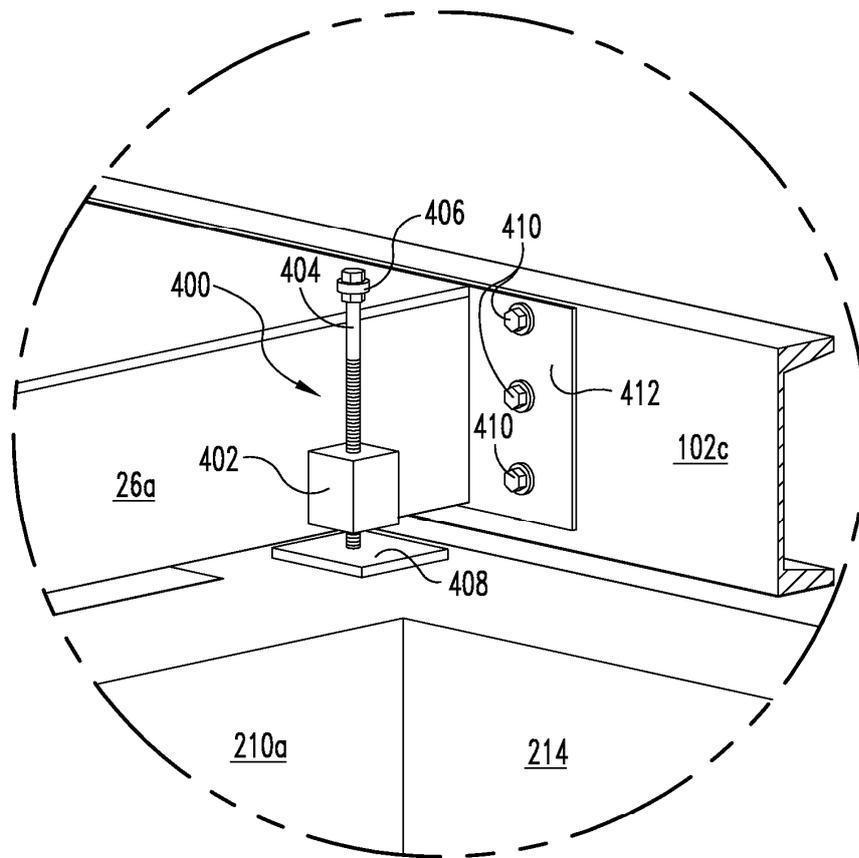


Fig. 12