

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 434 997**

51 Int. Cl.:

A61N 5/01 (2006.01)

A61N 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2009 E 09824090 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2349476**

54 Título: **Mecanismo de movimiento de una línea de haz inclinada**

30 Prioridad:

31.10.2008 US 262992

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

18.12.2013

73 Titular/es:

**HENDERSON, TOBY D. (100.0%)
27 Springbrook Road
Rockford, IL 61114, US**

72 Inventor/es:

HENDERSON, TOBY D.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 434 997 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

Mecanismo de movimiento de una línea de haz inclinada

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere en general a sistemas de radioterapia y, más particularmente, a sistemas de posicionamiento para posicionar boquillas de haz de protones.

Antecedentes de la invención

10 En la radioterapia que utiliza iones pesados, los tumores son bombardeados con partículas aceleradas. Un acelerador de partículas forma y emite un haz de partículas, típicamente un haz de protones de una boquilla de haz de protones. Durante el tratamiento, el haz de protones debe dirigirse con precisión al tumor. Dependiendo de la posición del tumor en el cuerpo, se proporcionan diferentes posiciones (campos) de irradiación al paciente. Un sistema para posicionar pacientes durante la radioterapia se proporciona en la solicitud de patente U.S. No. 12/208.807, presentada el 11 de septiembre de 2008, titulada "Sistema Posicionador de Paciente".

15 Aunque ese sistema proporciona un posicionamiento significativamente mejorado del paciente dentro de la sala en la que se realiza la radioterapia proporcionando diferentes ángulos y una envolvente de posicionamiento incrementada, el ángulo real en el que el haz de protones es emitido y dirigido hacia el paciente puede necesitar ajustarse. Por ejemplo, puede ser deseable permitir que un paciente se ponga sobre su espalda y se le administre el haz de protones en una dirección horizontal. Sin embargo, en otra sesión de tratamiento puede ser deseable descender de nuevo al paciente para ponerlo sobre su espalda, pero administrar el haz de protones a lo largo de un eje que es oblicuo al plano horizontal, tal como en un ángulo de alrededor de sesenta grados. Pueden desearse los
20 diferentes ángulos dependiendo de la localización del tumor y la mejor trayectoria para evitar que se dañen células que no son parte del tumor.

Por tanto, aunque es deseable que se pueda ajustar la posición del paciente, es deseable también ajustar la posición de la boquilla de haz de protones y, por tanto, el eje a lo largo del cual se administra el haz de protones.

La solicitud de patente europea EP 1958664A2 describe un posicionador de esta clase.

25 En el pasado, se han utilizado estructuras de escala muy grande para incrementar y posicionar la boquilla de haz de protones. Estas estructuras requerirían edificios y salas muy grandes para realizar la radioterapia. La presente invención se refiere a mejoras en sistemas de radioterapia y, particularmente, en el posicionamiento de haces de protones en sistemas de radioterapia.

Breve resumen de la invención

30 Las realizaciones de la invención proporcionan un dispositivo de posicionamiento mejorado para soportar y posicionar un emisor de partículas de radioterapia. El dispositivo de posicionamiento permite que un emisor de partículas anejo tenga ejes variados a lo largo de los cuales pueden desplazarse las partículas emitidas durante el tratamiento de radioterapia. El dispositivo de posicionamiento mejorado reduce significativamente la huella tomada por el dispositivo de posicionamiento y, consecuentemente, reduce también el sistema de radioterapia entero como
35 un todo.

40 En una forma de la invención, el dispositivo de posicionamiento incluye bastidores de soporte arqueados primero y segundo, un carro de montaje y una disposición de accionamiento. Los bastidores de soporte arqueados primero y segundo incluyen cada uno de ellos una disposición de pista de accionamiento que define una trayectoria de guía de carro arqueado. El carro de montaje está configurado para soportar el emisor de partículas de radioterapia. El carro de montaje está montado en los bastidores de soporte y es soportado por estos. El carro de montaje puede conectarse a las disposiciones de pista de accionamiento y es móvil a lo largo de la trayectoria de guía de carro. El carro de montaje incluye también la disposición de accionamiento. La disposición de accionamiento se acopla a las disposiciones de pista de accionamiento para accionar el carro de montaje a lo largo de las disposiciones de pista de accionamiento y la trayectoria de guía de carro.

45 La primera disposición de pista de accionamiento incluye una primera disposición de cremallera y la segunda disposición de pista de accionamiento incluye una segunda cremallera mientras que la disposición de accionamiento incluye una disposición de accionamiento de al menos dos puntos que incluye un primer piñón que se acopla a la primera disposición de cremallera y un segundo piñón que se acopla a la segunda disposición de cremallera. Esto proporciona un accionamiento equilibrado del carro de montaje e impide una torsión innecesaria del bastidor del
50 carro de montaje.

El dispositivo de posicionamiento y, particularmente, las disposiciones de pista de accionamiento incluyen pistas de leva para el guiado de precisión del carro de montaje a lo largo de la trayectoria de guía de carro. Las pistas de leva incluyen superficies de leva superior e inferior en relación enfrentada opuesta que interactúan/cooperan con una

pluralidad de seguidores de leva correspondientes.

5 Todavía en otro aspecto, las realizaciones de la invención incluyen un sistema de frenado independiente. El sistema de frenado independiente es independiente de la disposición de accionamiento. El sistema de frenado puede incluir un sistema de contacto de dos puntos que incluyen piñones que engranan con las disposiciones de cremallera. El sistema de frenado independiente tiene un estado libre, en el que se permite que el carro de montaje se mueva a lo largo de la trayectoria de guía de carro, y un estado de frenado en el que se impide que el carro de montaje se mueva a lo largo de la trayectoria de guía de carro. El sistema de frenado independiente puede utilizarse durante tratamientos de radioterapia para mantener la posición de una boquilla de haz de protones aneja.

10 Las realizaciones de la presente invención pueden incluir también un sistema de bloqueo "seguro frente a fallos", denominado también sistema de frenado secundario, que bloquee automáticamente el carro de montaje en el caso de un fallo de frenado de control o primario del carro de montaje. El sistema de bloqueo seguro frente a fallos puede incluir cerraduras de espiga de golpe, preferiblemente cerraduras de espiga de golpe cargada por resorte, que cooperen selectivamente con matrices de aberturas de bloqueo, que incluyen típicamente aberturas y/o cavidades angularmente espaciadas una de otra, para proporcionar un bloqueo positivo que impida el movimiento del carro de montaje a lo largo de la trayectoria de guía de carro.

15 Otras realizaciones de la presente invención pueden incluir también topes de carro para localizar con precisión el carro de montaje en posiciones generalmente predeterminadas. Estos topes de carro pueden incluir uno o más sistemas de ajuste fino para calibrar de manera selectivamente fina las posiciones predeterminadas.

20 Los sistemas de ajuste fino pueden incluir parachoques de ajuste fino contra los cuales el carro de montaje hace tope cuando se le posiciona en las posiciones predeterminadas. Pueden proporcionarse también sistemas de alineación para confirmar la alineación del carro de montaje y, en consecuencia, un emisor de partículas anejo. Cada sistema de alineación incluye una diana de alineación cooperante para recibir una púa de alineación.

En una realización de la presente invención, la disposición de accionamiento es llevada por el carro de montaje y se mueve a lo largo de la trayectoria de guía cuando el carro de montaje se mueve a lo largo de la trayectoria de guía.

25 Más allá de los rodillos de leva para permitir un movimiento de fricción reducida a lo largo de la trayectoria de guía de carro identificada previamente, las realizaciones de la invención pueden incluir rodillos de leva laterales. Los rodillos de leva laterales corren sobre caras laterales de las pistas de leva que miran hacia dentro y una hacia otra. Estos rodillos de leva posteriores facilitan el posicionamiento lateral preciso del carro de montaje con relación a los bastidores de soporte. Estos rodillos de leva laterales son ajustables preferiblemente para permitir la sintonización o calibrado fino de la posición lateral del carro de montaje con relación a los bastidores de soporte.

30 Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se la tome en conjunción con los dibujos que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

35 Los dibujos que se acompañan, incorporados en la memoria y que forman una parte de ella, ilustran varios aspectos de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

La figura 1 es una ilustración isométrica desde arriba de un sistema de tratamiento de radioterapia según las enseñanzas de la presente invención;

La figura 2 es una ilustración isométrica desde arriba del sistema de posicionamiento para el sistema de tratamiento de radioterapia de la figura 1;

40 La figura 3 es una vista lateral parcial del sistema de posicionamiento de la figura 2;

La figura 4 es una vista isométrica lateral parcial del sistema de posicionamiento de la figura 2, que está parcialmente en despiece ordenado con el carro retirado de los bastidores de soporte;

Las figuras 5 y 6 son ilustraciones isométricas del carro de montaje del sistema de posicionamiento de la figura 2;

45 La figura 7 es una vista lateral parcial, similar a la figura 3, que ilustra las diversas posiciones del carro de montaje a lo largo de la trayectoria de guía definida por los bastidores de soporte; y

La figura 8 es una ilustración en perspectiva de una segunda realización de un sistema de tratamiento de radioterapia según las enseñanzas de la presente invención.

Aunque la invención se describirá en conexión con ciertas realizaciones preferidas, no hay intención de limitarla a estas realizaciones. Por el contrario, la intención es cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes como

incluidos dentro del alcance de la invención definida por las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada de la invención

5 La figura 1 ilustra una primera realización de un sistema de tratamiento de radioterapia 100 para realizar tratamiento de radioterapia en un paciente 101. El sistema de tratamiento de radioterapia 100 incluye una boquilla de haz de protones 102 que es un emisor de partícula de radioterapia para producir y emitir un haz de protones para efectuar el tratamiento de radioterapia. El sistema de tratamiento de radioterapia 100 incluye también un sistema de posicionamiento de alta precisión 104 para posicionar la boquilla de haz de protones 102.

10 Con referencia a la figura 2, el sistema de posicionamiento 104 incluye generalmente un par de bastidores de soporte arqueados 106, 107 sobre los cuales se soporta un carro de montaje 108. El carro de montaje 108 está acoplado operativamente a un controlador 109 para controlar uno o más de entre su funcionamiento, movimiento y frenado alrededor de los bastidores de soporte 106, 107. Cada uno de los bastidores de soporte 106 están montados en el suelo 145 (véase la figura 3).

15 Cada bastidor de soporte incluye una disposición de pista de accionamiento 110. Las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 están generalmente arqueadas y son sustancialmente imágenes especulares opuestas una a otra. Las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 definen una trayectoria de guía de carro arqueada 113 (véase, por ejemplo, la figura 3) a lo largo de la cual el carro de montaje 108 puede ser accionado para ajustar un eje 115 de haz de protones (véase la figura 1) de la boquilla de haz de protones 102.

20 Como se ilustra en las figuras 2 y 4, el carro de montaje 108 es soportado por los bastidores de soporte 106, 107 y está conectado operativamente a las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112. El carro de montaje 108 incluye una disposición de accionamiento 114 que se acopla operativamente a las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 para accionar el carro de montaje 108 a lo largo de las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 y, en consecuencia, de la trayectoria de guía de carro 113 que ellas definen.

25 Las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 se describirán con referencia a la figura 4. La figura 4 es una ilustración parcial en despiece ordenado del sistema de posicionamiento 104 y sólo incluye la disposición de pista de accionamiento 110 y el bastidor de soporte 106. Sin embargo, dado que las dos disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 son sustancialmente idénticas, excepto por ser imágenes especulares opuestas, la descripción de la pista de guía 110 será igualmente aplicable a la pista de guía 112.

La disposición de la pista de accionamiento 110 está formada generalmente por una pluralidad de segmentos de pista de accionamiento 110a-110h. Los segmentos están montados operativamente en el bastidor de soporte 106.

30 La disposición de pista de accionamiento 110 define una cremallera 116 que está acoplada por la disposición de accionamiento 114 para accionar el carro de montaje 108 a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113. La cremallera 116 mira radialmente hacia fuera para engranarse con un piñón correspondiente 117 de la disposición de accionamiento 114. En la realización ilustrada, cada segmento 110a-110h define, al menos en parte, una sección de una cremallera 116.

35 La disposición de pista de accionamiento 110 define además una pista de leva 118 que incluye superficies de leva superior e inferior 120, 122. Las superficies de leva superior e inferior 120, 122 están en relación enfrentada opuesta y son generalmente paralelas una a otra. La pista de leva 118 define generalmente la trayectoria de guía de carro 113 e interactúa operativamente con el carro de montaje para mantener y proporcionar un posicionamiento predeterminado preciso del carro de montaje y, en consecuencia, de una boquilla de haz de protones aneja 102. De nuevo, cada segmento de pista de accionamiento 110a-110h define parte de la pista de leva 118.

40 Así, en una realización, una pluralidad de los segmentos de pista de accionamiento 110a-110h son construcciones de una pieza y cada uno de ellos forma una porción integrante de la pista de leva 118 y una porción integrante de la cremallera 116. Adicionalmente, como se ilustra en la figura 3, la cremallera 116 está espaciada radialmente hacia fuera de la pista de leva 118.

45 Con referencia a las figuras 5 y 6, se ilustra el carro de montaje 108. El carro de montaje incluye generalmente un bastidor 124 en el que está montado el resto de los componentes del carro de montaje. El bastidor 124 define en general un paso de boquilla de haz de protones 126 a través del cual la boquilla de haz de protones 102 (véase la figura 1) pasa cuando se monta en el carro de montaje 108.

50 El carro de montaje, como se indica previamente, incluye una disposición de accionamiento de precisión 114 que acciona operativamente el carro de montaje 108 a lo largo de las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112. La disposición de accionamiento proporciona un posicionamiento de 50 micrones a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113. La disposición de accionamiento incluye un motor de accionamiento 126 que acciona el piñón 117 y el piñón 128 (véase la figura 4) que engranan operativamente con los dientes de las cremalleras de las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 para mover el carro de montaje 108 a lo largo de la trayectoria de guía de carro

113. La disposición de accionamiento 114 incluye también un tren de engranajes 130 posicionado operativamente entre los piñones 117, 128. El tren de engranajes 130 es un tren de engranajes de reducción de relación de transmisión.

5 La disposición de accionamiento 114 de la realización ilustrada es portada por el carro de montaje 108 de tal manera que, cuando el carro de montaje 108 se mueve a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113, la disposición de accionamiento 114 se mueve también a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113.

El motor de accionamiento 126 es preferiblemente un servomotor electrónicamente operado para proporcionar el control preciso del carro de montaje 108. Sin embargo, podrían utilizarse otros motores de accionamiento, tales como neumático, hidráulico, etc., mientras permanezcan dentro del alcance de la presente invención.

10 Los dos piñones 117, 128 están acoplados operativamente uno a otro para rotación uniforme por un árbol de acoplamiento 132 de los mismos. Utilizando un par de piñones 117, 128, la disposición de accionamiento 114 proporciona una disposición de accionamiento de dos puntos en la que el primer piñón 117 engrana operativamente con la disposición de pista de accionamiento 110 y el segundo piñón 128 engrana con la disposición de pista de accionamiento 112.

15 Con referencia a las figuras 3 y 5, para guiar el movimiento del carro de montaje 108 con relación a las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 y a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113, el carro de montaje incluye una pluralidad de seguidores de leva. Dado que el carro de montaje 108 interactúa generalmente con las dos disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 de una manera similar, el carro de montaje 108 es generalmente simétrico alrededor del eje 142 con respecto a los componentes que interactúan con las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112.

20 Un grupo de componentes incluyen los diversos seguidores de leva que interactúan con las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 para dirigir el movimiento del carro de montaje 108. Más particularmente, cada lado del carro de montaje 108 incluye dos pares de rodillos de leva 148, 146 de trayectoria de guía que incluyen cada uno de ellos rodillos de leva superiores 144a, 146a y rodillos de leva inferiores 144b, 146b, respectivamente. Los pares de rodillos de leva 144, 146 de trayectoria de guía están espaciados uno de otro a lo largo de la trayectoria de guía para mejorar la estabilidad del carro de montaje 108 dentro de las pistas de leva e impedir la inclinación a lo largo de un eje 147 que es generalmente paralelo a los ejes de rotación de los rodillos de leva 144a, 144b, 146a, 146b.

25 Los rodillos de leva superiores 144a, 146a interactúan con la superficie de leva superior 120 de la pista de leva 118 y corren sobre ésta. Los rodillos de leva inferiores 144b, 146b interactúan con la superficie de leva inferior 122 de la pista de leva 118 y corren sobre ésta. En una realización preferida, los rodillos de leva 144a, 146a y 144b, 146b están cargados previamente contra las superficies de leva superior e inferior 120, 122 para impedir que ocurra cualquier holgura entre ellas. Además, los rodillos de leva 144a, 144b, 146a, 146b están acoplados operativamente al bastidor 124 de tal manera que sus posiciones relativas puedan ajustarse para calibrar la posición del carro de montaje 108 con relación a las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112. Los ejes de rotación de los rodillos de leva 144, 146 están posicionados preferiblemente de manera sustancial en la trayectoria de guía de carro 113.

30 El carro de montaje 108 incluye dos conjuntos adicionales de rodillos de leva en cada lado del eje 142 que interactúan con las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112. Más particularmente, cada lado del carro de montaje 108 incluye dos pares de rodillos de leva laterales 148, 150. Cada par de rodillos de leva laterales 148, 150 incluye rodillos de leva superiores 148a, 150a y rodillos de leva inferiores 148b, 150b, respectivamente. Los rodillos de leva laterales 148, 150 se utilizan para posicionar lateralmente el carro de montaje 108 entre los bastidores de soporte 106, 107. Estos rodillos de leva laterales 148, 150 corren sobre la cara lateral interior de las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112 (véase, por ejemplo, la cara interior 152 ilustrada en las figuras 4 y 7). Las caras laterales interiores 152 miran hacia dentro, una hacia otra. En una realización preferida, los rodillos de leva laterales superiores 148a, 150 contactan con una porción de la cara interior 152 radialmente hacia fuera de la pista de leva 118 mientras que los rodillos de leva laterales inferiores 148b, 150b contactan con una porción de cara interior 152 radialmente hacia dentro de la pista de leva 118.

35 Los ejes de rotación de los rodillos de leva laterales 148, 150 están inclinados preferiblemente con relación al bastidor 124 de tal manera que el eje de rotación de los rodillos de leva laterales 48 sea generalmente perpendicular a la tangente de la trayectoria de guía de carro 113 para limitar cualquier fricción o agarrotamiento entre los rodillos de leva 148, 150 y la cara interior 152.

40 Estos rodillos de leva 148, 150 son lateralmente ajustables hacia y desde la cara interior de su correspondiente disposición de pista de accionamiento 110, 112. La posición de estos rodillos de leva 148, 150 proporciona un ajuste fino para calibrar la posición lateral del carro de montaje 109. Además, la tolerancia entre los seguidores de leva 148, 150 que interactúan con la disposición de pista de accionamiento 110 y los seguidores de leva que interactúan con la disposición de pista de accionamiento 112 es menor de dos milímetros, más preferiblemente menor de un milímetro y medio.

El carro de montaje 108 incluye además un sistema de frenado independiente 160. El sistema de frenado independiente 160 de la realización ilustrada incluye una disposición de frenado de dos puntos e incluye un par de piñones 162, 164 que engranan operativamente con las cremalleras de las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112, respectivamente.

5 Los piñones 162, 164 están acoplados operativamente uno a otro por un árbol de freno 166 para realizar un frenado coordinado. Cuatro frenos independientes 168, 171 bloquean el árbol de freno 166 y, en consecuencia, los piñones 162, 164 con relación al bastidor 124 del carro de montaje 108 para impedir el movimiento del carro de montaje 108 a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113. En una realización preferida, cada uno de los cuatro frenos 168-171 funciona independientemente de tal manera que si falla cualquier freno, los otros frenos permanezcan funcionando.

10 Además, los frenos pueden transitar entre un estado libre, en el que se permite que el carro de montaje 108 se mueva a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113, y un estado de frenado en el que se impide que el carro de montaje se mueva a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113.

15 El carro de montaje 108 incluye adicionalmente un sistema de bloqueo seguro frente a fallos que incluye cerraduras de espiga de golpe cargada por resorte primera y segunda 174, 176. Cada una de las cerraduras de espiga de golpe 174, 176 coopera con una matriz de aberturas de bloqueo correspondiente formada por las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112. Las matrices de aberturas de bloqueo son una pluralidad de aberturas 178 o cavidades angularmente espaciadas una de otra formadas por las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112.

20 Las cerraduras de espiga de golpe 174, 176 incluyen una espiga cargada por resorte (no mostrada) que encaja (es decir, es recibida) en aberturas individuales de entre las aberturas 178 para proporcionar un bloqueo positivo que impida el movimiento del carro de montaje 108 con relación a las disposiciones de pista de accionamiento 110, 112. El sistema de bloqueo seguro frente a fallos es "seguro frente a fallos" debido a que se pierde potencia o control del carro de montaje 108, las cerraduras de espiga de golpe 174, 176 accionarán por resorte sus respectivas espigas en acoplamiento con una de las aberturas para impedir el movimiento adicional del carro de montaje 108. En algunas realizaciones, incluso cuando no haya ocurrido un fallo de control, puede utilizarse el sistema de bloqueo seguro frente a fallos mientras se realizan tratamientos de radioterapia para impedir cualquier problema o reducir cualquier movimiento de la boquilla de haz de protones aneja si el control se pierde durante un tratamiento.

25 Como se ilustra en las figuras 4, 6 y 7, el sistema de posicionamiento 104 incluye conjuntos de tope de carro superior e inferior 180, 182 para localizar con precisión el carro de montaje en localizaciones predeterminadas. Estas dos localizaciones predeterminadas para esta realización posicionan el bastidor 124 de tal manera que el eje de haz de protones 115 sea horizontal (correspondiente al conjunto de tope 182) o de 60 grados con respecto a la horizontal (el conjunto de tope correspondiente 180). Así, en esta realización, el carro de montaje 108 está configurado de tal manera que puede desplazarse solamente 60 grados a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113 (ilustrada como ángulo α), pero las disposiciones de pista de accionamiento reales 110, 112 están provistas de un grado angular mayor que el ilustrado por el ángulo β .

35 Cada conjunto de tope de carro 180, 182 incluye un par de parachoques de ajuste fino 184 contra los cuales el carro de montaje 108 hace tope cuando está en las dos localizaciones predeterminadas. La posición de estos parachoques 184 puede ajustarse para proporcionar una calibración de posición fina de las localizaciones predeterminadas. El carro de montaje 108 incluye frenos 186 de parachoques que hacen tope con los parachoques 184 cuando el carro de montaje 108 está localizado en las localizaciones predeterminadas. Las localizaciones predeterminadas pueden ser denominadas "localizaciones generalmente predeterminadas" debido a la capacidad de ajustar las localizaciones reales ajustando la posición de los parachoques 184. Alternativamente, podría ajustarse la posición de los frenos 186.

40 Los conjuntos de tope de carro incluyen también dianas de alineación 188 que cooperan con púas de alineación correspondientes 190 del carro de montaje 108. Las dianas de alineación 188 de la realización ilustrada incluyen una abertura 192 que recibe las púas de alineación 190 cuando el carro de montaje está apropiadamente alineado y en las localizaciones predeterminadas deseadas. Las dianas de alineación 188 pueden incluir también sensores que puedan reenviar una realimentación al controlador que controla la posición del carro de montaje 108.

45 Aunque se desea utilizar los conjuntos de tope de carro 180, 182 cuando se realiza tratamiento de radioterapia, otras realizaciones pueden posicionar el carro de montaje 108 en algún lugar entre las dos posiciones sustancialmente predeterminadas establecidas por los conjuntos de tope de carro 180, 182. Esto es efectuado por el posicionamiento muy preciso del carro de montaje 108 proporcionado por la disposición de accionamiento 114. Más particularmente, el carro de montaje 108 está provisto de una precisión de posicionamiento de 50 micrones a lo largo de la trayectoria de guía de carro 113.

50 El sistema de posicionamiento 104 incluye además una cubierta 194 de persiana de rodillo que forma una cortina que protege la mayor parte del carro de montaje 108 y la boquilla de haz de protones 102 frente a la exposición a la sala en la que está teniendo lugar el tratamiento de radioterapia. La cubierta de persiana 194 se desplaza a lo largo de pistas de cubierta 196. La cubierta de persiana 194 es extraída de un par de botes superiores de enrollamiento

198 y retraída hacia dentro de ellos. Más particularmente, la cubierta de persiana 194 está acoplada operativamente al carro de montaje 108 de tal manera que, cuando el carro de montaje se mueve en una dirección, una cantidad mayor de la cubierta de persiana 194 es extraída de uno de los botes 198 y una cantidad mayor de la cubierta de persiana es retraída hacia dentro del otro de los botes 198.

- 5 Los bastidores de soporte 106, 107 están formados típicamente de chapas metálicas soldadas entre ellas para formar miembros huecos. Los miembros huecos pueden llenarse finalmente de hormigón u otro material para proporcionar rigidez y resistencia adicionales. Unas placas de arriostamiento superior e inferior 200 acoplan los extremos de los bastidores de soporte 106, 107 para impedir que se desmonten lateralmente los dos dispositivos.

- 10 En la figura 8 se ilustra otra realización de un sistema de tratamiento de radioterapia 300. Este sistema de tratamiento de radioterapia 300 es sustancialmente similar a la realización previa y sólo se discutirán a continuación aquellas diferencias que estén presentes en esta realización, que pueden o pueden no incorporarse en la realización previa.

- 15 La diferencia principal en este sistema de tratamiento de radioterapia es que el sistema de posicionamiento 304 de esta realización permite el posicionamiento incrementado de la boquilla de haz de protones 102. Más particularmente, la posición de la boquilla del haz de protones 102 puede ajustarse en un total de 180 grados entre orientaciones horizontales opuestas. Así, esta realización permite un desplazamiento más allá de los 60 grados de desplazamiento de la realización previa. Sin embargo, cuando el desplazamiento se limita sustancialmente a 180 grados, el desplazamiento se limita típicamente por debajo de 200 grados. Más particularmente, en una primera orientación, la boquilla de haz de protones 102 está alineada de tal manera que el haz de protones es horizontal y se extiende desde la boquilla de haz de protones 102 hacia la derecha de la página. En una segunda orientación, la boquilla de haz de protones 102 se ha girado 180 grados de tal manera que el haz de protones está una vez más de nuevo horizontal, pero en esta orientación, el haz de protones se extiende hacia el lado izquierdo de la página. Estas dos posiciones extremas son posiciones predeterminadas que son similares a las posiciones predeterminadas discutidas anteriormente, en las que el carro de montaje contacta con conjuntos de tope. Así, las disposiciones de pista de accionamiento 310, 312 de esta realización definen una trayectoria de guía de carro que proporciona movimiento por el carro de montaje a lo largo de un ángulo grande.

- 25 En una implementación de esta realización, el carro de montaje 308 incorpora un par de disposiciones de accionamiento. Cada disposición de accionamiento es sustancialmente idéntica a la disposición de accionamiento 114 descrita previamente. En esta configuración, las dos disposiciones de accionamiento pueden accionar simultánea o secuencialmente el carro de montaje. Cuando se accionan secuencialmente, el carro de montaje conmutará el conjunto de accionamiento al rebasar el centro, es decir, al pasar más allá del punto de 90 grados. Sin embargo, no se requiere una configuración de este tipo.

- 30 Aunque las realizaciones ilustradas se montan completamente sobre el suelo de la sala de radioterapia, realizaciones alternativas podrían tener los sistemas montados debajo o parcialmente debajo del suelo. En otras realizaciones, similares a la realización 300, una porción podría estar encima del suelo y otra porción podría estar debajo del suelo. Típicamente, en esta disposición, la mitad del sistema 300 estaría encima del suelo mientras que la otra mitad del sistema 300 estaría debajo del suelo. Esto permitiría que el eje 315 gire entre verticalmente hacia arriba y verticalmente hacia abajo, así como con una orientación horizontal intermedia. Esto se opone a la disposición ilustrada en donde el eje 315 gira entre las orientaciones izquierda horizontal y derecha horizontal con una orientación hacia abajo vertical intermedia.

- 35 El uso de los términos "un" y "el" y referentes similares en el contexto de la descripción de la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) debe interpretarse para cubrir tanto el singular como el plural, a menos que se indique aquí de otra manera o se contradiga claramente por el contexto. Los términos "que comprende", "que tiene", "que incluye" y "que contiene" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, significando "que incluye, pero no se limita a"), a menos que se haga notar otra cosa. La enumeración de rangos de valores en esta memoria está destinada meramente a servir como método taquigráfico de hacer referencia individualmente a cada valor separado que caiga dentro del rango, a menos que se indique aquí de otra manera, y cada valor separado se incorpora en la memoria como si se mencionara aquí individualmente. Todos los métodos aquí descritos pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se indique aquí de otra manera o se contradiga claramente de otra manera por el contexto. El uso de cualquiera y todos los ejemplos o del lenguaje ejemplar (por ejemplo, "tal como") proporcionados en esta memoria, está destinado meramente a iluminar mejor la invención y no plantea una limitación en el alcance de la invención a menos que se reivindique de otra manera. Ningún lenguaje en la memoria deberá interpretarse como indicativo de que cualquier elemento no reivindicado es esencial para la práctica de la invención.

- 55 Se describen aquí realizaciones preferidas de esta invención, incluyendo el mejor modo conocido para los inventores para llevar a cabo la invención. Variaciones de las realizaciones preferidas pueden llegar a ser evidentes a los expertos ordinarios en la materia tras la lectura de la descripción anterior. Los inventores esperan que los expertos empleen tales variaciones como apropiadas, y los inventores tienen la intención de que la invención se ponga en

práctica de otra manera distinta de la específicamente descrita en esta memoria. En consecuencia, esta invención es como se define en las reivindicaciones adjuntas a esta memoria.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de posicionamiento de un emisor de partículas de radioterapia que comprende:

5 unos bastidores de soporte arqueados primero y segundo (106, 107), incluyendo cada bastidor de soporte arqueado (106, 107) una disposición de pista de accionamiento (110, 112) que define una trayectoria de guía de carro arqueada (113);

un carro de montaje (108) soportado por los bastidores de soporte (106, 107), siendo el carro de montaje (108) conectable a las disposiciones de pista de accionamiento (110, 112) y móvil a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113);

10 incluyendo el carro de montaje (108) una disposición de accionamiento (114) que se acopla a las disposiciones de pista de accionamiento (110, 112) para accionar el carro de montaje (108) a lo largo de las disposiciones de pista de accionamiento (110, 112),

en el que:

- la primera disposición de pista de accionamiento (110) incluye una primera cremallera (116) y la segunda disposición de pista de accionamiento (112) incluye una segunda cremallera;

15 - la disposición de accionamiento (114) incluye al menos una disposición de accionamiento de dos puntas que incluye un primer piñón (117) que engrana con la primera cremallera (116) y un segundo piñón (128) que engrana con la segunda cremallera;

caracterizado por que

20 - la primera disposición de pista de accionamiento (110) incluye una primera pista de leva (118) que incluye unas superficies de leva superior e inferior (120, 122) en relación enfrentada opuesta y la segunda disposición de pista de accionamiento (112) incluye una segunda pista de leva que incluye unas superficies de leva superior e inferior en relación enfrentada opuesta, definiendo las pistas de leva primera y segunda (118) la trayectoria de guía de carro arqueada (113); y

25 - el carro de montaje (108) incluye pares de rodillos de leva (144, 146) primero, segundo, tercero y cuarto, incluyendo cada par de rodillos de leva (144, 146) un rodillo de leva superior (144a, 146a) y un rodillo de leva inferior (144b, 146b), cooperando el rodillo de leva superior (144a, 146a) de los pares primero y segundo de rodillos de leva (144, 146) con la superficie de leva superior (120) de la primera pista de leva (118), cooperando los rodillos de leva inferiores (144b, 146b) de los pares primero y segundo de rodillos de leva (144, 146) con la superficie de leva inferior (122) de la primera pista de leva (118), cooperando el rodillo de leva superior de los pares tercero y cuarto de rodillos de leva con la superficie de leva superior de la segunda pista de leva, y cooperando los rodillos de leva inferiores de los pares tercero y cuarto de rodillos de leva con la superficie de leva inferior de la segunda pista de leva.

35 2. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 1, que incluye además un sistema de frenado independiente (160), siendo el sistema de frenado (160) independiente de la disposición de accionamiento (114), incluyendo el sistema de frenado independiente (160) un sistema de contacto de dos puntas que comprende unos piñones tercero y cuarto (162, 164), engranando el tercer piñón (162) con la primera cremallera (116) y engranando el cuarto piñón (164) con la segunda cremallera, teniendo el sistema de frenado independiente (160) un estado libre, en el que se permite que el carro de montaje (108) se mueva a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113), y un estado de frenado en el que se impide que se mueva el carro de montaje (108) a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113).

45 3. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 2, que incluye además un sistema de bloqueo seguro frente a fallos que incluye unas cerraduras de espiga de golpe primera y segunda (174, 176) que cooperan selectivamente con matrices de aberturas de bloqueo primera y segunda, respectivamente, para proporcionar un bloqueo positivo que impida el movimiento del carro de montaje (108) a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113).

4. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 3, en el que

- las cerraduras de espiga de golpe primera y segunda (174, 176) son espigas de golpe cargadas por resorte, y/o

50 - las matrices de aberturas de bloqueo primera y segunda incluyen una pluralidad de aberturas espaciadas una de otra (178) dimensionadas para recibir una de las espigas de golpe primera y segunda durante el bloqueo deseado del carro de montaje (108).

5. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 1, en el que:

la primera disposición de pista de accionamiento (110) está formada por una primera pluralidad de segmentos de pista de accionamiento (110a-110h) acoplados operativamente al primer bastidor de soporte (106), siendo cada segmento (110a-110h) una construcción de una pieza que forma una porción integrante de las superficies de leva superior e inferior (120, 122) de la primera pista de leva (118) y una porción integrante de la primera cremallera (116); y

la segunda disposición de pista de accionamiento (112) está formada por una segunda pluralidad de segmentos de pista de accionamiento acoplados operativamente al segundo bastidor de soporte (107), siendo cada segmento una construcción de una pieza que forma una porción integrante de las superficies de leva superior e inferior de la segunda pista de leva y una porción integrante de la segunda cremallera.

6. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 2, en el que

- se proporcionan unos conjuntos de tope de carro primero y segundo (180, 182) para localizar con precisión el carro de montaje (108) en unas posiciones generalmente predeterminadas primera y segunda, y/o

- el sistema de frenado (160) incluye cuatro frenos independientes (168, 169, 170, 171).

7. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 6, en el que

- los conjuntos de tope de carro primero y segundo (180, 182) incluyen unos sistemas de ajuste fino primero y segundo, respectivamente, o

- los conjuntos de tope de carro primero y segundo (180, 182) incluyen unos sistemas de ajuste fino primero y segundo, respectivamente, y en el que cada sistema de ajuste fino incluye unos primeros parachoques de ajuste fino (184) y unos segundos parachoques de ajuste fino (184), haciendo tope el carro de montaje (108) con los primeros parachoques de ajuste fino (184) en la primera posición predeterminada y haciendo tope con los segundos parachoques de ajuste fino (184) en la segunda posición predeterminada.

8. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 7, en el que los conjuntos de tope de carro primero y segundo (180, 182) y el carro de montaje (108) incluyen unos sistemas de alineación primero y segundo, incluyendo el sistema de alineación una diana de alineación cooperante (188) para recibir una púa de alineación (190) para detectar la alineación del carro de montaje (108) con relación a los bastidores de soporte (106, 107) en las posiciones predeterminadas primera y segunda.

9. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 1, en el que

- la disposición de accionamiento (114) es portada por el carro de montaje (108) y se mueve a lo largo de la trayectoria de guía (113) cuando el carro de montaje (108) se mueve a lo largo de la trayectoria de guía (113), y/o

- la trayectoria de guía de carro arqueada (113) está definida entre dos posiciones predeterminadas entre las cuales se permite que se desplace el carro de montaje (108), estando espaciadas una de otra las dos posiciones predeterminadas a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113) para proporcionar menos de 110 grados de desplazamiento por el carro de montaje (108) a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113), y/o

- la trayectoria de guía de carro arqueada (113) está definida entre dos posiciones predeterminadas entre las cuales se permite que se desplace el carro de montaje (108), estando espaciadas una de otra las dos posiciones predeterminadas a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113) para proporcionar más de 60 grados de desplazamiento, pero menos de 200 grados de desplazamiento por el carro de montaje (108) a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113).

10. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 1, en el que:

- las cremalleras primera y segunda (116) miran radialmente hacia fuera de las disposiciones de pista de accionamiento primera y segunda (110, 112), respectivamente; y en el que las cremalleras primera y segunda (116) están posicionadas radialmente hacia fuera de las pistas de leva primera y segunda (116) y espaciadas de ellas, respectivamente, y/o

- los rodillos de leva (144, 146) están precargados contra las pistas de leva correspondientes (118), y/o

- el carro de montaje (108) incluye pares primero, segundo, tercero y cuarto de rodillos de leva laterales (148, 150), corriendo los pares primero y segundo de rodillos de leva laterales (148, 150) sobre una cara lateral (152) de la primera pista de leva (118) que mira hacia dentro y hacia la segunda pista de leva, y corriendo los pares tercero y cuarto de rodillos de leva laterales sobre una cara lateral de la segunda pista de leva que mira hacia dentro y hacia

la primera pista de leva (118).

11. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 1, en el que

5 - el carro de montaje (108) incluye pares primero, segundo, tercero y cuarto de rodillos de leva laterales (148, 150), corriendo los pares primero y segundo de rodillos de leva laterales (148, 150) sobre una cara lateral (152) de la primera pista de leva (118) que mira hacia dentro y hacia la segunda pista de leva, y corriendo los pares tercero y cuarto de rodillos de leva laterales sobre una cara lateral de la segunda pista de leva que mira hacia dentro y hacia la primera pista de leva (118), y

10 - los pares primero, segundo, tercero y cuarto de rodillos de leva laterales (148, 150) son ajustables lateralmente hacia y desde su correspondiente pista de leva (118) para proporcionar un ajuste fino lateral de la posición del carro de montaje (108) con relación a los bastidores de soporte primero y segundo (106, 107).

12. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 1, en el que:

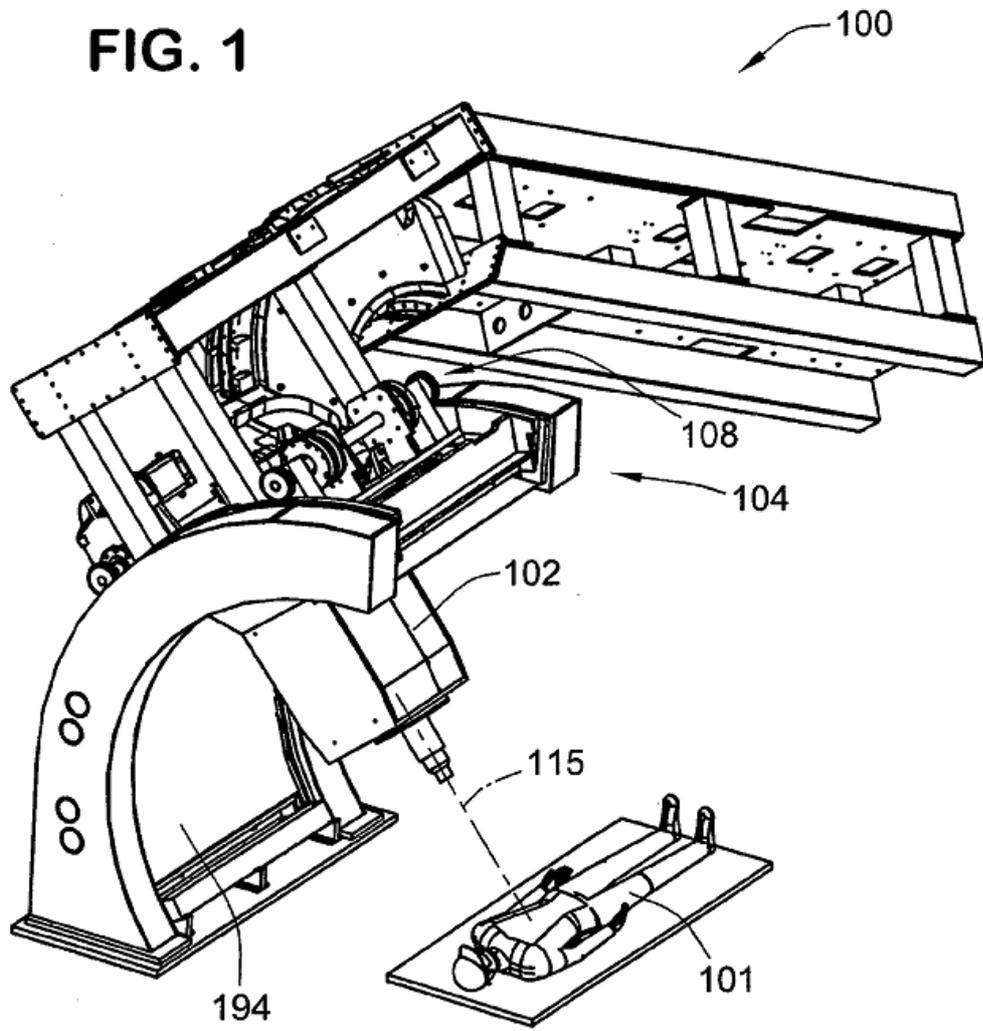
15 la trayectoria de guía de carro arqueada (113) está definida entre dos posiciones predeterminadas entre las cuales se permite que se desplace el carro de montaje (108), estando espaciadas una de otra las dos posiciones predeterminadas a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113) para proporcionar más de 60 grados de desplazamiento, pero menos de 200 grados de desplazamiento por el carro de montaje (108) a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113),

la primera disposición de pista de accionamiento (110) incluye una primera cremallera (116) y la segunda disposición de pista de accionamiento (112) incluye una segunda cremallera; y

20 la disposición de accionamiento (114) incluye una disposición de accionamiento de cuatro puntos que incluye unos piñones primero y segundo espaciados uno de otro que engranan con la primera cremallera (116) y unos piñones tercero y cuarto que engranan con la segunda cremallera, estando acoplados operativamente los piñones primero y tercero para el accionamiento coordinado del carro de montaje (108) y estando acoplados operativamente los piñones segundo y cuarto para el accionamiento coordinado del carro de montaje (108).

25 13. Dispositivo de posicionamiento según la reivindicación 1, en el que el carro de montaje (108) puede ser posicionable a lo largo de la trayectoria de guía de carro (113) utilizando un posicionamiento de 50 micrones.

FIG. 1



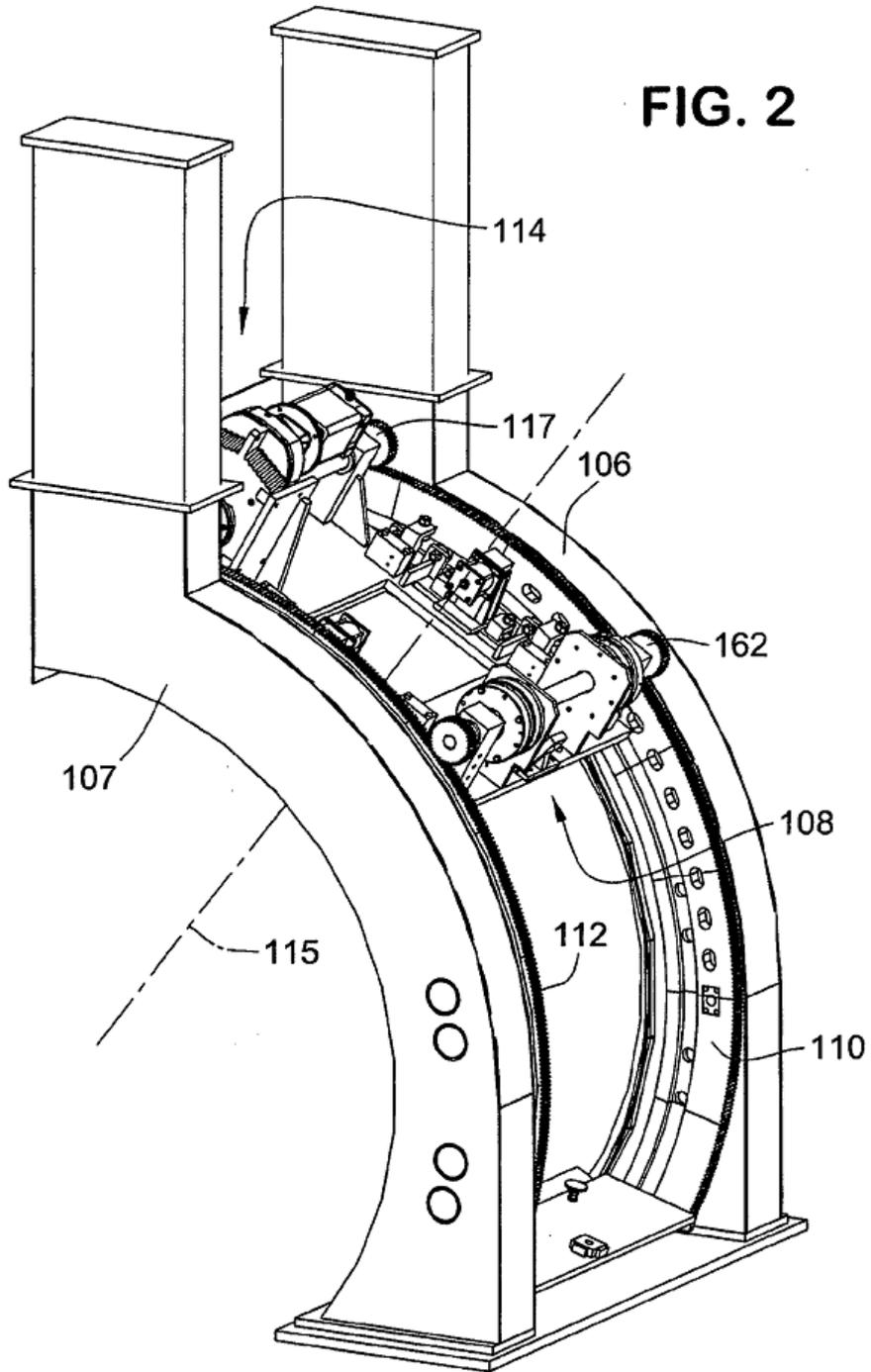
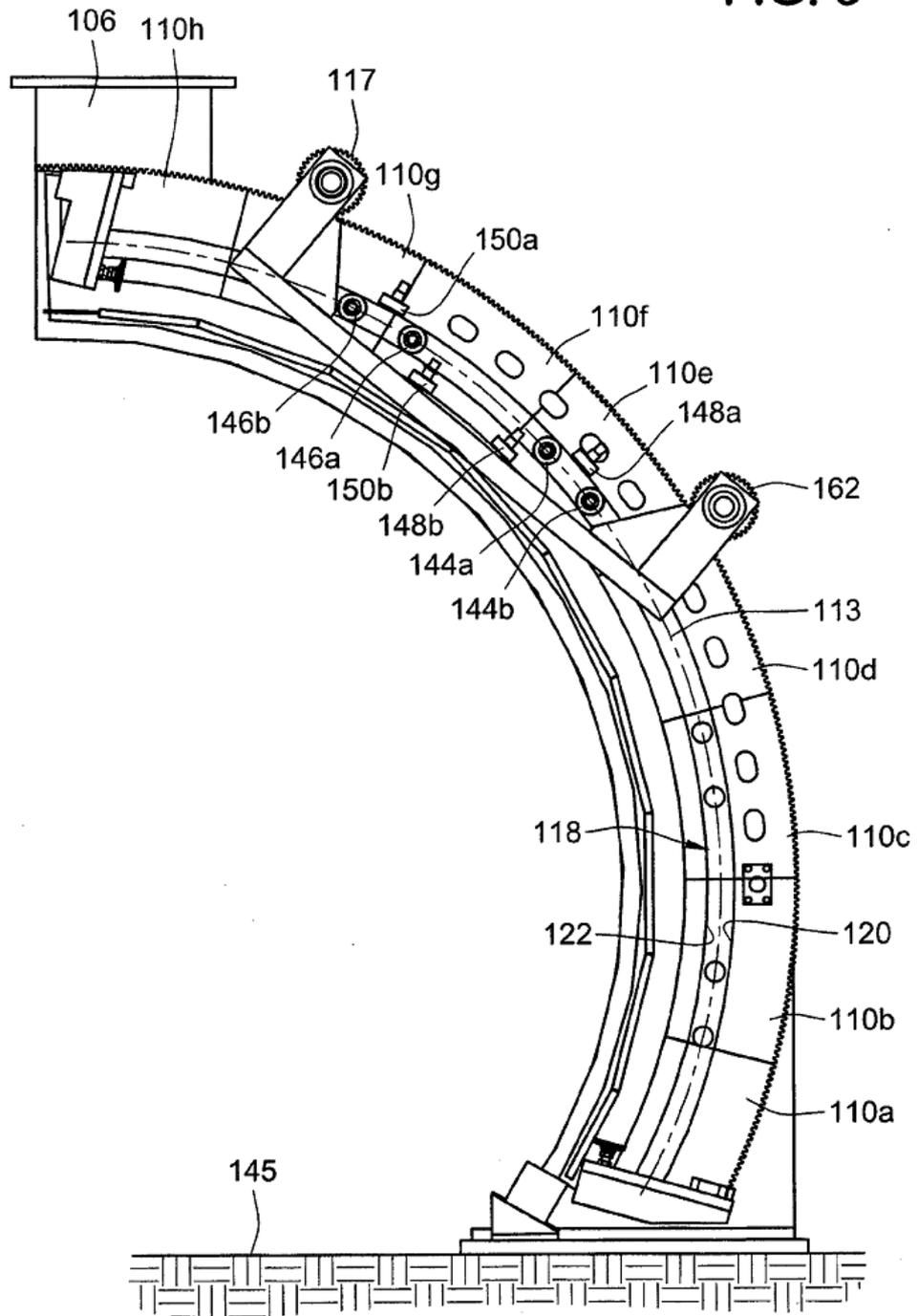


FIG. 3



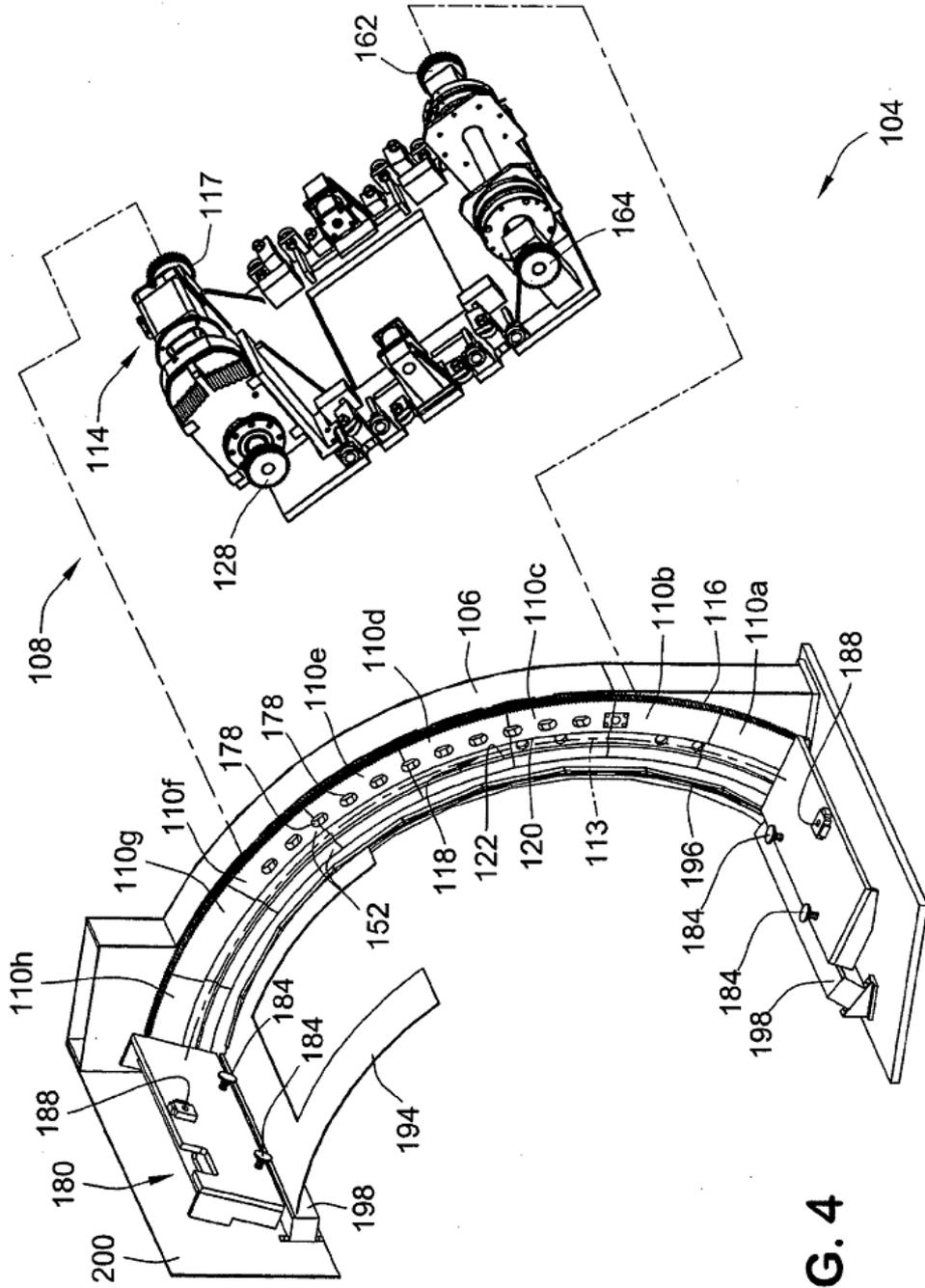
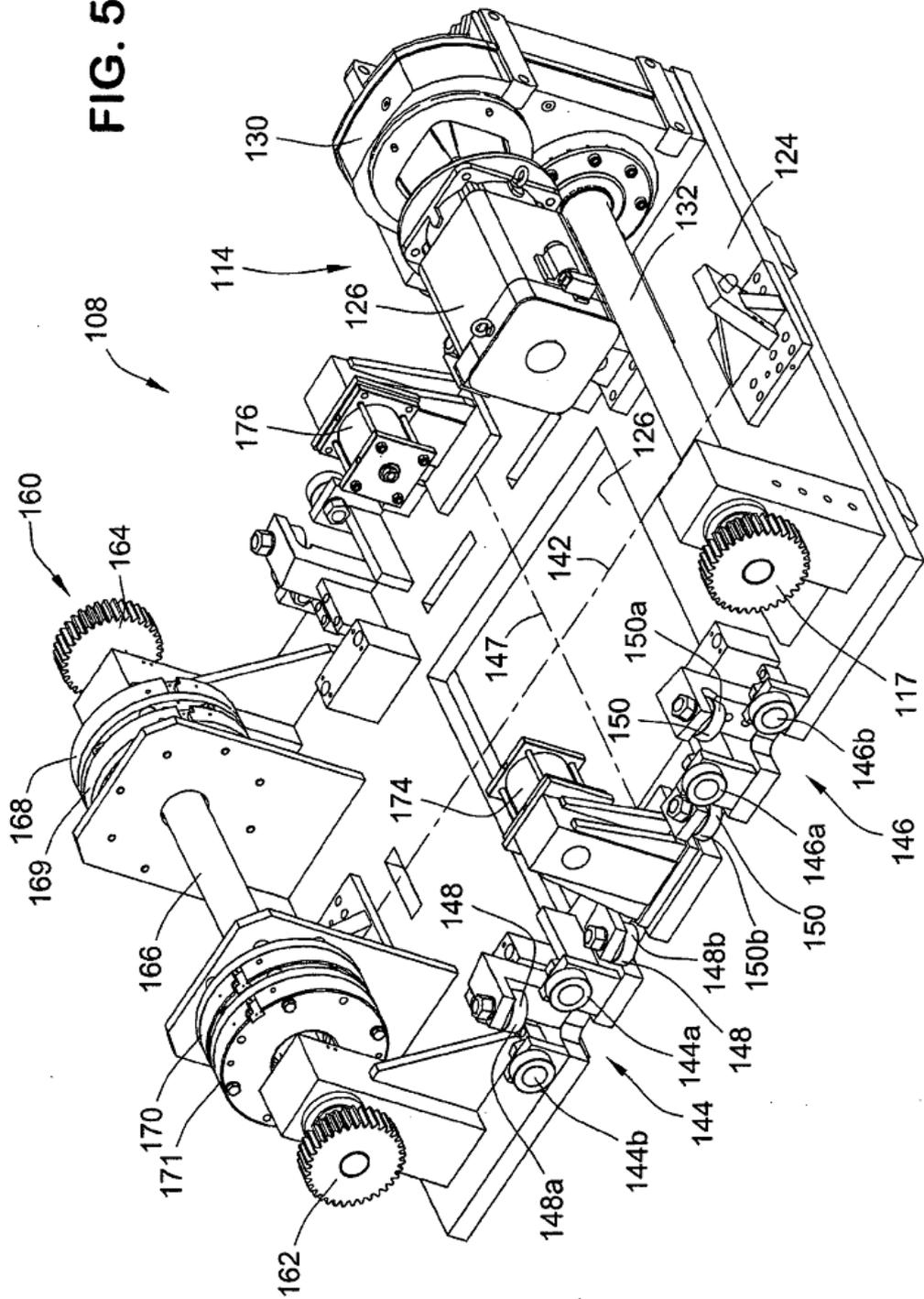


FIG. 4

FIG. 5



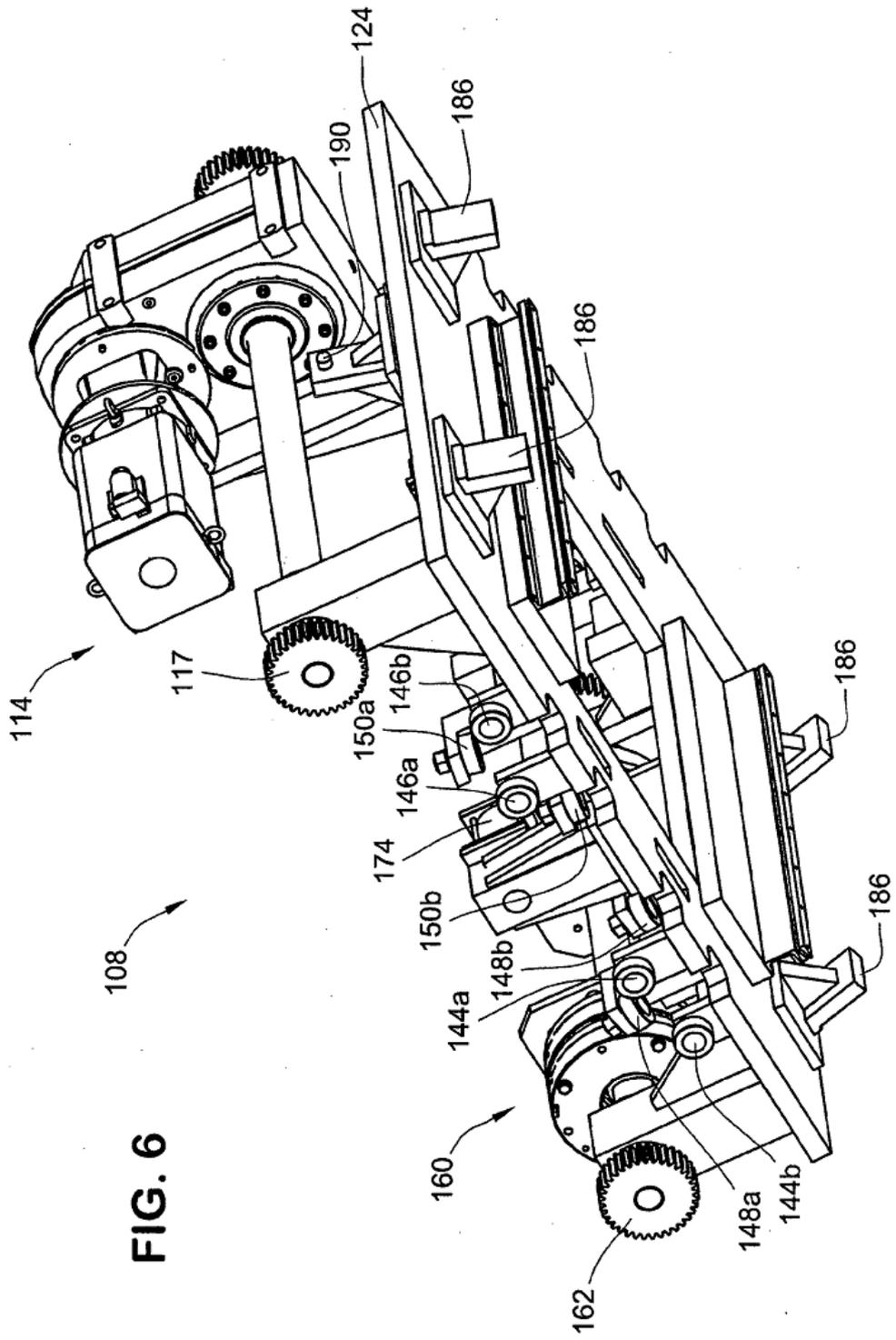
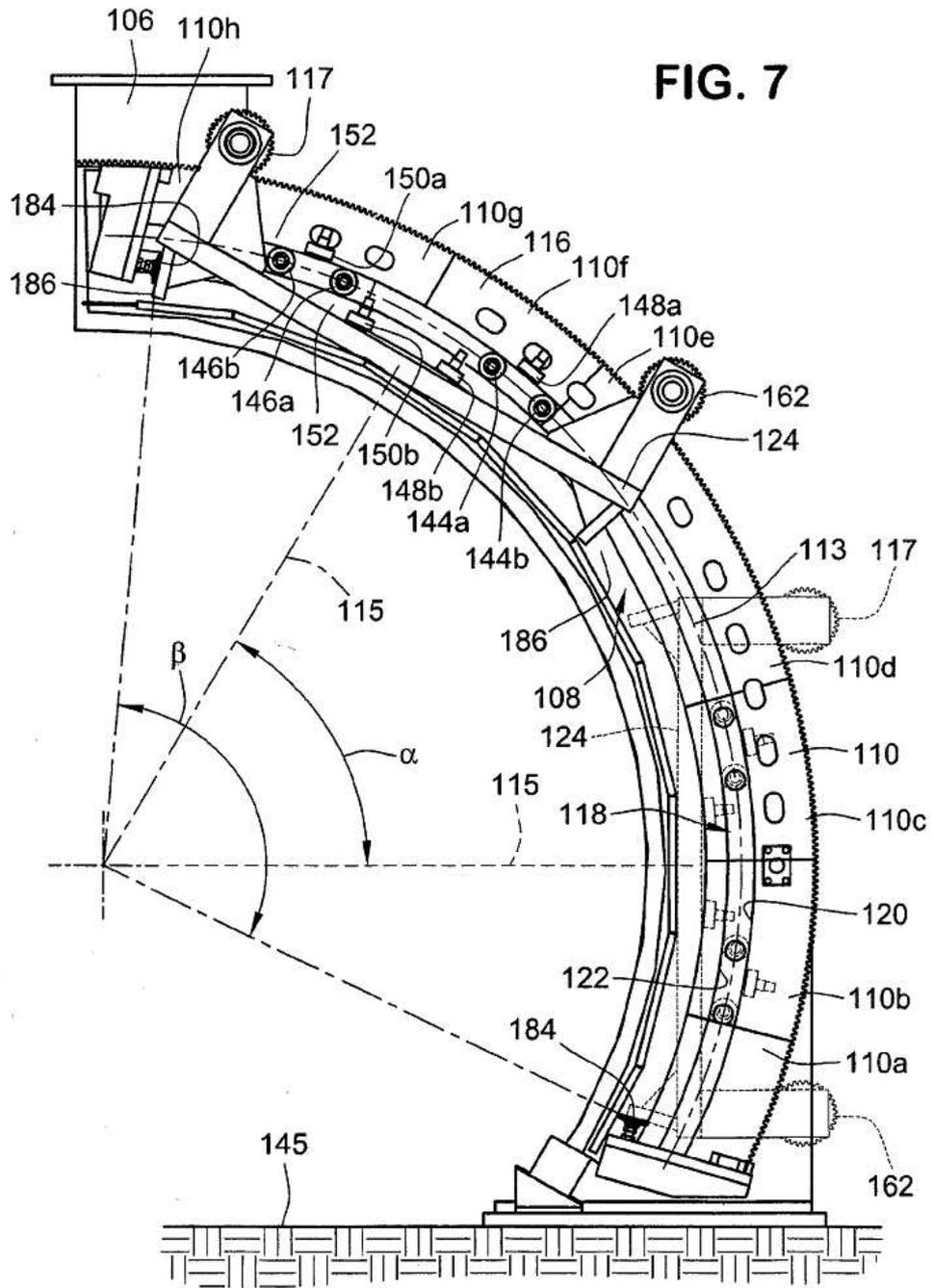


FIG. 6



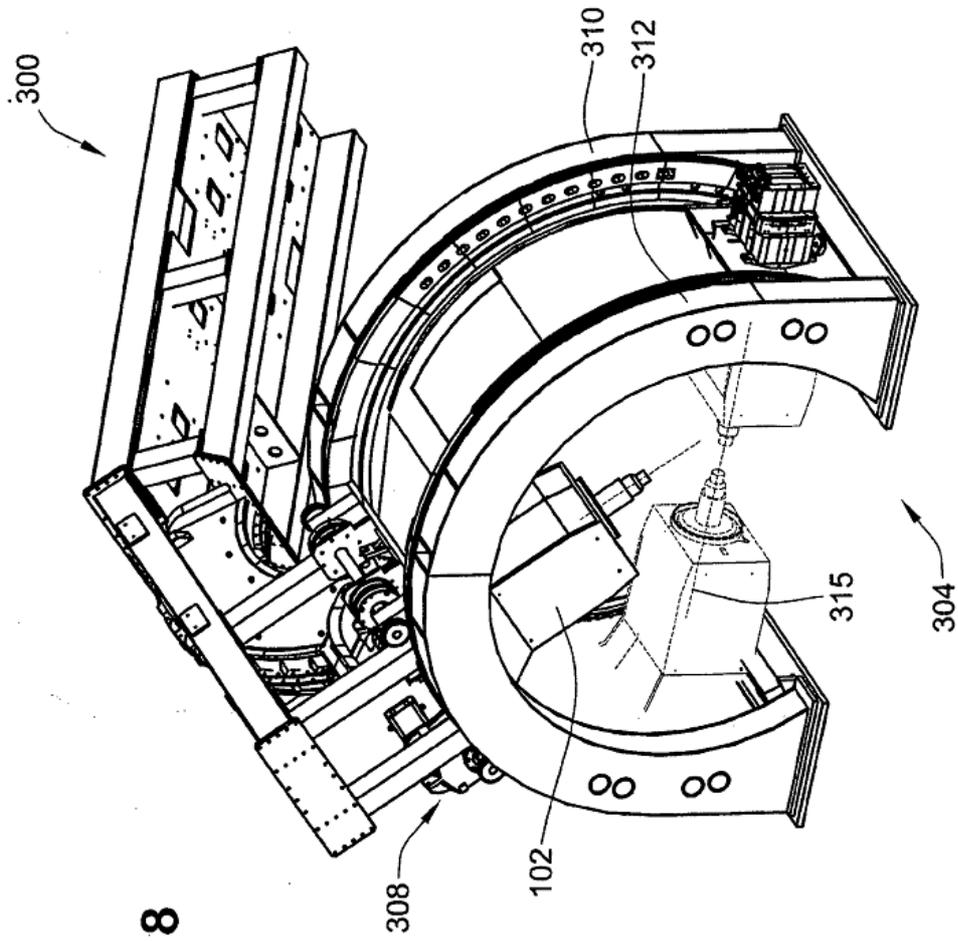


FIG. 8