

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 340**

51 Int. Cl.:

A61B 6/04 (2006.01)

A61B 6/00 (2006.01)

B25J 9/04 (2006.01)

A61B 6/03 (2006.01)

A61B 6/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2019 PCT/GB2019/053350**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2020 WO20109788**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2019 E 19821426 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3886713**

54 Título: **Aparato de exploracion por tomografía computarizada de rayos x**

30 Prioridad:

28.11.2018 GB 201819349

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

10.11.2023

73 Titular/es:

**HALLMARQ VETERINARY IMAGING LTD (100.0%)
Unit 5, Bridge Park, Merrow Lane
Guildford GU4 7BF, GB**

72 Inventor/es:

**BOLAS, NICHOLAS MARTIN;
LODEIRO, EDUARDO PALLAS;
MARTINEZ, LAURA MOLINER;
PODOLYAK, GIEDRE;
KURN, PAUL MICHAEL y
BARNETT, JAMES RICHARD**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 953 340 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de exploración por tomografía computarizada de rayos X

La presente invención se refiere a un aparato para la exploración por tomografía computarizada (TC) de rayos X de un objeto, y en particular para dicha exploración de una extremidad de un animal, por ejemplo un equino.

5 Los dispositivos de TC conocidos para la obtención de imágenes clínicas de personas o animales utilizan un único pódico o gantry en el que se montan un generador y un detector de rayos X. El pódico gira alrededor del objeto que se desea visualizar con el generador de rayos X orientado hacia el detector, de forma que el haz de rayos X emitido por el generador atraviesa o rodea el objeto antes de alcanzar el detector. El generador y el detector se fijan aproximadamente a la misma distancia radial del centro de giro del pódico, y giran alrededor del centro de giro en posiciones diametralmente opuestas.

En general, estos dispositivos de TC conocidos presentan una de dos configuraciones.

15 En una configuración, el pódico tiene forma de "doughnut", con un orificio central lo suficientemente grande como para abarcar un paciente humano, o un animal o parte de un animal. En general, estos dispositivos de TC no son adecuados para obtener imágenes de las extremidades de équidos o animales de gran tamaño similares, ya que el animal, o la extremidad del animal, debe colocarse en el centro del dispositivo para que pueda explorarse. Una posibilidad es que el animal esté tumbado e inmóvil, lo que requiere anestesiárselo. En el caso de los animales grandes, incluidos los équidos, la anestesia y la posterior recuperación de la anestesia conllevan un riesgo significativo de morbilidad o mortalidad. Alternativamente, ambas extremidades deben colocarse dentro del dispositivo mientras el animal está de pie, o una extremidad debe colocarse dentro del dispositivo mientras el animal está de pie sobre las otras extremidades, lo que crea un peligro en caso de que el animal se caiga o intente escapar.

20 En la otra configuración habitual, el pódico tiene la forma de una "U" invertida con el generador de rayos X y el detector montados en brazos opuestos. Estos dispositivos se utilizan habitualmente para obtener imágenes dentales de la cabeza humana. Sin embargo, son mecánicamente inadecuados para explorar extremidades de animales, ya que los brazos de soporte del dispositivo de TC coinciden con el cuerpo o las extremidades del animal.

25 Aunque es posible construir un dispositivo de exploración lo suficientemente grande como para albergar a todo el animal, su coste sería prohibitivo,

30 El documento EP3054852A1 desvela un dispositivo alternativo de exploración por TC, en el que un generador de rayos X y un detector de rayos X están montados sobre una base de soporte y dispuestos para moverse en trayectorias anulares interiores y exteriores alrededor de una extremidad de un animal que se encuentra sobre la base de soporte. El generador de rayos X y el detector de rayos X deben estar uno frente al otro mientras se mueven para permitir la captura de las imágenes de rayos X necesarias de la extremidad,

35 Con esta disposición, son posibles dos configuraciones para un paciente humano o un animal bípedo. En la primera configuración, ambas extremidades se colocan dentro del anillo interior, de forma que tanto el generador de rayos X como el detector de rayos X pasen alrededor de ambas extremidades; En la segunda configuración, una extremidad se coloca dentro del anillo interior y la otra extremidad se coloca justo fuera del anillo interior y entre los anillos interior y exterior. El generador de rayos X, siguiendo la primera trayectoria anular, vuelve a pasar alrededor de ambas extremidades. El detector de rayos X, siguiendo la segunda trayectoria anular, más pequeña, pasa entre las extremidades. En esta configuración, la imagen final se obtiene a partir de una sola extremidad situada en el centro. La extremidad contralateral interrumpe la trayectoria del haz de rayos X entre el generador y el detector durante una pequeña fracción de la trayectoria anular completa, pero cualquiera de los datos recogidos durante este periodo se descartan y la imagen se reconstruye a partir de los datos recogidos durante el giro restante, ligeramente inferior al giro completo de 360°.

45 Esta forma de obtención de imágenes de una sola extremidad ofrece ventajas prácticas y económicas. Debido a que el detector de rayos X está más cerca de la extremidad, el efecto de la dispersión de los rayos X se reduce y la imagen es más nítida. También se puede utilizar un panel detector más pequeño y, por tanto, menos costoso, ya que el haz en forma de cono que emana del generador se expande menos en la distancia más corta.

50 En el caso de un animal cuadrúpedo, como un caballo, la imagen de una extremidad anterior o posterior se obtiene de la misma manera, colocando la extremidad que se desea visualizar dentro del anillo interior y la extremidad anterior o posterior contralateral entre los anillos interior y exterior. El par de extremidades traseras o delanteras sin imagen se coloca fuera del anillo exterior. El generador de rayos X, siguiendo la primera trayectoria anular, pasa entre las extremidades anteriores y posteriores. El detector de rayos X, siguiendo la segunda trayectoria anular, más pequeña, pasa entre el miembro que se va a explorar y su compañero contralateral.

55 Tal disposición significa que la trayectoria anular interior del detector de rayos X y la trayectoria anular exterior del generador de rayos X no pueden conectarse directamente mediante un elemento radial giratorio, ya que interferiría con el soporte del tramo sin imagen situado entre los anillos interior y exterior.

Proporcionar un medio de giro presenta un problema importante porque no es posible conectar directamente el generador de rayos X y el detector de rayos X mediante ninguna varilla o brazo de unión. Cualquier enlace de este tipo por debajo del nivel del generador y el detector tendría que pasar en algún momento por debajo de la superficie sobre la que se encuentra el animal, lo que haría imposible soportar la superficie. Cualquier enlace por encima del nivel del generador y el detector tendría que pasar por una u otra extremidad del animal.

En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato mejorado para la exploración por tomografía computarizada de rayos X, en el que el generador de rayos X y el detector se mueven según sea necesario a lo largo de las trayectorias anulares interior y exterior, y también permitiendo que se proporcione un soporte de peso entre los anillos interior y exterior.

En consecuencia, la invención presente consiste en un aparato para la exploración de CT de rayos X de un objeto, el aparato comprende un generador de rayos X montado sobre un primer soporte provisto de un anillo exterior y un detector de rayos X montado sobre un segundo soporte provisto de un anillo interior, y un mecanismo de accionamiento dispuesto para hacer girar los anillos exterior e interior, en el que los anillos exterior e interior tienen un primer eje común de giro y el diámetro del anillo exterior es mayor que el diámetro del anillo interior, los soportes primero y segundo están situados diametralmente opuestos entre sí, con el segundo soporte en el lado más alejado del anillo interior con respecto a la posición del anillo exterior, en el que la superficie interior del anillo exterior y la superficie exterior del anillo interior están formadas por dientes, y el mecanismo de accionamiento incluye una disposición de engranajes que conecta los anillos exterior e interior, comprendiendo la disposición de engranajes un primer y un segundo engranaje dentados giratorios fijados de forma que giren conjuntamente alrededor de un segundo eje común de giro, el primer engranaje dentado giratorio tiene un diámetro mayor que el segundo engranaje dentado giratorio; el primer engranaje dentado giratorio se engrana con los dientes del anillo exterior y el segundo engranaje dentado giratorio se engrana con los dientes del anillo interior mediante un tercer engranaje dentado giratorio o una correa dentada de transmisión; la relación entre el número de dientes de los anillos exterior e interior es la misma que la relación entre el número de dientes del primer y segundo engranaje dentado giratorio, de modo que los anillos exterior e interior giran prácticamente a la misma velocidad angular en la misma dirección, de forma que la radiación de rayos X emitida por el generador de rayos X se dirija hacia el detector de rayos X mientras el primer y el segundo soportes, en los que están montados respectivamente el generador de rayos X y el detector de rayos X, se desplazan a lo largo de respectivas trayectorias concéntricas anulares primera y segunda definidas por los anillos exterior e interior.

El mecanismo de accionamiento puede incluir un motor dispuesto para hacer girar uno de los anillos exterior e interior y, de este modo, provocar el giro del otro anillo exterior e interior a través de la disposición de engranajes.

Alternativamente, el accionamiento puede incluir un motor dispuesto para hacer girar un engranaje de la disposición de engranajes y provocar así el giro de los anillos exterior e interior a través de la disposición de engranajes.

El segundo engranaje giratorio dentado comprende preferentemente un cubo central dentado del primer engranaje giratorio.

En una realización, en la que el segundo engranaje giratorio engrana con los dientes del anillo interno vía una correa dentada de transmisión, la correa dentada de transmisión se extiende alrededor de la superficie externa dentada del anillo interno y alrededor del cubo central dentado. El engranaje puede incluir un tensor situado entre los anillos exterior e interior para tensar la correa dentada de transmisión.

En otra realización, en la que el segundo engranaje giro engrana con los dientes del anillo interno vía un tercer engranaje giratorio dentado, los dientes del tercer engranaje giratorio engranan con los dientes del cubo central dentado.

El aparato incluye preferentemente un mecanismo de manipulación de cables para cada uno de los cables que suministran energía al generador de rayos X y al detector de rayos X. El mecanismo de manipulación de cables que suministra energía al generador de rayos X puede comprender un miembro alargado hueco y flexible que aloja el cable y está fijado en un extremo al soporte del generador de rayos X de modo que se mueva con el soporte y esté fijado en el otro extremo a un elemento no móvil del aparato, y un canal anular dentro del cual está constreñido el miembro alargado y que rodea el anillo exterior. El mecanismo de manipulación de cables que suministra energía al detector de rayos X puede consistir en un miembro alargado hueco y flexible que aloja el cable y está fijado en un extremo al soporte del detector de rayos X para que se mueva con el soporte y fijado en el otro extremo a un elemento inmóvil del aparato, y un canal anular dentro del cual está constreñido el miembro alargado y que rodea el anillo interior.

El aparato puede incluir una superficie superior soportada por paredes laterales y que cubra el mecanismo de accionamiento, la superficie superior tiene ranuras anulares 25 formadas en la misma que coinciden con la primera y segunda trayectorias anulares, los soportes primero y segundo se extienden hacia arriba a través de las respectivas ranuras, de modo que el generador de rayos X y el detector de rayos X montados en los soportes se sitúan por encima de la superficie superior.

Los soportes primero y segundo pueden estar provistos de medios para elevar y bajar el generador de rayos X y el detector de rayos X montados en los soportes, a fin de permitir la exploración de objetos a diferentes alturas sobre el

nivel del suelo.

5 El aparato incluye preferiblemente medios de control para permitir que el mecanismo de accionamiento sea controlado por un operador. Los medios de control también pueden estar dispuestos para recibir, almacenar y procesar datos procedentes del detector de rayos X, de forma que se produzcan una o más imágenes. Preferiblemente, se proporciona un escudo para proteger al operador de la radiación de rayos X emitida por el generador de rayos X.

En un ejemplo, en el que el objeto a explorar es la extremidad de un animal, el aparato puede incluir medios de soporte de la cabeza del animal. Los medios de control, el escudo y los medios de soporte de la cabeza pueden proporcionarse en una sola estación de control utilizada por el operador.

10 La provisión de la disposición de engranaje que está fijada en relación con el giro del anillo exterior implica que se pueden proporcionar soportes adecuados entre los anillos interior y exterior por debajo de la superficie superior, con el fin de soportar el peso de un animal grande. como un caballo de pie sobre la superficie superior.

Además, en las configuraciones conocidas del aparato de TC, el dispositivo de TC completo suele ser de gran tamaño y peso, y se instala en una ubicación fija en una sala de exploración dedicada.

15 Por el contrario, el aparato según la presente invención puede hacerse portable y capaz de ser movido convenientemente. Las situaciones en las que esto puede ser beneficioso incluyen mover el aparato a un lado de una sala de examen cuando no está en uso, levantar el aparato para que descansa contra la pared de la sala de examen cuando no está en uso, e instalar el aparato en un vehículo adecuado para su uso en múltiples lugares.

20 Por consiguiente, en una configuración, el dispositivo puede estar equipado con ruedas debajo del recinto. En otra configuración, los soportes para el generador de rayos X y el detector de rayos X pueden ser desmontables del aparato restante y las conexiones eléctricas para la alimentación y las señales pueden utilizar conectores, de tal manera que el generador de rayos X y el detector de rayos X pueden ser desmontados y el aparato almacenado para ser apoyado contra una pared o algún otro lugar,

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

25 La figura 1 muestra una vista esquemática de una realización del aparato que incluye un generador de rayos X y un detector de rayos X y un mecanismo de accionamiento según la presente invención.

La figura 2 muestra una vista de la realización con el generador de rayos X y el detector de rayos X en posición eleva.

La figura. 3 muestra una vista del aparato alojado dentro de un recinto poco profundo:

La figura 4 muestra una vista del recinto cubierto por una superficie superior;

30 La figura 5 muestra una vista del aparato en uso;

La figura 6 muestra otra vista de parte del aparato mostrado en la figura 5.

Las figuras 7 y 8 muestran una realización del aparato que incluye mecanismos de manipulación de cables de suministro de energía al generador de rayos X y al detector de rayos X;

35 La figura 9 muestra una vista de la realización con el mecanismo de accionamiento y los mecanismos de manipulación de cables juntos; y

La figura 10 muestra una realización alternativa de un mecanismo de accionamiento para el aparato.

40 Con referencia a los dibujos, se muestra un aparato para la exploración por tomografía computarizada de rayos X de un objeto, como una extremidad de un animal. El aparato comprende un generador de rayos X 1 y un detector de rayos X 2 situado frente al generador de rayos X, de forma que la radiación de rayos X emitida por el generador se dirija hacia el detector. El generador de rayos X 1 está montado en un soporte 3 fijado a un anillo exterior 4. El anillo exterior 4 es accionado para girar alrededor de un centro de giro 5 por un motor 6 de un mecanismo de accionamiento 7, y el anillo exterior 4 está soportado por una pluralidad de rodamientos de rodillos 8 que engranan a intervalos espaciados con la superficie interior 9 del anillo exterior 4. El detector de rayos X 2 está montado sobre un soporte 10 fijado a un anillo interior 11 que también es accionado por el mecanismo de accionamiento 7 para girar alrededor del centro de giro 5. Por lo tanto, los anillos giratorios exterior e interior 4, 11 definen trayectorias anulares concéntricas exteriores e interiores respectivas a lo largo de las cuales los soportes 3, 10 y el generador de rayos X 1 y el detector 2 montados en los soportes están obligados a moverse, teniendo el anillo exterior (y la trayectoria) un diámetro mayor que el anillo interior (y la trayectoria).

50 Los soportes 3, 10 están situados diametralmente opuestos en los respectivos anillos 4, 11, con el soporte 10 situado en el lado más alejado del anillo interior 11 en relación con la posición del soporte 3 en el anillo exterior 4.

El mecanismo de accionamiento 7 está dispuesto para hacer girar los anillos exterior e interior 4, 11 prácticamente a la misma velocidad angular en el mismo sentido de giro, de forma que el generador de rayos X 1 y el detector de rayos X 2 permanezcan uno frente al otro mientras se desplazan a lo largo de sus respectivas trayectorias anulares.

5 La superficie interior 9 del anillo exterior 4 y la superficie exterior 12 del anillo interior 11 están cada una formada por dientes, la superficie interior dentada 9 engrana con el motor 6 para hacer girar el anillo exterior 4. El mecanismo de accionamiento 7 incluye una disposición de engranajes 13 para hacer que el anillo interior 11 gire a la misma velocidad angular y en la misma dirección que el anillo exterior 4. La disposición de engranajes 13 incluye un engranaje giratorio dentado 14 montado para girar entre los anillos exterior e interior 4, 11, con la superficie exterior dentada 15 del engranaje 14 posicionada para engranar con la superficie interior dentada 9 del anillo exterior 4. El engranaje 14 tiene un cubo central 16 con una superficie exterior dentada 17. El mecanismo de accionamiento 7 también incluye una correa dentada de transmisión 18 que engrana alrededor de la superficie exterior dentada 17 del cubo central 16 del engranaje 14 y alrededor de la superficie exterior dentada 12 del anillo interior 11. También está provisto un tensor 19 engranado a la correa 18 de transmisión,

15 Con esta disposición, el motor 6 acciona el anillo exterior: 4 para hacerlo girar, lo que a su vez hace girar el engranaje 14 y el cubo central 16, que a su vez hace girar el anillo interior 11 a través de la correa de transmisión 18. De este modo, con un dimensionado adecuado de los anillos y el engranaje, se puede conseguir que los anillos exterior e interior giren a la misma velocidad angular en la misma dirección.

20 Para que los anillos dentados interior y exterior 4,11 giren prácticamente a la misma velocidad, la relación entre el número de dientes del anillo exterior 4 y el número de dientes del anillo interior 11 debe ser la misma que la relación entre el número de dientes del engranaje dentado giratorio 14 y su cubo central dentado 16.

En la tabla siguiente figuran ejemplos de combinaciones de engranajes; los números .se refieren al número de dientes de cada engranaje;

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4
Anillo exterior 4	113	226	288	288
Anillo interior 11	113	113	144	96
Engranaje giratorio 14	80	80	80	90
Cubo central dentado 16	80	40	40	30

25 En el ejemplo 1, el número de dientes del anillo exterior: 4 es un número primo, por lo que el número de dientes del anillo interior debe ser igual o múltiplo, y no puede ser menor. En este ejemplo, el número de dientes de ambos anillos 4,11 es el mismo, por lo que el tamaño del diente del engranaje del anillo interior será menor que el del anillo exterior 4. El tamaño de los dientes de los engranajes disponibles determinará los diámetros de los anillos. El engranaje giratorio 14 y el cubo central 16 mantienen la relación 1:1 de número de dientes, y también deberán tener tamaños de dientes de engranaje coincidentes.

30 En el ejemplo 2, el anillo interior 11 permanece como en el ejemplo 1, y el anillo exterior 4 tiene un número de dientes múltiplo simple (x2). El engranaje giratorio 14 y el cubo central 16 coinciden en la relación 2:1.

En los ejemplos 3 y 4, los anillos exterior e interior 4, 11 tienen un número de dientes no-primo, por lo que es posible una gama más amplia de relaciones, siendo las relaciones en estos ejemplos 2:1 y 3:1.

35 Como se muestra en la figura 2, los soportes 3, 10 están provistos de reguladores de altura 20, que son preferiblemente telescópicos, para permitir que el generador de rayos X 1 y el detector de rayos X 2 se eleven y desciendan con respecto al suelo sobre el que está colocado el aparato. Esto permite explorar cualquier parte de la extremidad del animal, desde el nivel del suelo hacia arriba, hasta el momento en que el detector o generador interfiere con otra parte del cuerpo del animal.

40 La figura 3 muestra un recinto caja rectangular 23 con una base 24 y paredes laterales 25, que puede alojar los aparatos mostrados en las figuras 1 y 2. El recinto 23 incluye un soporte transversal 21 que se extiende a lo ancho del recinto y una pluralidad de soportes de bloque 22 a intervalos espaciados que rodean y están dentro de los anillos interior y exterior. Los soportes 21 y 22 proporcionan soporte a una superficie superior 26, como se muestra en la figura 4, que es lo suficientemente segura para que un animal grande, en particular un caballo, se sitúe sobre la misma por encima de las zonas situadas dentro de los anillos interior y exterior. La provisión de estos soportes es posible gracias a que el engranaje se encuentra en una posición fija con respecto al giro del anillo exterior. Si, en lugar de la disposición de engranajes, se dispusiera una interconexión entre los anillos interior y exterior que girara con el anillo exterior, no sería posible disponer de soportes 22 en la zona comprendida entre los anillos interior y exterior.

La figura 4 muestra el recinto 23 con la superficie superior 26 soportada en las paredes laterales 25 y los soportes 21,

22 y cubriendo el mecanismo de accionamiento y los anillos. La superficie superior 26 está formada por dos ranuras anulares 27, 28, que coinciden respectivamente con el anillo exterior 4 y el anillo interior, para permitir que los soportes 3, 10 se extiendan hacia arriba a través de las ranuras y que el generador de rayos X 1 y el detector de rayos X 2 montados sobre los soportes se desplacen por encima de la superficie superior 26. La superficie superior 26 por lo tanto comprende una porción de disco central 29 rodeada por la ranura anular interior 28, una porción anular 30 que rodea la ranura anular interior 28 y está rodeada por la ranura anular exterior 27, y una porción exterior 31 que rodea la ranura anular exterior 27. De este modo, la superficie superior 26 forma una plataforma sobre la que puede situarse un animal u otro objeto a explorar.

Los cepillos 27a están fijados a los dos bordes de la ranura anular exterior 27 para ayudar a evitar que la suciedad y los materiales sólidos caigan a través de la ranura e interfieran con el anillo móvil 4. El soporte 3 unido al generador de rayos X 1 se extiende hacia arriba entre los cepillos 27a empujando las cerdas del cepillo a un lado mientras se mueve alrededor de la ranura anular 27 y permitiendo que las cerdas del cepillo vuelvan a la ranura 27 una vez que ha pasado. Del mismo modo, los cepillos 28a están unidos a los dos bordes de la ranura anular interior 28 para ayudar a evitar que la suciedad y los materiales sólidos caigan a través de la ranura e interfieran con el anillo interior móvil 11. El soporte 10 unido al detector de rayos X 2 se extiende hacia arriba entre los cepillos 28a empujando las cerdas del cepillo a medida que se mueve alrededor de la ranura anular 28 y permitiendo que las cerdas del cepillo vuelvan a la ranura 28 una vez que ha pasado.

Los componentes de soporte, como una pared intermedia 32 (mostrada en la figura 3), están incluidos dentro del recinto 23, de modo que la superficie superior 26 sea segura y suficiente para soportar el peso de un animal grande, al tiempo que permite un movimiento libre completo de 360° del generador de rayos X 1, el detector de rayos X 2 y sus respectivos soportes 3, 10 a través de las ranuras 27, 28. El espacio dentro del recinto 23 no ocupado por partes móviles del aparato o componentes de soporte puede ser utilizado para contener un cable libre liberado de, o requerido por, las partes móviles del aparato a medida que estas giran.

La figura 5 muestra el aparato en uso para la exploración por TC de la pata delantera derecha 33 de un équido 34. El animal se coloca sobre la superficie superior 26 con sus patas traseras 35 situadas en la parte exterior 31 de la superficie superior 26, su pata delantera derecha 33 que se va a explorar situada en la parte central del disco 29 y su pata delantera izquierda 36 situada en la parte anular 30. Durante el giro de los anillos exterior e interior 4, 11 por el mecanismo de accionamiento 7, el generador de rayos X 1 está constreñido a moverse alrededor de ambas patas delanteras 33, 36 y entre las patas delanteras 33, 36 y las traseras 35, y el detector de rayos X 2 está constreñido a moverse sólo alrededor de la pata delantera derecha 33 a explorar y entre las patas delanteras derecha e izquierda. El generador de rayos X 1 y el detector de rayos X 2 pueden desplazarse en cualquier ángulo hasta 360° o más, moviéndose prácticamente a la misma velocidad angular en la misma dirección y uno frente al otro.

El recinto 23 es lo suficientemente grande y robusto como para que el animal pueda estar de pie encima del aparato, con la extremidad que se va a explorar situada aproximadamente en el centro de giro 5. La superficie superior 26 es de baja altura, de modo que el animal puede pisarla fácilmente y el riesgo de lesión si se cayera es pequeño. La base 24 está soportada en el suelo o piso donde está instalado el aparato. Las paredes laterales 25 conectan la base 24 a la superficie superior 26 y proporcionan protección al aparato interior. En la configuración preferente, la altura del recinto 23 es de aproximadamente 10-26 cm, y las paredes laterales 25 son verticales o inclinadas con el fin de proporcionar un paso conveniente y seguro para el equino u otro animal.

Una pantalla 37, mostrada en las figuras 5 y 6, se coloca alrededor de un extremo del recinto 23 convenientemente adyacente al extremo de la cabeza del animal, con un operador (no mostrado) colocado en un lado exterior de la pantalla 37 para proporcionar protección al operador de la radiación de rayos X emitida por el generador de rayos X. La superficie superior 38 de la pantalla 37 puede utilizarse como reposacabezas para el animal si éste ha sido sedado, y la superficie superior 38 también puede incluir un puesto de control 39 utilizado por el operador. El puesto de mando 39 puede comprender uno o varios ordenadores 46, a los que están conectados el generador de rayos X 1, el detector de rayos X 2 y el motor 6. La pantalla 37 está provista de tres paredes laterales 41 dimensionadas para ajustarse alrededor del extremo del recinto 23, como se muestra en la figura 6.

Una de las funciones del ordenador u ordenadores es controlar el movimiento del generador de rayos X 25 y del detector. Otra función del ordenador o los ordenadores es recibir, almacenar y procesar los datos procedentes del detector de rayos X, de forma que se produzcan una o varias imágenes.

Un solo operario puede colocar y sujetar al animal, y controlar el aparato mediante el puesto de control 33. El control incluye funciones para iniciar y detener la exploración, y para situar el generador de rayos X y el detector en una posición de inicio conveniente. El control incluye un medio para determinar la ubicación del generador y el detector de rayos X, y para hacer que se desplacen rápidamente hacia los lados del animal si es necesario, de modo que el animal pueda escapar con un riesgo mínimo de daños.

La estación de control remoto 39 permite así al operador sujetar la cabeza del animal y controlar el aparato de exploración mientras permanece al abrigo de la radiación de rayos X.

Las figuras 7 y 8 muestran una realización del aparato que incluye dos mecanismos de manipulación de cables 42, 50

para manipular los cables que suministran energía al generador de rayos X 1 y al detector de rayos X 2, respectivamente, durante su movimiento a lo largo de sus respectivas trayectorias anulares. Ambos mecanismos de manipulación de cables están alojados dentro del recinto 23, debajo de la superficie superior (no mostrada). El mecanismo de manipulación de cables 42 para el generador de rayos X 1 está situado fuera del anillo exterior 4, y el mecanismo de manipulación de cables 50 para el detector de rayos X 2 está situado fuera del anillo interior 11 y dentro del anillo exterior 4.

El mecanismo de manipulación de cables 42 para el generador de rayos X 1 puede comprender una cadena 46 flexible y hueca fijada en un extremo 46a al soporte 3 fijado al generador de rayos X 1, de modo que se mueva con el soporte 3. Uno o más cables eléctricos flexibles (no mostrados) pasan a través de la cadena 46. La cadena 46 está constreñida dentro de un canal anular 43 que comprende un anillo plano fijo 43a y paredes laterales interiores y exteriores 44, 45. El otro extremo 46b de la cadena 46 se fija a un elemento inmóvil asociado a las aletas laterales y a la superficie superior de todo el aparato, como la pared lateral exterior 45. El diámetro interior del canal 43 es ligeramente mayor que el diámetro del anillo giratorio exterior 4, de manera que no obstruya el giro. El diámetro exterior del canal 43 proporciona espacio suficiente entre las paredes laterales interior y exterior 44, 45 para que la cadena 46 se pliegue y forme un bucle en forma de U. Las paredes laterales 44, 45 tienen una altura suficiente para constreñir la cadena 46 entre las paredes laterales interior y exterior. La cadena 46 tiene una longitud suficiente para estar completamente extendida en cada extremo del movimiento del generador de rayos X 1 alrededor del anillo exterior 4. A medida que el generador de rayos X 1 se desplaza a lo largo de su trayectoria anular de un extremo al otro, la cadena 46 se pliega primero en un bucle en forma de U y luego se extiende en la dirección opuesta para alcanzar la extensión completa en el extremo opuesto del rango de movimiento.

La cadena portacables 46 se compone de secciones cuboidales huecas con eslabones articulados cada una de ellas, de manera que la cadena puede doblarse en un radio menor en una dirección que en la dirección opuesta. En la figura 7 se muestra el mecanismo en posición totalmente en sentido contrario a las agujas del reloj. Un movimiento posterior en sentido contrario a las agujas del reloj sobrepasaría la longitud de la cadena 46 y es impedido por los finales de carrera (no mostrados) y el controlador del motor. El movimiento en el sentido de las agujas del reloj empuja primero la cadena 46 contra la pared exterior 45, y luego empuja la curva cerrada 47 alrededor del canal 43 constreñido entre las paredes 44 y 45. El giro puede continuar en el sentido de las agujas del reloj hasta que la unión 46a de la cadena 46 al generador de rayos X 1 alcance la curva cerrada; en ese momento se impide de nuevo el movimiento adicional mediante interruptores de límite (no mostrados) y el controlador del motor. La longitud total de la cadena portacables 46 se extiende al menos 270° alrededor del canal 43 y es, por tanto, suficiente para que el generador de rayos X 1 gire alrededor del eje central del mecanismo al menos 540°.

El mecanismo de manipulación de cables 50 para el detector de rayos X 2 puede comprender una cadena flexible y hueca 51 unida por un extremo 51a al soporte 10 fijado al detector de rayos X 2, y por el otro extremo 51b a un elemento no móvil asociado a las paredes laterales y a la superficie superior de todo el aparato, como la pared exterior 54. Por la cadena 51 pasan uno o varios cables eléctricos flexibles (no representados). La cadena 51 está constreñida por un canal anular 52 que comprende un anillo plano fijo; 52a y paredes laterales interiores y exteriores 53, 54. El diámetro interior del canal 52 es ligeramente mayor que el diámetro del anillo giratorio interior 11, de manera que no obstruya el giro. El diámetro exterior del canal 52a proporciona espacio suficiente entre las paredes laterales interior y exterior 53, 54 para que la cadena 51 se pliegue formando un bucle en forma de U. Las paredes laterales 53, 54 tienen una altura suficiente para constreñir la cadena 51 entre las paredes laterales interior y exterior. La cadena 51 tiene una longitud suficiente para estar completamente extendida en cada extremo del movimiento del detector de rayos X 2 a lo largo de su trayectoria anular alrededor del anillo interior: A medida que el detector de rayos X 2 se desplaza por su recorrido de un extremo a otro, la cadena 51 se pliega primero como un bucle en forma de U y, a continuación, se extiende en sentido contrario hasta alcanzar una extensión completa en el extremo opuesto del rango de movimiento.

La cadena portacables 51 está compuesta por secciones cuboidales huecas con eslabones articulados cada una de ellas, de manera que la cadena 51 pueda doblarse en un radio menor en una dirección que en la dirección opuesta. En la figura 7 se muestra el mecanismo en posición totalmente antihoraria. El movimiento en el sentido de las agujas del reloj empuja primero la cadena 51 contra la pared exterior 54 y, a continuación, empuja la curva cerrada 55 alrededor del canal 52 limitado entre las paredes 53 y 54. El giro puede continuar en el sentido de las agujas del reloj hasta que la fijación 51a de la cadena 51 al detector de rayos X 2 alcanza la curva cerrada, momento en el que el movimiento posterior se ve impedido de nuevo por los interruptores de fin de carrera (no mostrados) y el controlador del motor. La longitud total de la cadena portacables 51 se extiende al menos 270° alrededor del canal 52, por lo que es suficiente para que el detector de rayos X 2 gire alrededor del eje central del mecanismo al menos 540°.

En la figura 8, los mecanismos de manipulación de cables 42,50 se muestran en las otras posiciones extremas del generador de rayos X 1 y del detector de rayos X 2, en comparación con sus posiciones mostradas en la figura 7. Los mecanismos de manipulación de cables permiten que los anillos exterior e interior giren al menos 360° y hasta unos 540°. De este modo, se puede obtener un giro completo de 360° desde cada una de las dos posiciones de partida, una para la extremidad izquierda y otra para la derecha, cada una separada 180°, de modo que el detector de rayos X siempre pueda iniciar su giro fuera de la extremidad que se va a examinar.

Los cables del generador de rayos X 1 y del detector de rayos X 2 están conectados preferentemente al ordenador de control 40, así como a la fuente de alimentación, para la transmisión de señales de control y de datos, así como de energía. Los cables pueden ser unipolares o un grupo de cables agrupados en una canaleta flexible (no mostrada)

5 La figura 9 muestra el mecanismo de accionamiento y los mecanismos de manipulación de cables juntos en el mismo aparato; en esta figura puede verse que el mecanismo de manipulación de cables 50 se encuentra en una posición fija sobre el mecanismo de accionamiento 7, mientras que la correa dentada 18 puede moverse libremente por debajo del mismo, haciendo girar el anillo interior 11,

10 La figura 10 muestra una realización alternativa de la disposición de engranajes que comprende tres engranajes giratorios dentados 72, 73, 74. La superficie dentada exterior del primer engranaje 72 engrana con la superficie dentada interior del anillo exterior 4. Este engranaje 72 está fijado rígidamente al segundo engranaje dentado 73 de menor diámetro que gira alrededor del mismo eje que el primer engranaje 72. La superficie dentada exterior del segundo engranaje 73 engrana con la superficie dentada exterior del tercer engranaje 74. La superficie dentada exterior del tercer engranaje dentado giratorio 74 engrana con la superficie dentada exterior del anillo interior 11. Los diámetros y el número de dientes del primer, segundo y tercer engranajes dentados giratorios se eligen de forma que los anillos interior y exterior giren prácticamente a la misma velocidad angular y en la misma dirección. Para conseguirlo, la relación entre el número de dientes de los anillos interior y exterior y del primer y segundo engranajes giratorios es la misma que en la realización de las figuras 1 a 3. En esta realización, el motor 6 se acopla con el primer engranaje 72 para accionar el engranaje y hacer girar los anillos.

20 El motor 6 puede estar provisto de un engranaje helicoidal para engranar con la superficie dentada exterior del primer engranaje 72, de modo que el accionamiento proceda del centro del motor y no de la parte superior del mismo. Esto permite que el motor encaje más fácilmente en el espacio poco profundo del recinto.

25 Para proteger el generador y la fuente de rayos X, así como sus respectivos soportes, pueden preverse cubiertas robustas (no mostradas) fabricadas con un material de baja absorción de rayos X. Es preferible que estas cubiertas se extiendan sólo una corta distancia, de modo que el animal siempre tenga libertad para escapar. En particular, no cubren el giro completo de 360°.

El detector de rayos X 2 se sitúa preferentemente próximo a la extremidad a asegurar, mientras que el generador de rayos X 1 crea un haz de un ángulo relativamente estrecho desde más lejos.

30 El generador de rayos X 1 y el detector 2 son, preferentemente, artículos estándar fabricados para aplicaciones de TC. En concreto, están diseñados para funcionar durante un periodo de tiempo (una TC suele durar entre 1 y 2 minutos) y el detector está diseñado para emitir una serie de fotogramas en rápida sucesión.

35 Por lo tanto, la presente invención proporciona un aparato para la exploración por tomografía computarizada de rayos X que es particularmente adecuado para la exploración de una extremidad de un animal grande, como un equino. El aparato es capaz de explorar una sola extremidad mientras el animal está en su postura habitual de pie, minimizando así cualquier molestia para el animal. La radiación de rayos X emitida por el generador de rayos X 1 atraviesa la extremidad explorada y es detectada por la placa del detector de rayos X 2, a medida que el generador de rayos X y el detector se desplazan alrededor de la extremidad. Las imágenes producidas por la exploración pueden reconstruirse, sin la sección relativamente pequeña del trayecto anular en la que la imagen de la extremidad que se va a explorar queda oscurecida por la extremidad contralateral, de modo que puede obtenerse una imagen de algo menos que una vista completa de 360°.

40 Si el generador y el detector de rayos X rodearan ambas extremidades anteriores, se obtendrían imágenes de ambas extremidades a la vez. De lo contrario, en los puntos en los que el generador y el detector están alineados con las dos extremidades, una de ellas obstruiría el haz de rayos X e impediría que el detector recogiera datos suficientes. Además, la obtención conjunta de imágenes de ambas extremidades requeriría un panel detector más grande y un generador de rayos X de mayor potencia, lo que aumentaría el coste. El tamaño del panel detector también tendría que ser lo suficientemente grande como para captar toda la proyección ampliada de la extremidad a medida que el cono de rayos X del generador se expande con la distancia, alcanzando primero la extremidad y después el detector.

45 Por otro lado, tampoco es factible un aparato de exploración completo lo suficientemente pequeño como para rodear una sola extremidad. Esto se debe a que un équido u otro animal sólo es capaz de permanecer inmóvil durante un periodo de tiempo razonable si está de pie sobre sus cuatro extremidades, y la distancia entre una extremidad y su extremidad contralateral no puede ampliarse mucho más allá de la postura normal del animal. Además, los generadores de rayos X disponibles en la actualidad son demasiado grandes para caber entre las extremidades contralaterales a la distancia necesaria entre el generador y la extremidad a explorar para obtener la imagen correcta. El cono de rayos X producido por el generador de rayos X tendría que ser muy amplio para abarcar toda la anchura de la extremidad desde una distancia cercana. El efecto de ampliación de un cono tan ancho aumentaría el tamaño del detector necesario, hasta el punto de que tampoco cabría entre las extremidades y aumentaría el coste.

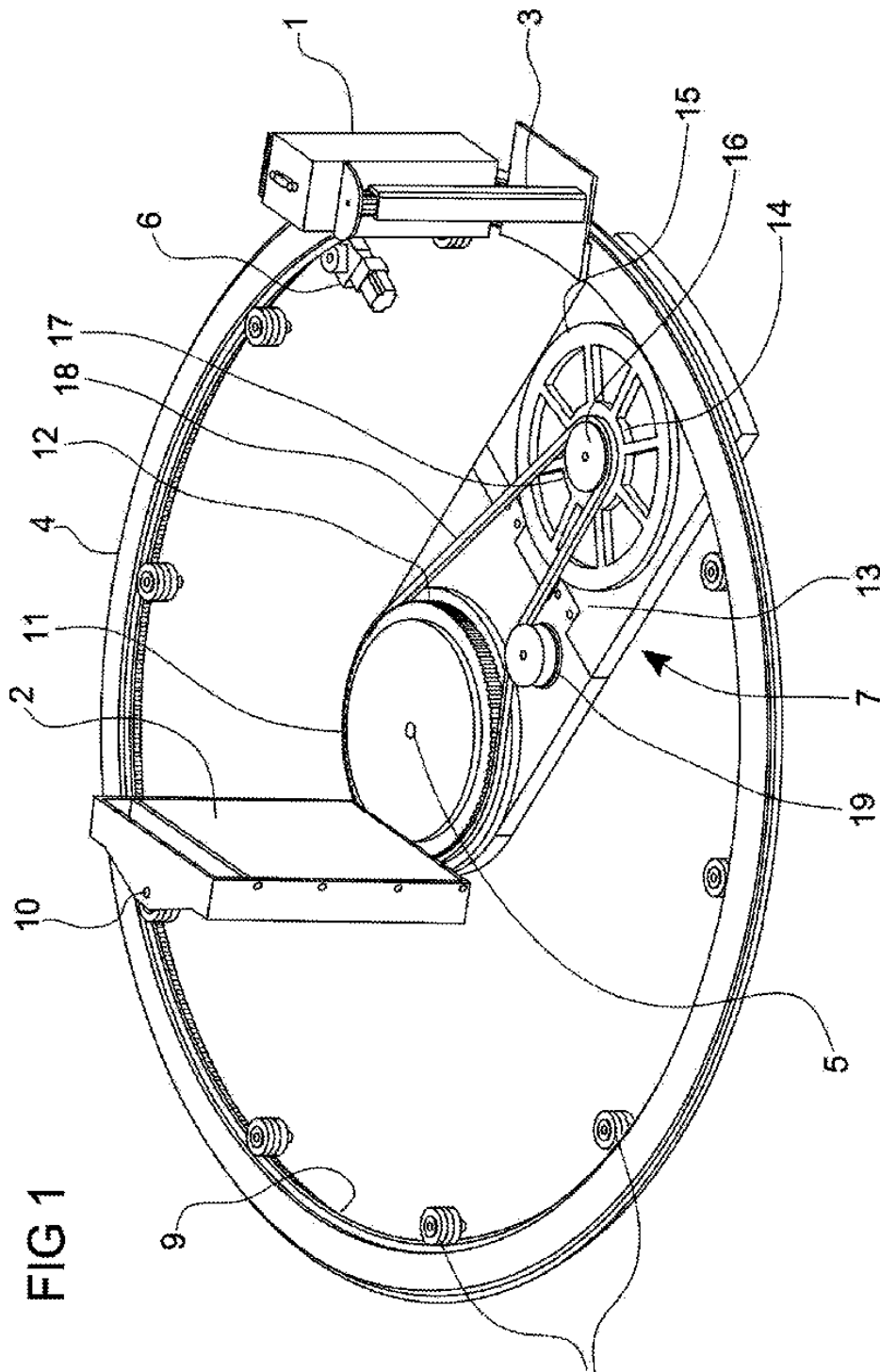
55 Aunque se ha descrito una realización de la invención, pueden hacerse modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. En una realización alternativa, puede no incluirse el recinto, de modo que el animal permanezca de pie con su extremidad a explorar dentro del anillo interior y su

- 5 extremidad contralateral colocada entre los anillos exterior e interior. Pueden utilizarse otras disposiciones de engranajes alternativas, siempre que los anillos exterior e interior se hagan girar en la misma dirección a una velocidad angular sustancialmente igual. En al menos una posición de la disposición de engranajes, debe haber dos engranajes de diferentes tamaños rígidamente fijados juntos en el mismo eje de giro, a fin de proporcionar la relación de transmisión necesaria para que los anillos exterior e interior giren a la misma velocidad angular. El aparato también puede utilizarse para explorar otros objetos distintos de las extremidades de un animal.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la exploración por tomografía computarizada de rayos X de un objeto, el aparato comprende un generador de rayos X (1) montado sobre un primer soporte (3) provisto de un anillo exterior (4) y un detector de rayos X (2) montado sobre un segundo soporte (10) provisto de un anillo interior (11), y un mecanismo de accionamiento (7) dispuesto para girar los anillos exterior e interior (4,11), en el que los anillos exterior e interior (4,11) tienen un primer eje común de giro (5) y el diámetro del anillo exterior (4) es mayor que el diámetro del anillo interior (11), el primer y segundo soporte (3,10) están colocados diametralmente opuestos entre sí con el segundo soporte (10) en el lado más alejado del anillo interior (11) con respecto a la posición del anillo exterior (4), en el que la superficie interna del anillo exterior (4) y la superficie exterior del anillo interior (11) están formadas con dientes, por lo que la radiación de rayos X emitida por el generador de rayos X (1) es dirigida hacia el detector de rayos X (2) mientras que el primer y segundo soporte (3,10) se mueven a lo largo de las respectivas trayectorias concéntricas anulares primera y segunda definidas por los anillos exterior e interior (4,11), **caracterizado porque** el mecanismo de accionamiento (7) incluye una disposición de engranajes que conecta los anillos exterior e interior (4,11), la disposición de engranajes comprende engranajes giratorios dentados primero y segundo (14,16) fijados de manera que giren juntos alrededor de un segundo eje común de giro, teniendo el primer engranaje giratorio (14) un diámetro mayor que el segundo engranaje giratorio (16), el primer engranaje giratorio (14) engranando con los dientes del anillo exterior (4) y el segundo engranaje giratorio (16) engranando con los dientes del anillo interior (11) a través de un tercer engranaje giratorio dentado (74) o una correa de transmisión dentada (18), siendo la relación entre el número de dientes en los anillos exterior e interior (4,11) la misma que la relación entre el número de dientes en el primer y segundo engranajes giratorios (14,16), de modo que los anillos exterior e interior (4,11) giran sustancialmente a la misma velocidad angular en la misma dirección.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el mecanismo de accionamiento (7) incluye un motor (6) dispuesto para girar uno de entre el anillo exterior (4) y el anillo interior (11) y por lo tanto causar el giro del otro de entre el anillo exterior (4) y el anillo interior (11) a través de la disposición de engranajes.
3. Aparato según la reivindicación 1, en el que el mecanismo de accionamiento incluye un motor (6) dispuesto para girar un engranaje de la disposición de engranajes y por lo tanto para causar el giro de los anillos exterior e interior (4,11) a través de la disposición de engranajes.
4. Aparato según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que el segundo engranaje giratorio dentado (16) comprende un cubo central dentado del primer engranaje giratorio (16).
5. Aparato según la reivindicación 4, en el que el segundo engranaje giratorio (16) se interconecta con los dientes del anillo interior (11) a través de una correa de transmisión dentada (18), y la correa de transmisión dentada (18) se extiende alrededor de la superficie exterior dentada del anillo interior (11) y alrededor del cubo central dentado (16), opcionalmente en el que la disposición de engranajes incluye un tensor (19) colocado entre los anillos exterior e interior (4,11) para tensar la correa de transmisión dentada (18).
6. Aparato según la reivindicación 4, en el que el segundo engranaje giratorio (73) engrana con los dientes del anillo interior (11) a través de un tercer engranaje giratorio dentado (74), los dientes del tercer engranaje giratorio (74) engranan con los dientes del segundo engranaje giratorio (73).
7. Aparato según cualquier reivindicación anterior, que incluye un mecanismo de manipulación de cables (42,50) para cada uno de los cables que suministran energía al generador de rayos X (1) y al detector de rayos X (2).
8. Aparato según la reivindicación 7, en el que el mecanismo de manipulación de cables (42) para el cable que suministra energía al generador de rayos X (1) comprende un miembro alargado hueco flexible (46) que alberga el cable y está asegurado en un extremo (46^a) al soporte (3) para el generador de rayos X (1) para moverse con el soporte (3) y asegurado en el otro extremo (46^b) a un elemento no móvil del aparato, y un canal anular (43) dentro del cual el miembro alargado (46) está restringido y que rodea el anillo exterior (4).
9. Aparato según la reivindicación 7 u 8, en el que el mecanismo de manipulación de cables (50) para el cable que suministra energía al detector de rayos X (2) comprende un miembro alargado hueco flexible (51) que alberga el cable y está asegurado en un extremo (51^a) al soporte (10) para el detector de rayos X (2), de modo que se mueva con el soporte (10) y asegurado en el otro extremo (51^b) a un elemento inmóvil del aparato, y un canal anular (52a) dentro del cual está contenido el miembro alargado (51) y que rodea el anillo interior (11).
10. Aparato según cualquier reivindicación anterior, que incluye una superficie superior (26) soportada por paredes laterales (25) y que cubre el mecanismo de accionamiento (7), teniendo la superficie superior (26) ranuras anulares respectivas (27,28) formadas en la misma que coinciden con los anillos exterior e interior (4,11), los soportes primero y segundo (3,10) se extienden hacia arriba a través de las ranuras respectivas (27,28), de modo que el generador de rayos X (1) y el detector de rayos X (2) montados en los soportes (3,10) se colocan por encima de la superficie superior (26), en el que los cepillos (27a,28a) se unen opcionalmente a cada uno de los bordes de cada una de las ranuras (27,28) para inhibir que la suciedad y los materiales sólidos caigan través de las ranuras (27,28) e interfieran con los anillos exterior e interior (4,11).

- 11 Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que los soportes primero y segundo (3,10) están provistos de medios para subir y bajar el generador de rayos X (1) y el detector de rayos X (2) montados en los soportes (3,10) para permitir que los objetos se escaneen a diferentes alturas sobre el nivel del suelo.
- 5 12 Aparato según cualquier reivindicación anterior, que incluye medios de control (40) para permitir que el mecanismo de accionamiento (7) sea controlado por un operador, en el que los medios de control (40) también están dispuestos opcionalmente para recibir, almacenar y procesar datos del detector de rayos X (2), de tal manera que produzcan una o más imágenes.
- 13 Aparato según la reivindicación 12, que incluye un escudo (41) para proteger al operador de la radiación de rayos X emitida por el generador de rayos X (1).
- 10 14 Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el objeto a escanear es la extremidad de un animal y el aparato incluye medios (38) para soportar la cabeza del animal.
- 15 Aparato según las reivindicaciones 13 y 14, en el que los medios de control (40), el escudo (41) y los medios de soporte de la cabeza (38) se proporcionan en una sola estación de control (39) utilizada por el opera



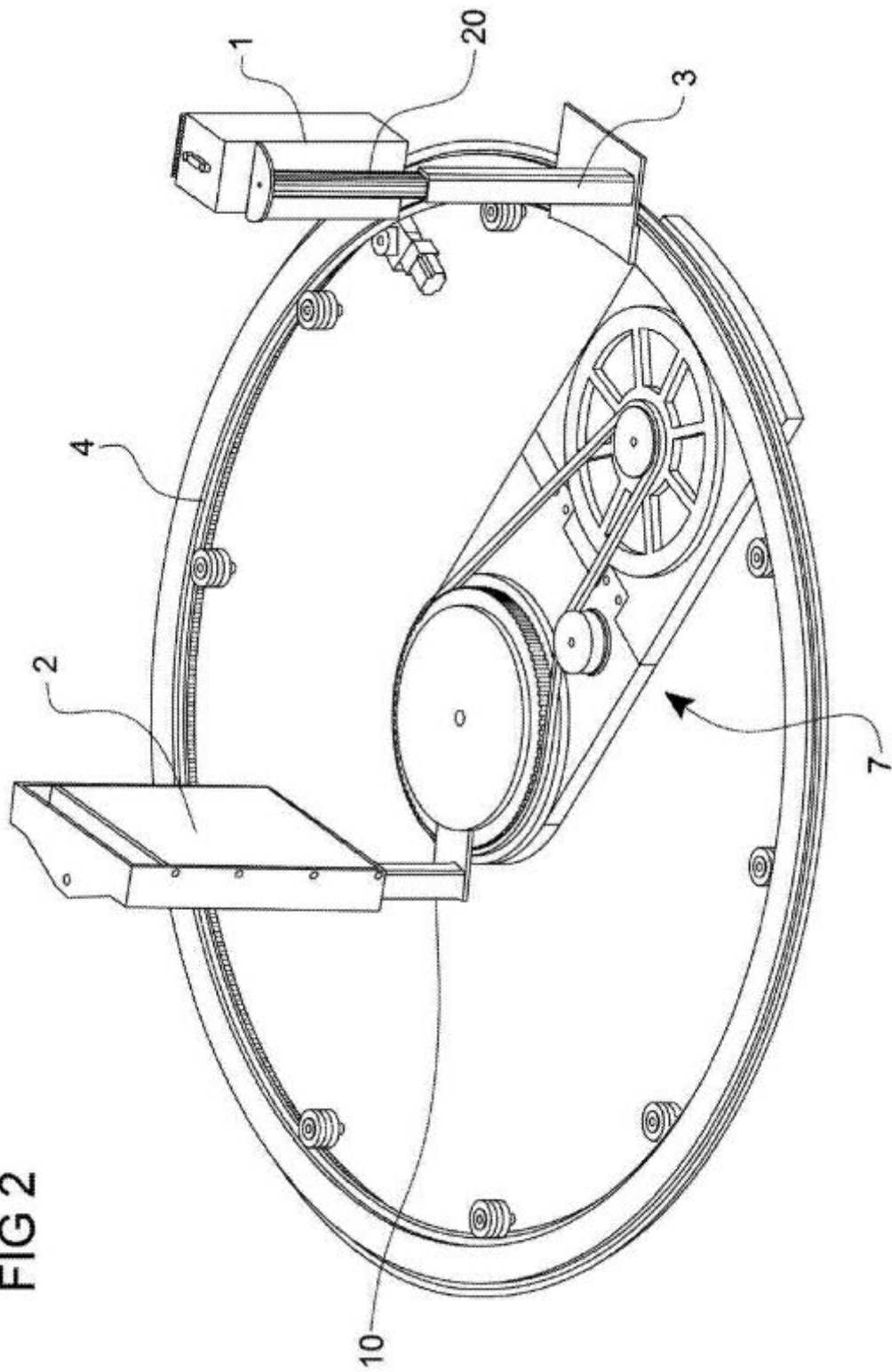


FIG 2

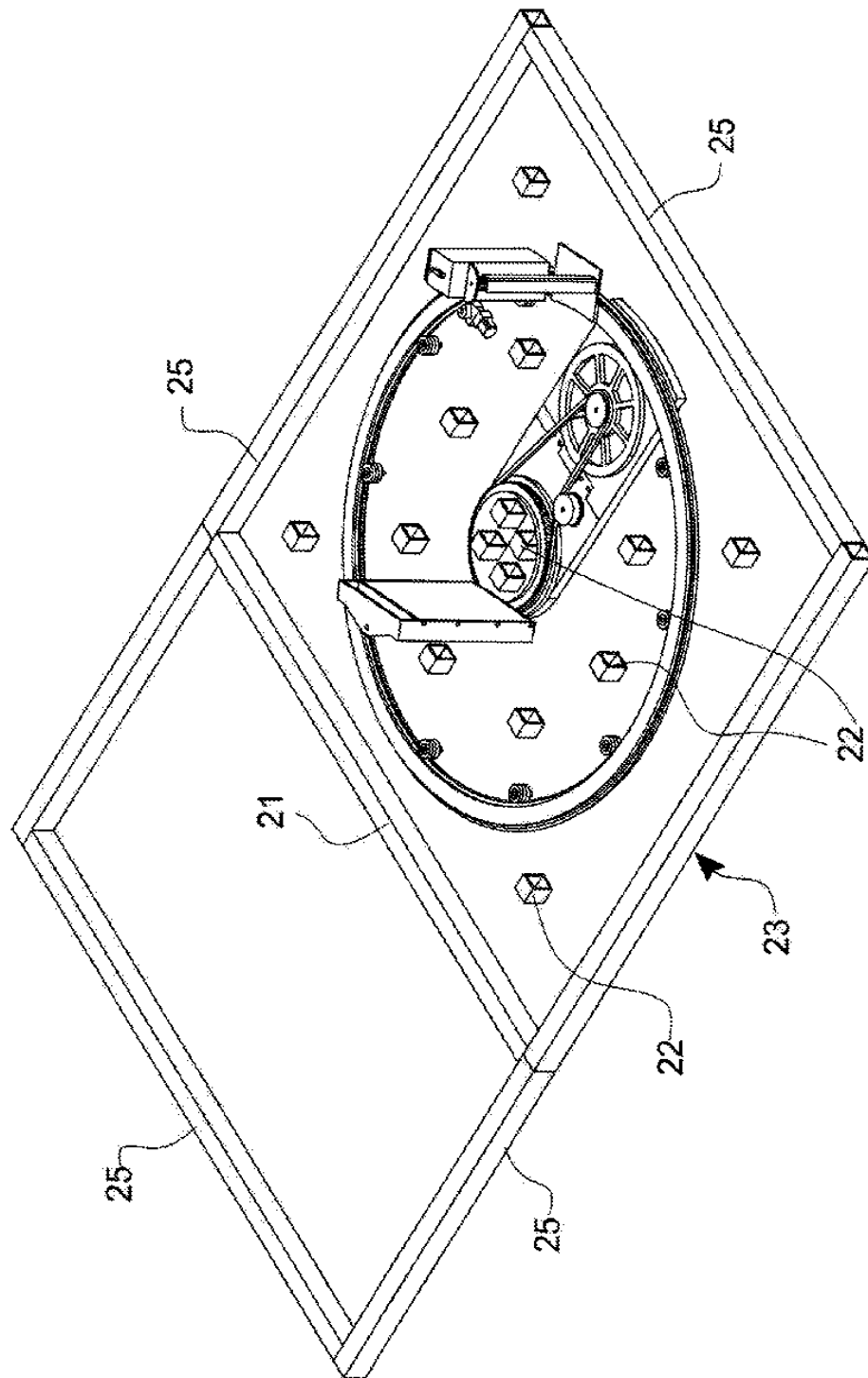


FIG 3

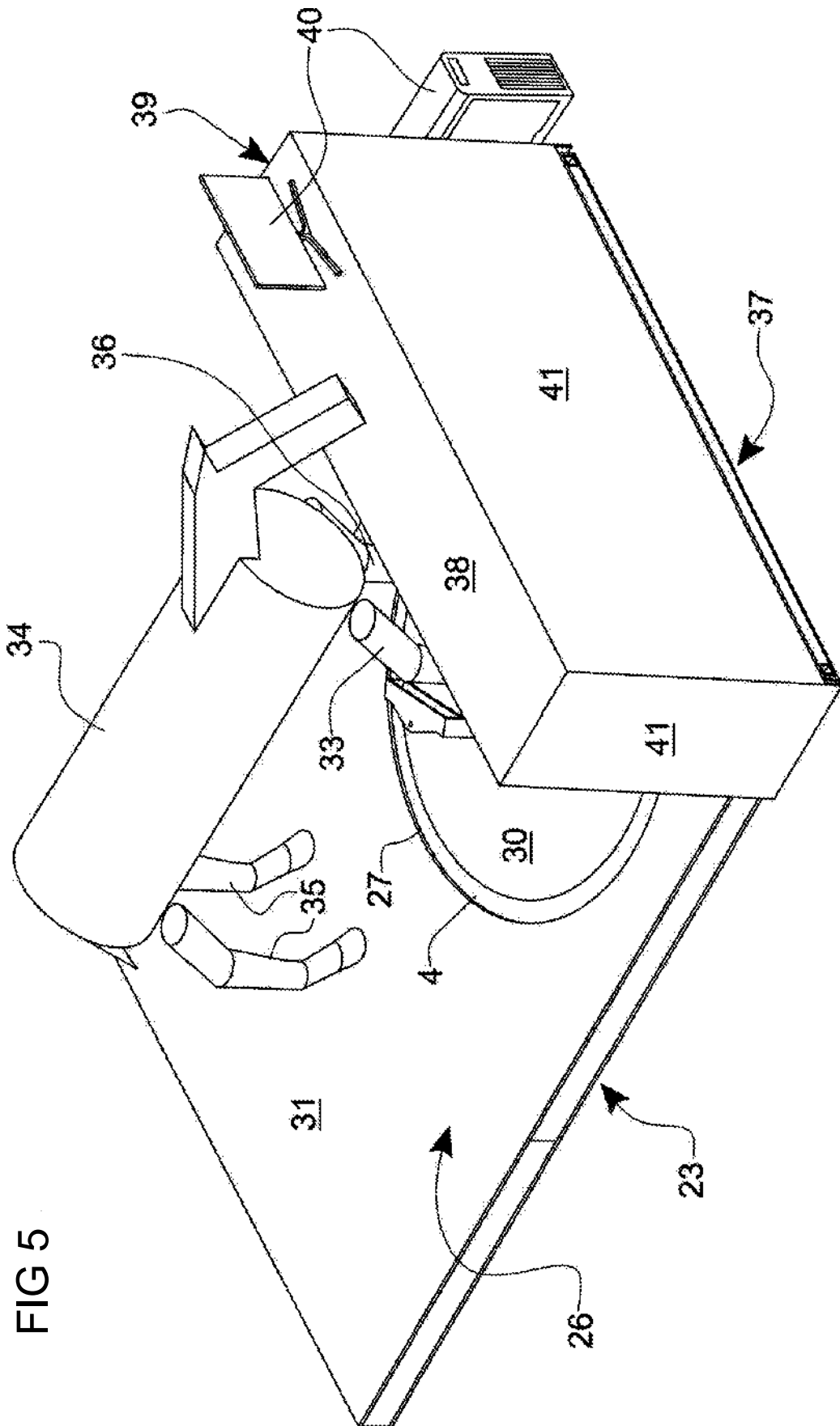
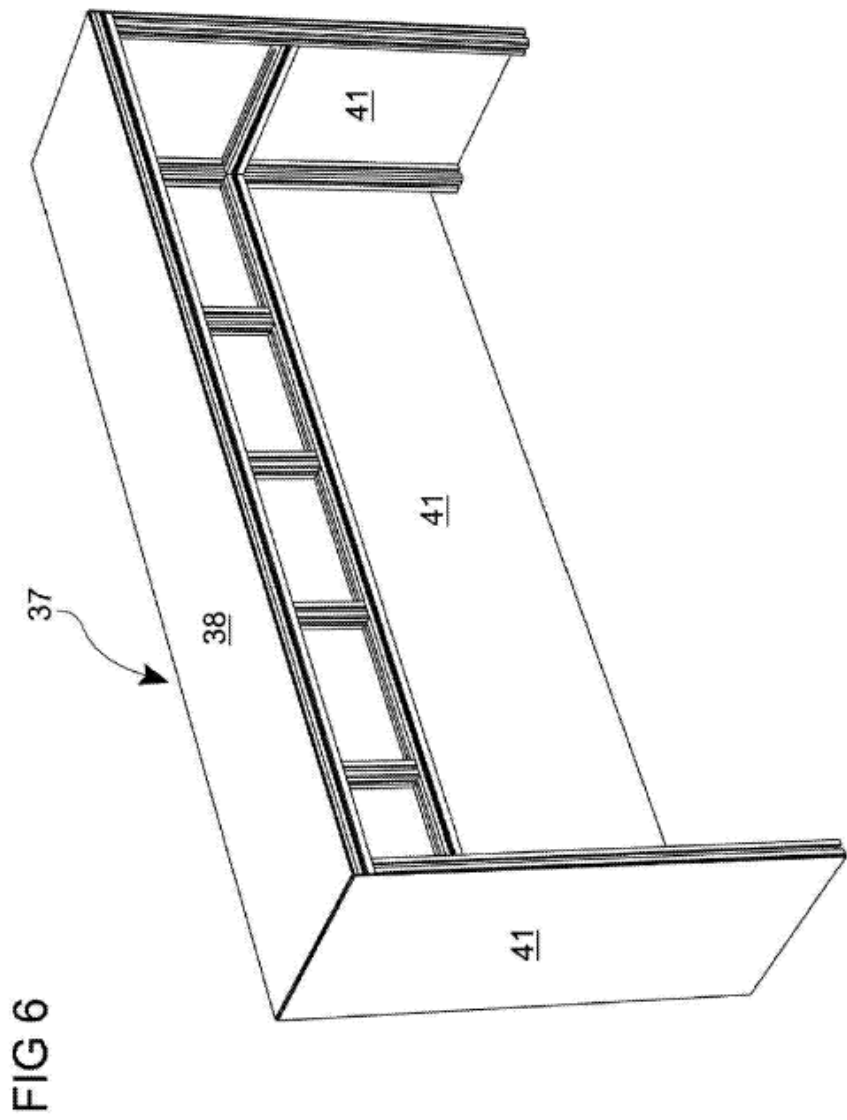
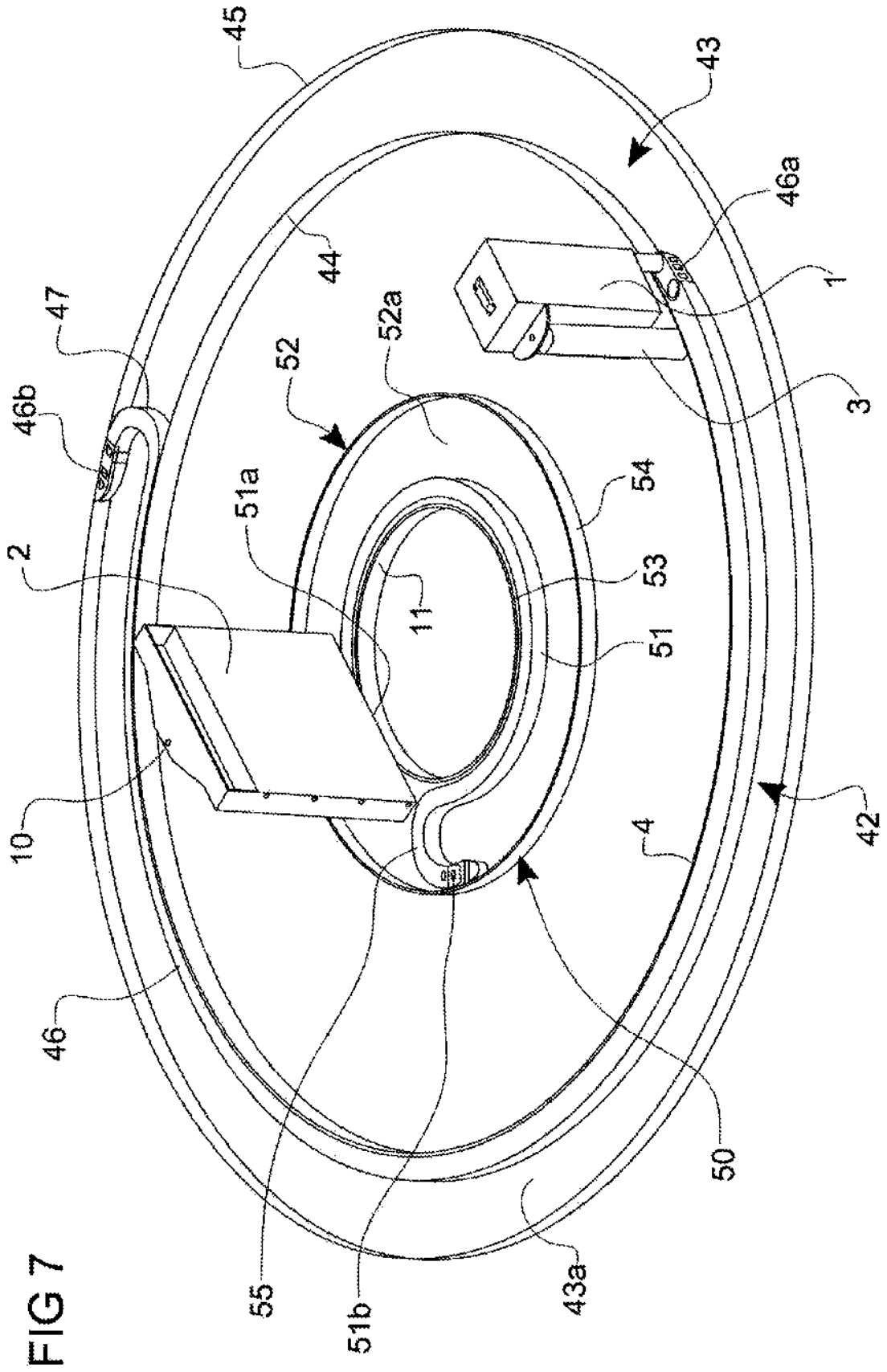


FIG 5





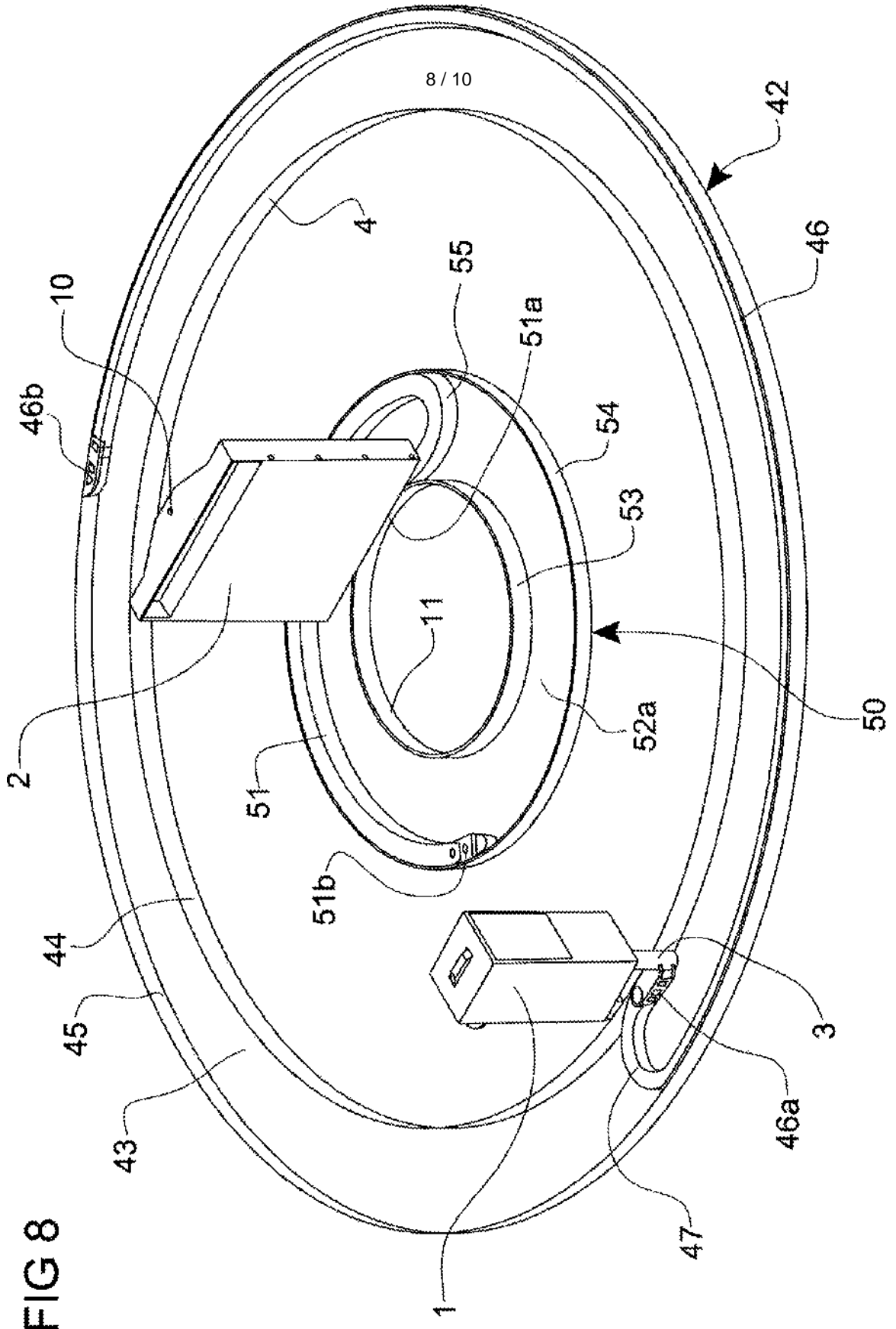


FIG 8

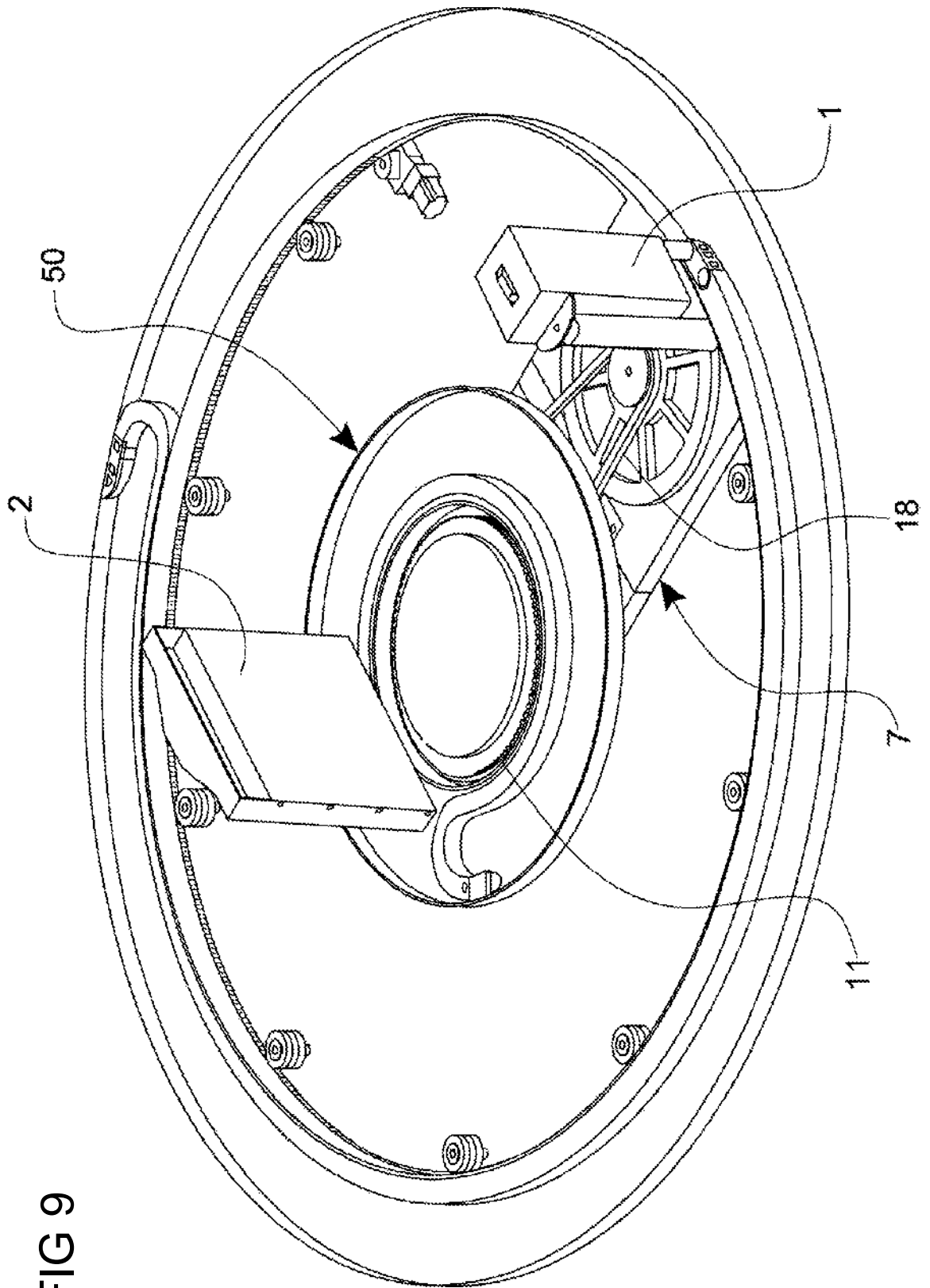


FIG 9

