

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 124**

51 Int. Cl.:

G21C 17/01 (2006.01)

G21C 17/013 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2016 E 16196839 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 3168841**

54 Título: **Aparatos de inspección y posicionamiento para su uso en reactores nucleares**

30 Prioridad:

16.11.2015 US 201514942996

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

18.09.2018

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

KELEMEN, COLIN F.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 682 124 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

Aparatos de inspección y posicionamiento para su uso en reactores nucleares

La figura 1 es una vista selectiva de una cubierta de núcleo 10 de la técnica relacionada, utilizable en un reactor nuclear como un BWR. La cubierta de núcleo 10 puede posicionarse en una región 20 de anillo de tubo de bajada, el cual es un espacio anular formado entre la cubierta 10 y una pared interna de un depósito a presión de reactor (no mostrado) que recibe el flujo de refrigerante fluido y lo dirige hacia abajo para su entrada en el fondo del núcleo 30. La cubierta 10 puede ser una estructura cilíndrica que rodea el núcleo 30 que divide el reactor en estos flujos de refrigerante hacia abajo y hacia arriba en lados radiales opuestos de la cubierta 10. Uno o más conjuntos de bombas de chorro 40 pueden recubrir el anillo 20 y dirigir el flujo de refrigerante de esta manera.

Después de dirigirse hacia abajo más allá de la cubierta 10 de núcleo, el refrigerante puede entonces fluir a través del núcleo 30 dentro de la cubierta 10. El núcleo 30 está normalmente ocupado por varios conjuntos de combustible (no mostrados) que generan calor a través de fisión nuclear durante el funcionamiento, y el refrigerante que sale del núcleo 30 puede ser bastante energético y estar potencialmente hirviendo. Este fluido energético fluye a través de y fuera del núcleo 30 y la cubierta 10, potencialmente en estructuras de secado y separación de vapor y finalmente a una turbina y un generador que convierten el flujo energético en electricidad. Una parte superior 15 de la cubierta 10 puede terminar debajo de tales estructuras de secado, y varios equipos de núcleo pueden apoyarse sobre o unirse a la cubierta 10 sobre la parte superior 15, que puede denominarse presa de vapor. Uno o más refuerzos 16 pueden alinearse alrededor de la parte superior 15 de la cubierta 10 para soportar o unir una cabeza de cubierta (no mostrada), chimenea, o estructuras de secado.

Durante una interrupción de reactor, tal como una interrupción para repostar u otro periodo de mantenimiento, el depósito del reactor puede abrirse e inspeccionarse, y las estructuras internas de depósito pueden retirarse. Durante una interrupción, equipo de carga tal como un puente y carro sobre el reactor, y de 6,096-9,144 metros sobre el núcleo 30 y la cubierta 10, pueden mover y cargar nuevos conjuntos de combustible en el núcleo 30. Inspecciones visuales de la cubierta 10, el núcleo 30, y/o cualquier otro componente pueden realizarse con equipo de cámara o vídeo operado desde el puente u otro equipo de carga sobre el reactor durante este tiempo.

El documento US 2007/0146480 A1 se refiere a un aparato y a un procedimiento para inspeccionar áreas que rodean el núcleo del reactor nuclear de agua hirviendo y regiones de anillo. El documento US 2008/0317192 A1 se refiere a aparatos y procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación de reactores nucleares.

En un aspecto, se proporciona un aparato de posicionamiento para su uso en un reactor nuclear en parada, el aparato de posicionamiento definiéndose tal como en la reivindicación 1. En otro aspecto, se proporciona un procedimiento de inspección de un reactor nuclear en parada con un aparato, siendo el procedimiento tal como se define en la reivindicación 6.

Realizaciones de ejemplo incluyen dispositivos utilizables para inspección o utillaje en un reactor nuclear con posicionamiento preciso y vibración mínima. Dispositivos de ejemplo incluyen rodillos que se inclinan contra los diferentes lados de una estructura estática en el reactor nuclear de manera que el dispositivo puede moverse, por ejemplo, rodando, en al menos una dirección mientras que por lo demás está fijado rígidamente a la estructura. Los dispositivos de ejemplo se pueden utilizar con una cámara, un emisor ultrasónico, o cualquier otro dispositivo o herramienta de inspección, que puede unirse a un brazo extensible para alcanzar las ubicaciones potencialmente deseadas profundas dentro de un reactor con una ubicación precisa. Los dispositivos de ejemplo pueden montar los rodillos en brazos pivotantes de modo que los rodillos se puedan enganchar selectivamente con la estructura de montaje rotando e/o inclinando los brazos. Si un dispositivo incluye varios pares de rodillos cada uno en un brazo, los pares individuales pueden así desengancharse para pasar sobre los refuerzos u otras protuberancias desde la estructura mientras permanecen sujetos con de manera móvil por otros pares de rodillos. Este desenganche e inclinación selectiva puede accionarse por conectores extensibles como cilindros neumáticos o actuadores. Los dispositivos de ejemplo pueden además incluir controles o una extensión mecánica utilizable para controlar los dispositivos desde arriba, tales como operarios posicionados por encima del reactor mientras el dispositivo está sumergido y unido a una presa de vapor en la profundidad del reactor. La extensión, como una barra motriz, puede rotarse para mover el dispositivo en una dirección mientras permanece montada en la estructura estática. La extensión puede además moverse a una ubicación diferente y rotarse para mover el dispositivo o la herramienta de inspección en otras direcciones. Rodillos, conectores, bastidores, y estructuras guías adicionales pueden garantizar que los dispositivos de ejemplo fijen sean móviles solo en las direcciones deseadas. Procedimientos de ejemplo incluyen el funcionamiento de tales dispositivos rotando la extensión para mover el aparato alrededor de la estructura, reubicar la extensión, y luego rotar la extensión reubicada para mover separadamente el dispositivo o utillaje de inspección. Durante el movimiento, cualquier rodillo o pinzas pueden liberarse o ser móviles para evitar protuberancias u otras partes que interfieran de la estructura.

Realizaciones de ejemplo se harán más evidentes mediante la descripción, en detalle, los dibujos adjuntos, en los que elementos similares se representan por números de referencia similares, los cuales se dan solo como forma de ilustración y por lo tanto no limitan los términos que representan.

La figura 1 es una ilustración de una cubierta de núcleo de depósito de energía nuclear de la técnica relacionada.

La figura 2 es una ilustración de una realización de ejemplo de montaje de inspección montado en una presa de vapor.

La figura 3 es otra ilustración de la realización de ejemplo del montaje de inspección de la figura 2.

5 La figura 4 es una ilustración de perfil de la realización de ejemplo del montaje de inspección de la figura 2.

Dado que se trata de un documento de patente, deben aplicarse amplias normas generales de construcción al leerlo y comprenderlo. Todo lo descrito y mostrado en este documento es un ejemplo de objeto que está dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Cualquier detalle estructural y funcional específico desvelado en el presente documento es meramente con fin de describir como realizar y usar realizaciones o procedimientos de ejemplo.
 10 Varias realizaciones diferentes no desveladas en el presente documento específicamente están dentro del ámbito de la reivindicación; como tal, las reivindicaciones pueden realizarse en muchas formas alternativas y no deben ser interpretadas como limitadas solamente a realizaciones de ejemplo expuestas en el presente documento.

Se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, etc. puede usarse en el presente documento para describir varios elementos, estos elementos no deben limitarse por estos términos. Estos términos solo se utilizan para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría denominarse un segundo elemento, y, de forma similar, un segundo elemento podría denominarse un primer elemento, sin apartarse del ámbito de realizaciones de ejemplo. Como se usa en el presente documento, el término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los artículos enumerados asociados.
 15

Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento como que está "conectado", "acoplado", "asociado", "unido", o "fijado" a otro elemento, puede esta directamente conectado o acoplado al otro elemento o pueden estar presentes elementos interpuestos. Por otro lado, cuando se hace referencia a un elemento como "directamente conectado" o "directamente acoplado" a otro elemento, no hay presentes elementos interpuestos. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben interpretarse de manera similar (por ejemplo, "entre" frente a "directamente entre", "adyacente" frente a "directamente adyacente", etc.). De forma similar, un término como "conectado comunicativamente" incluye todas las variaciones de las rutas de intercambio de información entre dos dispositivos, incluidos los dispositivos interpuestos, redes, etc., conectados de forma inalámbrica o no.
 20
 25

Como se usa en el presente documento, las formas singulares "un", "una" y "el/la" se pretenden para incluir tanto la forma singular como la forma plural, a menos que el lenguaje indique explícitamente lo contrario con palabras como "solo", "individual", y/o "uno". Se entenderá además que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "que incluye", cuando se utilizan en el presente documento, especifican la presencia de características, pasos, operaciones, elementos, ideas, y/o componentes establecidos, pero no excluyen por sí mismos la presencia o adición de una o más características, pasos, operaciones, elementos, componentes, ideas, y/o grupos de las mismas.
 30

También debe tenerse en cuenta que las estructuras y operaciones comentadas a continuación pueden ocurrir fuera del orden descrito y/o indicado en las figuras. Por ejemplo, dos operaciones y/o figuras mostradas en sucesión pueden de hecho ejecutarse simultáneamente o pueden a veces ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/ actos implicados. De forma similar, las operaciones individuales dentro de los procedimientos de ejemplo descritos a continuación pueden ejecutarse de forma repetitiva, individual o secuencial, con el fin de proporcionar bucles u otras series de operaciones además de las operaciones individuales descritas a continuación. Debe asumirse que cualquier realización que tenga las características y funcionalidades descritas a continuación, en cualquier combinación viable, está dentro del ámbito de las realizaciones de ejemplo.
 35
 40

Los inventores han reconocido recientemente que la inspección visual del núcleo de un reactor nuclear desde un equipo de reabastecimiento de combustible de varios metros sobre el núcleo, tales como un puente de reabastecimiento de combustible, carro, grúa, etc., utilizando cámaras u otro equipo de captura de video soportado por dicho equipo de reabastecimiento de combustible resulta en una inspección inferior. Por ejemplo, las vibraciones causadas por el movimiento del carro o equipo de operación, o incluso las pisadas del personal en el puente, pueden causar que una cámara, soportada por el carro mientras que se extiende docenas de metros hacia abajo en un núcleo de reactor, pierda calidad de imagen y posicionamiento verificable a través de tal vibración. El movimiento y la distancia del equipo de reabastecimiento de combustible dificultan aún más la verificación del posicionamiento de cualquier cámara u otros dispositivos de inspección, como un probador ultrasónico, con respecto al objeto que este inspeccionándose. De este modo, las inspecciones realizadas desde el equipo de reabastecimiento de combustible a varios metros por encima de un reactor durante una interrupción normalmente requieren varios mecanismos diferentes de verificación de posicionamiento e impedimento del movimiento o vibración por parte del personal, o las inspecciones deben repetirse hasta que sean satisfactorias.
 45
 50

Además los inventores han reconocido recientemente que las actividades de inspección y uso de herramientas en una planta de energía nuclear cuando se realizan por encima de y se compensan radialmente con respecto a un objetivo, tal como un puente de reabastecimiento de combustible o el perímetro de reactor, interfieren con el uso efectivo de herramientas porque el objetivo no está directamente por debajo del operario. En tales circunstancias, el
 55

operario puede requerirse que se incline sobre y/o adopte una trayectoria de trabajo distorsionada con la herramienta, lo que complica las imágenes y hace que el posicionamiento radial o vertical exacto del objetivo, y del usuario en relación con el objetivo, sea difíciles de determinar. Las realizaciones del ejemplo descrito a continuación tratan estos y otros problemas reconocidos por los inventores con soluciones únicas permitidas por las realizaciones del ejemplo.

La presente invención trata de dispositivos de inspección utilizables en reactores nucleares y ambientes similares. Por el contrario, en la presente invención, los pocos ejemplos tratados a continuación ilustran solo un subconjunto de la variedad de diferentes configuraciones que pueden ser utilizadas y/o en conexión con la presente invención.

Las figuras 2 y 3 son ilustraciones de una realización de ejemplo de montaje de inspección 100 utilizable en reactores nucleares. Como se muestra en la figura 2, el montaje 100 es utilizable junto con la presa de vapor 15 en una parte superior de una cubierta de núcleo, como la cubierta 10 en la figura 1. El montaje 100 se muestra otra vez en la figura 3 sin la presa de vapor 15, con direcciones que ilustran los movimientos de montaje 100 que puede ser capaz de realizar en la presa de vapor 15 (figura 2). El montaje 100 de realización de ejemplo puede unirse de manera retirable a la presa de vapor 15 y ser móvil alrededor del mismo equipo de inspección y componentes de reactor desde la presa de vapor 15. Por ejemplo, el montaje 100 puede incluir uno o más rodillos superiores 150 que permiten que el montaje 100 se asiente verticalmente en un borde o pestaña de la presa de vapor 15 y se mueva circunferencialmente (dirección 215 en la figura 3) a lo largo de la presa de vapor 15 mientras rodillos superiores 150 rotan.

Debido a que la presa de vapor 15 puede ser relativamente fija y cercana a estructuras en un núcleo de un reactor nuclear, un montaje 100 de realización de ejemplo puede posicionarse ventajosamente en posiciones verificables y verticales constantes desde tales estructuras haciendo rodar el rodillo superior 150 en la presa de vapor 15, así como ser angularmente móvil a lo largo de la presa de vapor 15 a otras posiciones deseadas. Los rodillos superiores 150 puede liberarse o girarse selectivamente e incluso accionarse por un motor local o por medio de un accionamiento mecánico para facilitar el movimiento deseado o el posicionamiento estático en la dirección circunferencial (dirección 215 en la figura 3).

Ejemplo realización de montaje puede además incluir estructuras que unen de manera retirable a un borde o pestaña de la presa de vapor 15 para fijar el montaje 100 a un posicionamiento radial deseado. Por ejemplo, uno o más pares de rodillos de sujeción pueden unirse a una pestaña de la presa de vapor 15 desde los cuales, refuerzos 16 y otras estructuras sobresalen. Como se muestra en la figura 4, los rodillos de sujeción interiores 161 y los rodillos de sujeción exteriores 162 emparejados pueden enganchar lados verticales opuestos de la presa de vapor 15. Los rodillos interiores y exteriores 161 y 162 emparejados permiten que el montaje 100 se asiente radialmente en un borde o pestaña de la presa de vapor 15 y se mueva circunferencialmente (dirección 215 en la figura 3) a lo largo de la presa de vapor 15 por rotación de los rodillos 161 y 162. Este enganche puede además facilitar el posicionamiento de montaje 100 en posiciones radiales constantes y verificables (la dirección 290 es radial en la figura 3) desde estructuras por medio de rodillos de sujeción interiores y exteriores 161 y 162 rotando sobre la presa de vapor 15. Rodillos 161 y 162 pueden liberarse o girarse selectivamente e incluso accionarse por un motor local o por medio de un accionamiento mecánico para facilitar el movimiento deseado o el posicionamiento estático en la dirección circunferencial (la dirección 215 en la figura 3). Un ejemplo de un accionamiento mecánico utilizable para rotar rodillos 161 y 162 se describe además a continuación en conexión con la figura 4.

El montaje de inspección 100 de realización de ejemplo, aunque potencialmente móvil en otras direcciones, pueden permanecer estáticas en una dirección radial (dirección 290 en la figura 3) mientras está montado en una presa de vapor 15. De esta manera, el montaje 100 de ejemplo puede posicionarse de manera continua con una presa de vapor 15, y la inspección de cualquiera de las estructuras con el montaje 100 de realización de ejemplo puede verificarse con una conocida relación con una presa de vapor 15. El rodillo de sujeción interior 161 y el rodillo de sujeción exterior 162 pueden asentarse forzosamente contra los lados opuestos de la presa de vapor 15 para fijar el montaje 100 en una dirección radial (dirección 290 en la figura 3). Por ejemplo, como se muestra en la figura 2, el rodillo exterior 162 puede estar conectado a un brazo de inclinación rotatorio 110 que se balancea sobre un punto de pivote 165 de modo que mueve el rodillo exterior 162 alrededor del punto de pivote 165 en la dirección 210 (figura 3). El rodillo interior 161 puede estar cerca o directamente en un eje de un punto de pivote 165, de tal manera que el rodillo exterior 162 puede girarse o sujetarse contra la presa de vapor 15 con un rodillo interior 161. Tal separación puede crear un brazo de torsión entre el rodillo interior 161 en el punto de pivote 165 y el rodillo exterior 162, impidiendo tanto un movimiento radial del montaje 100 como la rotación del montaje 100 en la dirección 210 (figura 3). Evidentemente, otras estructuras de unión pueden emparejar selectivamente un montaje 100 de ejemplo con la presa de vapor 15, incluyendo pinzas de rodillo basadas en muelles, o pinzas y uniones mecánicas o elásticas.

Cualquier estructura que une un montaje 100 de realización de ejemplo a una presa de vapor 15 puede desengancharse selectivamente para evitar refuerzos 16 o una cuenta de otras estructuras que pueden interrumpir el movimiento a lo largo de la presa de vapor 15 en una dirección angular (dirección 215 en la figura 3). Tal desenganche no debe interferir con un montaje seguro del montaje 100 de ejemplo en una presa de vapor 15. Por ejemplo, el rodillo de sujeción exterior 162 puede desengancharse selectivamente o ser móvil al encontrarse con un refuerzo 16 que sobresale de una pestaña superior de la presa de vapor 15, de tal manera que en un montaje 100 puede continuar moviéndose en una dirección circunferencial a lo largo de la presa de vapor 15 sin separarse desde

la presa de vapor 15. Tal movimiento puede permitirse por un resorte que empuja resistivamente el brazo 110 y el rodillo exterior 162 para sujetarlos contra la presa de vapor 15, o la separación selectiva puede conseguirse por la rotación del brazo de inclinación 110 con un cilindro neumático 112 tal como se muestra en la figura 2.

Por ejemplo, un cilindro neumático 112 puede rotar el brazo de inclinación 110 en la dirección 210 (figura 3) a través de la actuación desde una línea neumática (no mostrada) dirigida al montaje 100 o desde un actuador controlado remotamente. Tal accionamiento del cilindro neumático 112 puede causar expansión o contracción en la dirección 212 (figura 3), rotando el rodillo de sujeción exterior 162 en la dirección 210 (la figura 3) selectivamente contra o lejos de la presa de vapor 15. En el caso de contracción del cilindro neumático 112, el rodillo exterior 162 puede rotarse lejos de la presa de vapor 15 y el refuerzo 16 sobre el mismo. Tal movimiento puede permitir que el rodillo exterior 162 pase sobre el refuerzo 16 cuando el montaje 100 de ejemplo se está moviendo en una dirección angular 215 (figura 3) a lo largo de la presa de vapor 15. En el caso de dilatación del cilindro neumático 112, el rodillo exterior 162 puede rotarse hacia la presa de vapor 15 y fijar de manera móvil el montaje 100 a la misma como se comentó anteriormente.

El montaje de inspección 100 de realización de ejemplo puede incluir un par de brazos 110 cada uno con los rodillos 161 y 162 y el cilindro neumático 112 unidos a un único, bastidor rígido 155, como se muestra en las figuras 2 y 3. A través del uso de varios brazos de inclinación 110 que se conectan a un bastidor compartido 155, siempre y cuando uno de los brazos 110 permanezca sujeto, con los rodillos 161 e 162 inclinados contra la presa de vapor 15, es posible el desenganche selectivo de cualquier otro brazo(s) 110 de inclinación para permitir la reubicación de los rodillos y evitar potencialmente obstáculos mientras que se mantiene el montaje 100 fijado en una dirección radial (dirección 290 en la figura 3) con la presa de vapor 15. Es decir, los rodillos 162 pueden pasar individualmente sobre los refuerzos 16 u otros objetos sin la posibilidad de movimiento falso del bastidor 155 en las direcciones 290 o 210 (figura 3) debido a otros rodillos fijados. De esta manera, un operario puede desenganchar selectivamente solo aquellos rodillos que se acercan o hacen tope con un obstáculo tales como un refuerzo 16, como por ejemplo a través de la contracción individual de cilindros asociados 112 a través de una línea neumática o un actuador inalámbrico, por ejemplo, mientras se mantiene al menos uno del par de rodillos de sujeción 161/162 inclinado y fijado a la presa de vapor 15, con lo que se mantiene en general el bastidor 155 y el montaje 100 de realización de ejemplo acoplados con la presa de vapor 15.

Mientras que en el ejemplo de las figuras 2 y 3 se muestran un par de brazos de inclinación 110 con cilindros neumáticos 112 controlables selectivamente para controlar el posicionamiento y sujeción de pares de rodillos 161 y 162, se entiende que otras estructuras móviles selectivamente, tales como carriles y engranajes, imanes, pinzas bola, rodillos desviados por resorte, etc., pueden utilizarse igualmente para proporcionar el movimiento del montaje 100 de ejemplo en la dirección radial 215 (figura 3) y mantener un posicionamiento y orientación radiales constantes con respecto a la presa de vapor 15 mientras que se evitan obstáculos a través de el desenganche selectivo e individual.

Como se muestra en la figura 3, el montaje de inspección 100 de realización de ejemplo incluye una barra de manipulación 180 que se conecta al bastidor 155, que puede conectarse a un brazo de inspección 190 con un extremo utilitario 191. El brazo de inspección 190 puede ser móvil con respecto al bastidor 155. Por ejemplo, el brazo de inspección puede ser extensible y retráctil en la dirección radial 290 mediante un enganche deslizante con un bastidor de retén 159. El brazo de inspección 190 puede incluir un extremo utilitario 191 conformado para asegurar el mismo a una herramienta, tal como un dispositivo de inspección que incluye una cámara o un controlador ultrasónico, por ejemplo. El extremo utilitario 191 se muestra en la figura 3 como una mandíbula cuadrada de cara abierta para fijar un extremo cuadrado correspondiente de una cámara u otra herramienta; sin embargo, se puede utilizar cualquier otra forma o estructura de sujeción móvil para el extremo utilitario 191. El brazo de inspección 190 y/o el extremo utilitario 191 pueden ser además móviles en cualquier dimensión, como verticalmente en la dirección 291 o angularmente alrededor de un eje en la dirección 291, ya sea solos o por separado con respecto al resto de montaje 100 o en combinación con el mismo. De este modo, un dispositivo de inspección u otra herramienta puede engancharse en el extremo utilitario 191 y moverse a las posiciones radiales y verticales deseadas a través del movimiento del brazo de inspección 190 y/o el extremo utilitario 191, mientras que el montaje 100 de realización de ejemplo de otra manera permanece en un posicionamiento radial y vertical fija en una presa de vapor u otra estructura.

La barra de manipulación 180 puede operar y/o mover uno o más componentes diferentes del montaje de inspección 100 de realización de ejemplo. Como se muestra en la figura 3, la barra de manipulación 180 puede incluir un engranaje inferior 185 que engrana con una pista de engranaje 198 del brazo de inspección 190. A medida que la barra de manipulación 180 se hace rotar en la dirección 280, el brazo de inspección 190 puede extenderse o retraerse radialmente en la dirección 290 por engranaje 185 que coincide con la pista de engranaje 198 y accionando el brazo de inspección 190 en la dirección 290 a medida que el brazo de inspección 190 se desliza en el bastidor de retén 159. Como se muestra en la figura 2, el brazo de inspección 190 puede incluir una o más hendiduras 195 a lo largo de su longitud que pasan a través del bastidor de retén 159, que puede incluir un resorte u otro elemento desviado que coincida con una de las hendiduras 195 y resista además la extensión o retracción libre del brazo de inspección 190. De este modo, el brazo de inspección 190 puede extenderse a intervalos conocidos o deseados basándose en el espaciado de las hendiduras 195 y la resistencia al movimiento adicional impartido por el bastidor de retén 195.

Como se muestra además en la figura 3, el engranaje inferior 185 de la barra de manipulación 180 puede además posicionarse para coincidir con el engranaje de accionamiento circunferencial 186 en el bastidor 155 del montaje 100. La barra de manipulación 180 puede hacer rotar aún más el engranaje de accionamiento circunferencial 186 rotando en la dirección 280. La barra de manipulación 180 puede discriminar entre brazo de inspección 190 y el engranaje de accionamiento 186 moviéndose lateral o verticalmente entre los dos, de modo que en cualquier momento solo el contacto de una de las pistas de engranaje 198 o con los dientes del engranaje 186 con el engranaje inferior 185. Evidentemente, el engranaje más cercano 185 también puede inspeccionar simultáneamente el brazo 190, el engranaje 186, y/o cualquiera otra estructura.

La figura 4 es una ilustración en detalle de un perfil del montaje de inspección 100 de realización de ejemplo, mostrando algunas estructuras potenciales que son accionables con la barra de manipulación 180. Como se muestra en la figura 4, el engranaje 185 de la barra de manipulación 180 puede estar verticalmente separado de la pista de engranaje 198 y el engranaje de accionamiento 186; es decir, el engranaje 185 puede enganchar solo uno del engranajes de accionamiento 186 y la pista de engranaje 198 dependiendo del desplazamiento vertical. El resorte 181 puede inclinar los engranajes 185 hacia abajo de modo que un enganche predeterminado esté con un engranaje de accionamiento 186 y un operario de la barra 180 de manipulación debe impartir una fuerza ascendente para mover hacia arriba y enganchar la pista de engranaje 198.

Un vástago inferior del poste 180 puede capturarse por el bastidor 155 para permitir el movimiento vertical limitado del engranaje inferior 185 entre el engranaje de accionamiento 186 y la pista del engranaje 198, mostrado por flechas verticales coincidentes en la figura 4.

El engranaje de accionamiento circunferencial 186 puede accionar uno o más rodillos de sujeción inferiores 161 (figura 2), como se ha mencionado anteriormente en conexión con la figura 2. Por ejemplo, como se muestra en la figura 4, el engranaje de accionamiento 186 puede conectarse a una o más transmisiones 187 entre el engranaje de accionamiento 186 y puntos de pivote 165. La transmisión 187 puede ser una extensión que transfiera la rotación entre el engranaje de accionamiento 186 y el rodillo 161 (figura 2) a través del punto de pivote 165, como una caja de cambios o una cadena o una banda que rota con el engranaje 186 y el punto de pivote 165 para girar los rodillos interiores 161. De este modo, Cuando el poste de manipulación 180 se engancha con el engranaje de accionamiento 186 y rotan en la dirección 280 (figura 3), la fuerza puede ser transmitida por la transmisión 187 a uno o más rodillos interiores 161 predispuestos contra la presa de vapor 15. De este modo, el montaje de inspección de realización de ejemplo puede moverse en la dirección circunferencial 215 (figura 3) a través de la rotación del poste de manipulación 180. Cuando la barra de manipulación 180 se levanta contra el resorte 181 para que el engranaje inferior 185 se acople con la pista del engranaje 198, una rotación similar de la barra de manipulación 180 puede mover el brazo de inspección 190 en su lugar.

La barra de manipulación 180 puede extenderse varios metros verticalmente, potencialmente al exterior de cualquier reactor abierto e inundado, para que los operarios humanos puedan estar bien por encima por encima de la presa de vapor 15. La barra de manipulación 180 puede incluir una junta en forma de U o una parte flexible rodeada por un resorte 181 para permitir cierto posicionamiento no vertical/fuera del eje mientras se transfiere la rotación al engranaje 185. La barra de manipulación 180 puede además incluir huecos o elementos flotantes para compensar cualquier peso de la barra 180 o de todo el montaje 100, lo que resulta en un mejor posicionamiento vertical de la barra 180 bajo tensión desde tales elementos flotantes o cavidades cuando se sumerge en el refrigerante de reactor. Los cuentakilómetros, los cuentarrevoluciones, los sensores eléctricos, y similares se utilizan en conexión con el engranaje 180 para seguir y/o mostrar un posicionamiento preciso y/o número de vueltas de la barra de manipulación 180 en conexión con el engranaje 186 y/o el brazo de inspección 190. De este modo, un usuario puede ser capaz de seguir con precisión un grado del movimiento circunferencial del montaje 100 de ejemplo y/o un grado de la extensión/retracción radial del brazo de inspección 190.

Aunque el montaje de inspección 100 de realización de ejemplo se muestra con la barra de manipulación 180 que acciona varios elementos del montaje 100, incluyendo rodillos de accionados circunferencialmente y un brazo de inspección, se entiende que se puede utilizar cualquier número de dispositivos de proporción de energía y componentes energizados diferentes en el montaje 100. Por ejemplo, la barra de manipulación 180 puede accionarse para rotar automáticamente y subir/bajar para interactuar con los componentes deseados por un operario que manipule los mismos desde arriba; o la barra de manipulación 180 puede accionar otros movimientos de rodillos, brazos, y extremos de utilidad en realizaciones de ejemplo. O, por ejemplo, uno o más motores operados remotamente pueden controlar el movimiento y la desviación de cualquiera o de todos los rodillos 150, 161, y 162, el brazo de inspección 190, y los brazos de inclinación 110. De este modo, un usuario remoto puede aún controlar el movimiento del conjunto en la dirección 215, el accionamiento y liberación de los rodillos 161 y 162, y/o el movimiento radial o vertical del brazo de inspección 190. Tales motores pueden igualmente emparejarse con sensores que miden e informan de un grado de movimiento o fuerza en cualquier elemento controlado del montaje 100. Tales sensores y controles pueden además alimentar y controlar cualquier dispositivo de inspección, como una cámara o un probador ultrasónico, emparejado con un extremo utilitario 191.

Un montaje de inspección 100 de realización de ejemplo puede montarse de este modo y para ser móvil en una presa de vapor u otra estructura en un ambiente de un reactor nuclear. Se pueden instalar varios dispositivos de inspección diferentes u otras herramientas en el montaje 100 y moverlos por el núcleo del reactor u otra área de

operaciones. Porque el montaje de ejemplo es móvil en una dirección circunferencial o angular mientras permanece vertical y radialmente estacionario, los dispositivos o las herramientas de inspección instalados en el montaje 100 pueden permanecer en posiciones establecidas con respecto a una estructura conocida como presa de vapor. El movimiento de un brazo de instrumentación puede proporcionar un posicionamiento radial o vertical concreto y conocido que siempre puede determinarse con respecto a un posicionamiento conocido del montaje 100.

El montaje de inspección 100 de realización de ejemplo está configurado para operar en un ambiente de un reactor nuclear sumergido en refrigerante del reactor. Como tal, el montaje 100 puede fabricarse totalmente de materiales que mantengan sus características físicas en un reactor y un ambiente radioactivo. Por ejemplo, cristales, plásticos duros como HDPE, aleaciones de níquel como Inconel, aceros inoxidable, y/o aleaciones de circonio pueden utilizarse para varios componentes del montaje 100 sin riesgo de una degradación o contaminación importante. De forma similar, aunque el montaje de inspección 100 de ejemplo realización se ilustra con solo características mecánicas y neumáticas, cualquier sensor eléctrico, controles, o motores pueden impermeabilizarse al agua con el cableado eléctrico apropiado o conexiones inalámbricas para permitir una operación y un control sumergidos. El invento está definido en las reivindicaciones adjuntas.

15

REIVINDICACIONES

1. Aparato de posicionamiento (100) para su uso en un reactor nuclear en parada, en el que el aparato comprende:

5 una pinza (110) configurada para sujetar en lados opuestos de una presa de vapor (15) en el reactor nuclear, en el que la pinza (110) permite el movimiento circunferencial (215) del aparato (100) a lo largo de la presa de vapor (15) e impide el movimiento radial (290) y vertical (291) del aparato en relación con la presa de vapor (15); y un brazo (190) extensible desde la pinza (110), en el que el brazo (190) está configurado para sostener una herramienta;

estando **caracterizado** el aparato **porque** además comprende:

10 una barra de manipulación (180) que se extiende verticalmente (291) hacia arriba desde la pinza (110), en el que la barra de manipulación (180) se conecta y se adapta para mover al menos una de las pinzas (110) y el brazo (190) a través de la rotación (280) de la barra de manipulación, en el que la barra de manipulación (180) es móvil verticalmente (291) para conectar con, y mover solo, una de las pinzas (110) y el brazo (190).

2. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que la pinza (110) incluye al menos dos rodillos (161, 162) configurados para rodar contra los lados opuestos de la presa de vapor (15).

15 3. Aparato (100) según la reivindicación 2, que comprende además:

una pluralidad de brazos rotatorios (110), incluyendo cada uno de los brazos (110) al menos dos de los rodillos (161, 162), en el que un primer rodillo (161) de los dos rodillos está posicionado en un punto de pivote (165) del brazo rotatorio (110), y en el que un segundo rodillo (162) de los dos rodillos está posicionado lejos del punto de pivote (165) de modo que permite que el segundo rodillo (162) rote contra un lado opuesto de la presa de vapor (15) desde el primer rodillo (161).

20

4. Aparato (100) de la reivindicación 3, que comprende además, un bastidor (155) al cual la pluralidad de los brazos rotatorios (110) unen rotacionalmente cada uno en el punto de pivote (165); y una pluralidad de cilindros neumáticos (112) cada uno conectado entre uno de los brazos rotatorios (110) y el bastidor (155).

25 5. Aparato (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

una transmisión (187) configurada para accionar la pinza (110) en la dirección circunferencial a lo largo de la presa de vapor(15), en el que la barra de manipulación(180) incluye un engranaje (185) configurado para engranar con el brazo (190) y la transmisión (187) de tal manera que la rotación de la barra de manipulación (180) extiende el brazo (190) o mueve el aparato en la dirección circunferencial (215).

30 6. Procedimiento de inspección de un reactor nuclear en parada con un aparato (100) que incluye una pluralidad de rodillos (161, 162) sujetos contra lados opuestos de una presa de vapor (15) en el reactor nuclear, incluyendo el aparato (100) un brazo extensible (190) configurado para fijar un dispositivo de inspección al aparato (100), incluyendo el aparato (100) una barra de manipulación selectiva (180) que se extiende verticalmente hacia arriba (291) desde el aparato (100) hasta un operario fuera del reactor nuclear, comprendiendo el procedimiento:

35 rotar (280) la barra de manipulación (180) en un primer posicionamiento para rotar los rodillos (161, 162) y mover el aparato (100) circunferencialmente (215) a lo largo de la presa de vapor (15); mover la barra de manipulación (180) a un segundo posicionamiento; y rotar (280) la barra de manipulación(180) en el segundo posicionamiento para mover el brazo (190) radialmente (290) desde la presa de vapor (15).

40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, que comprende además: liberar al menos uno de los rodillos (161, 162) para pasar por encima de una estructura circunferencialmente sobre la presa de vapor (15).

8. Procedimiento según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que el movimiento de la barra de manipulación (180) al segundo posicionamiento incluye levantar verticalmente (291) la barra de manipulación(180) para desenganchar los rodillos (161, 162) y enganchar el brazo (190), y en el que el aparato (100) está bajo el agua a través de la rotación, el movimiento, y la rotación.

45

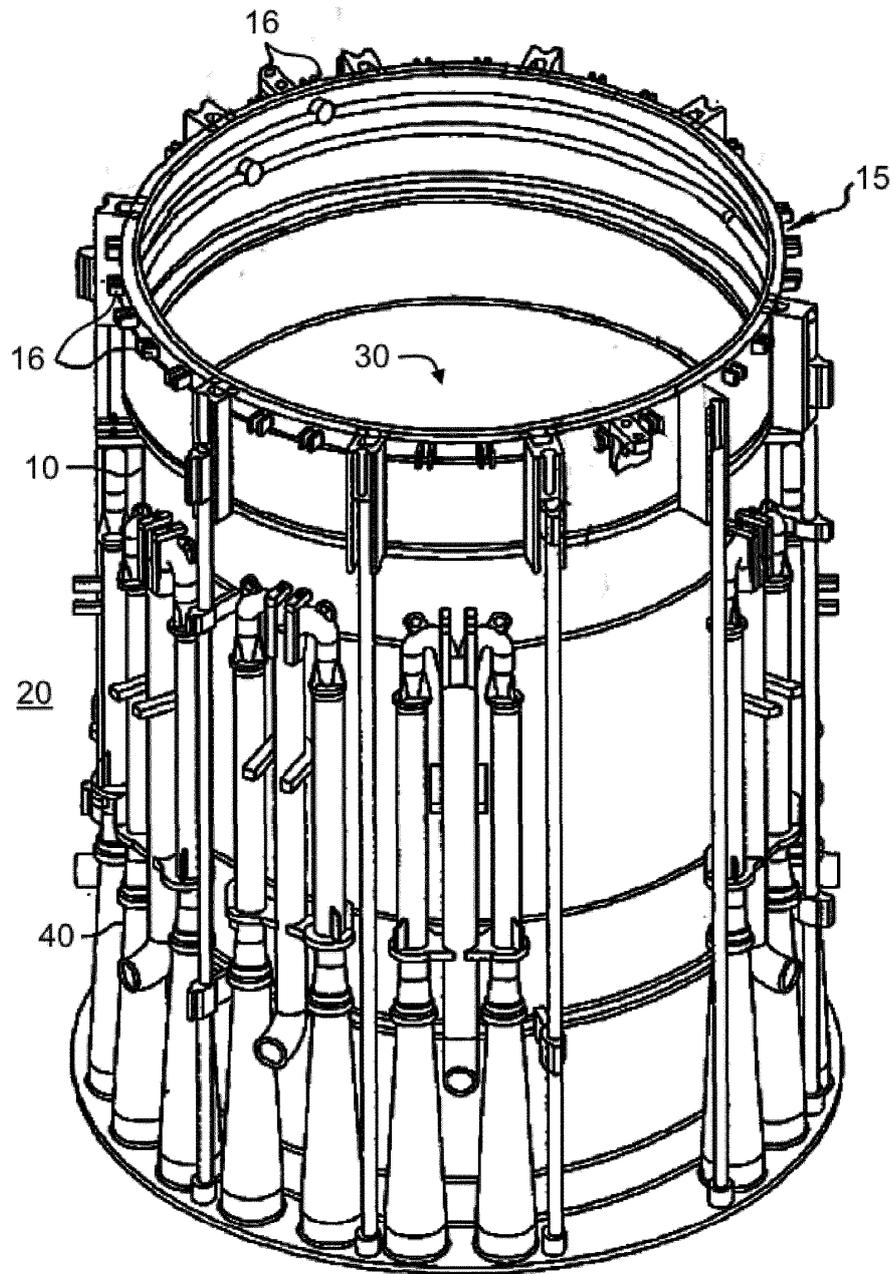


FIG. 1
(TÉCNICA RELACIONADA)

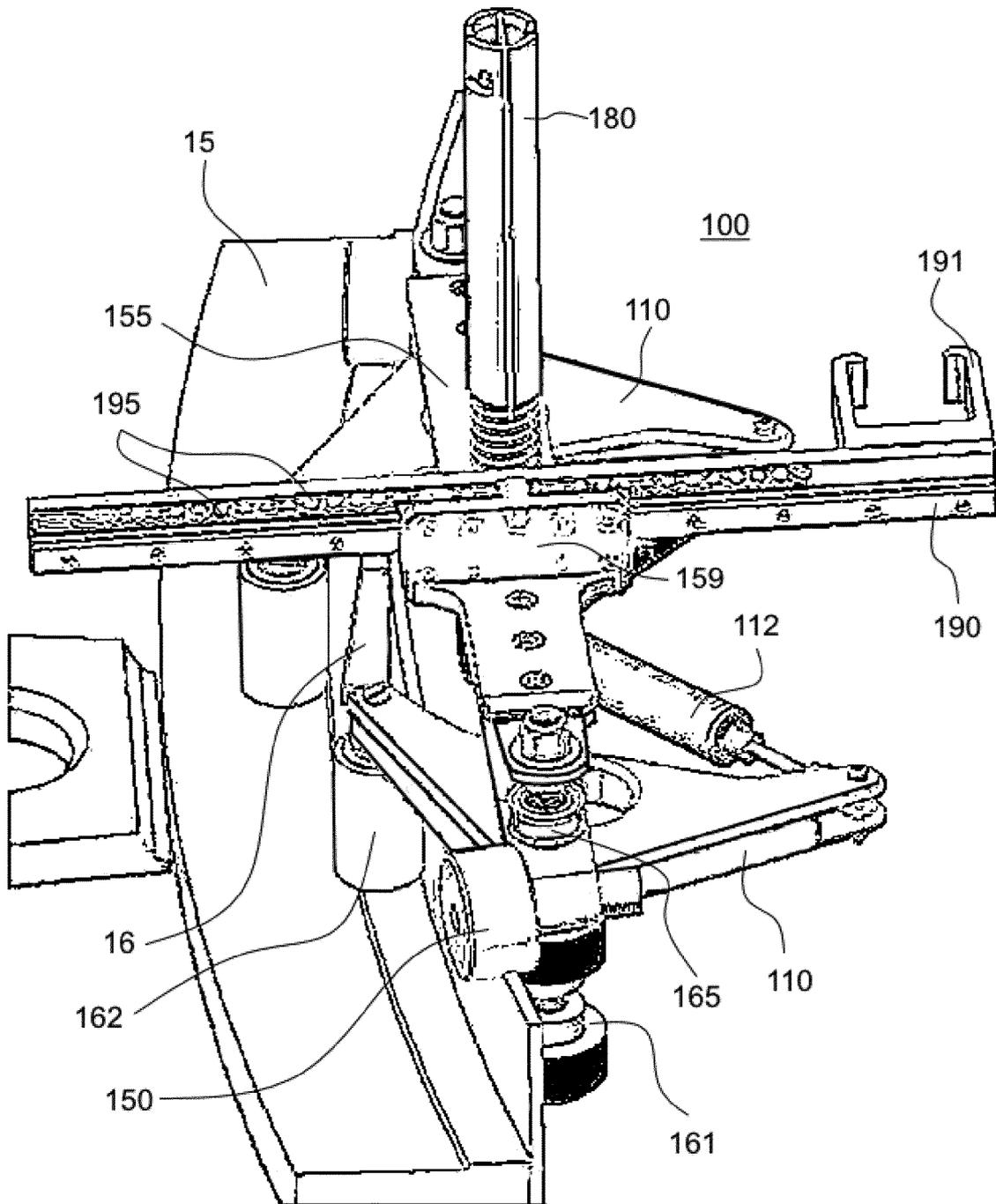


FIG. 2

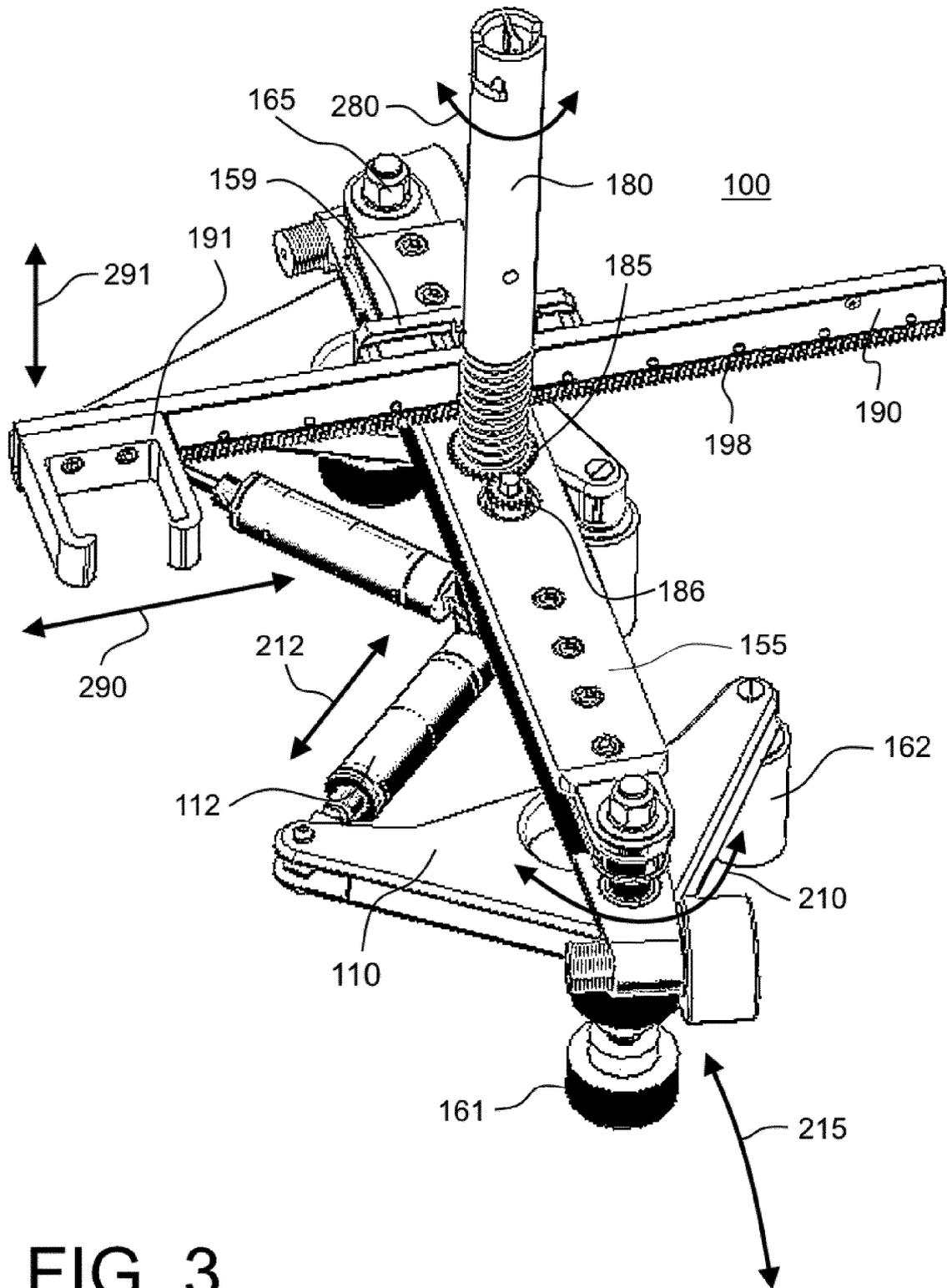


FIG. 3

