

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 000**

51 Int. Cl.:

G21C 17/017 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

B23P 19/02 (2006.01)

G21C 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2017 E 17206012 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3333855**

54 Título: **Sistemas y métodos para la retirada e instalación de un conjunto de tubo seco de un reactor nuclear**

30 Prioridad:

09.12.2016 US 201615373646

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

20.11.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WATTS, KEVIN D. y
ALLISON, MARK P.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 795 000 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

Sistemas y métodos para la retirada e instalación de un conjunto de tubo seco de un reactor nuclear

Antecedentes

5 Los reactores nucleares comerciales, particularmente los reactores de agua en ebullición a menudo usan diversos tipos diferentes de tubos de instrumentación en sus vasijas de presión de reactor para supervisar las condiciones dentro de la vasija y el núcleo del reactor. Dichos tubos de instrumentación pueden ser estructuras totalmente obturadas para su colocación dentro de un reactor nuclear, o pueden ser estructuras permanentes que desembocan en un extremo del reactor para permitir la inserción de instrumentación y otros dispositivos sin interactuar con las partes internas del reactor ni causar pérdida de refrigerante. Un tipo conocido de tubo de instrumentación es un tubo seco, que es, por lo común, un tubo hueco y herméticamente cerrado que se coloca dentro de un núcleo u otra ubicación de una vasija de presión de reactor y se puede extraer completamente del mismo. El tubo seco puede alojar sensores y otros instrumentos que se pueden recuperar durante un período de mantenimiento para su análisis y reemplazo. Típicamente, tales tubos secos residen en posiciones internas fijas y se aseguran a las estructuras del interior de la vasija con el fin de evitar su movimiento o interferencia con el flujo de refrigerante y otras operaciones del reactor.

10 La Figura 1 es una vista esquemática en corte transversal de una parte superior de un tubo seco 10 de la técnica relacionada, tal como está instalado en la tapa superior 50 de una vasija de presión de un reactor nuclear. El tubo seco 10 incluye convencionalmente un émbolo cargado 17 que se asienta a la fuerza en la placa superior 50 a través de un talón o perilla de extremo 11. Por ejemplo, un resorte 16 u otro elemento de carga situado dentro de la guía 14 del émbolo puede accionar verticalmente el émbolo 17 al interior de la placa superior 50. La guía 14 del émbolo y el resorte 16 pueden unirse a una junta superior 15 del tubo seco 10, que sirve como base para el resorte 16 y evita un movimiento vertical adicional del émbolo 17 dentro del tubo de guía 14. Un reborde o casquillo 13 situado en el émbolo 17 ayuda, por lo común, al asentamiento y a la determinación de la distensión vertical del émbolo 17.

15 Como se observa en la Figura 2, el tubo seco 10 puede asentarse dentro de un rebaje 51 de la placa superior 50, en una intersección de puntos de rejilla de la placa superior 50. La placa superior 50 sirve, por lo común, como estructura de alineación y soporte situada por encima del combustible nuclear de un núcleo de reactor, y las posiciones de intersección de rejilla de la placa superior 50 están normalmente, en caso contrario, desocupadas. Un extremo opuesto del tubo seco 10 (no mostrado) puede asentarse dentro de un soporte, una cámara interna inferior u otra estructura del núcleo situada verticalmente por debajo de la placa superior 50 y del rebaje 51. Bajo la fuerza del émbolo 17, el tubo seco 10 es, de este modo, asegurado verticalmente dentro del rebaje 51 de la placa superior 50, dentro de una vasija de reactor nuclear.

20 Tubos secos relacionados similares se describen en la Patente de los EE.UU. Nº 8.631.563, expedida el 21 de enero de 2014 al mismo asignatario de la presente.

25 El documento JPS5689998 U se refiere a un aparato para retirar un monitor de flujo de neutrones de un reactor nuclear. El documento JP2005010117 A se refiere a un dispositivo y a un método de retirada para un monitor de flujo de neutrones de un reactor nuclear. El documento JPH11133179 A se refiere a un dispositivo de desprendimiento de un tubo de instrumentación del interior de un horno. El documento JPH0527086 A se refiere a un dispositivo de manipulación para una tubería de instrumentación de neutrones.

Compendio

30 La presente invención proporciona un sistema de herramienta y un método como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

35 Ejemplos de ello incluyen sistemas de herramientas que se utilizan en la retirada, instalación y/o movimiento de tubos secos en reactores sin retirar por completo el combustible adyacente a los tubos. Los ejemplos incluyen un cuerpo que se ajusta dentro de una abertura de guía superior para asegurarse al lado de un tubo seco de interés, y un retenedor que puede manipular el tubo seco para su inserción, retirada, colocación, etc. Herramientas proporcionadas a modo de ejemplo pueden incluir retenedores tales como horquillas, ganchos, abrazaderas, lazos, etc. para el retenedor que se fija al tubo seco, y dichos retenedores pueden ocupar y extenderse diagonalmente en un cuadrante alrededor de un conjunto de combustible para evitar cualquier otro conjunto de combustible restante que se encuentre adyacente al tubo seco. El retenedor puede ser movable con el fin de empujar o tirar verticalmente de un tubo seco o un émbolo situado dentro del mismo, a fin de liberar al mismo, a asegurar el tubo seco a una estructura del núcleo tal como un soporte y/o una guía superior. El retenedor también puede moverse horizontalmente para quitar un tubo seco de dicho movimiento vertical o insertarlo para este.

40 Métodos proporcionados a modo de ejemplo incluyen la instalación y/o la retirada de tubos secos retirando tan solo un subconjunto de los conjuntos de combustible que se encuentran directamente adyacentes, contiguos al tubo seco. Puede entonces instalarse un ejemplo de herramienta de retirada al lado del tubo seco sin interferir con los conjuntos restantes. Se puede hacer funcionar un retenedor desde la herramienta para asir y manipular el tubo seco de modo que la herramienta y el tubo seco asegurado se puedan mover juntos en el interior del reactor.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo se harán más evidentes mediante la descripción en detalle de los dibujos adjuntos, en los que elementos similares se han representado por los mismos números de referencia, y que se proporcionan solo a modo de ilustración, y, por lo tanto, no limitan los términos que representan.

5 La Figura 1 es un corte transversal esquemático de un tubo seco de la técnica relacionada, tal como se instala en una vasija de energía nuclear.

La Figura 2 es una vista en perspectiva del tubo seco de la técnica relacionada.

La Figura 3 es una ilustración de un ejemplo de realización de herramienta de retirada de tubo seco.

La Figura 4 es una vista de perfil del ejemplo de realización del tubo de retirada de tubo seco de la Figura 3.)

10 La Figura 5 es una ilustración de un ejemplo de realización de sistema para hacer funcionar e impulsar una horquilla de agarre en una primera posición.

La Figura 6 es una ilustración del ejemplo de realización de sistema para hacer funcionar e impulsar una horquilla de agarre en una segunda posición.

Descripción detallada

15 Como es este un documento de Patente, deben aplicarse las reglas generales de interpretación a la hora de leerlo y comprenderlo. Todo lo que se describe y se muestra en este documento constituye un ejemplo de la materia objeto que cae dentro del alcance de las reivindicaciones que se acompañan. Cualquier detalle estructural y funcional específico divulgado en la presente memoria tiene el único propósito de describir cómo llevar a cabo y utilizar las realizaciones o métodos proporcionados a modo de ejemplo. Diversas realizaciones diferentes no divulgadas
20 específicamente en esta memoria caen dentro del alcance de las reivindicaciones; así pues, las reivindicaciones pueden llevarse a la práctica de muchas formas alternativas y no deben interpretarse como limitadas únicamente a los ejemplos de realización que se exponen en esta memoria.

Se entenderá que, aunque los términos 'primero', 'segundo', etc. pueden usarse en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deben estar limitados por estos términos. Estos términos únicamente se usan
25 para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría denominarse 'segundo elemento' y, de manera similar, un segundo elemento podría denominarse 'primer elemento', sin apartarse del alcance de los ejemplos de realización. Tal y como se usa en esta memoria, el término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos referidos en asociación con él.

Se entenderá que, cuando se hace referencia a un elemento como "unido", "acoplado", "encajado", "asegurado" o
30 "fijado" a otro elemento, este puede estar directamente unido o acoplado al otro elemento, o bien pueden estar presentes elementos intervinientes. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como "directamente unido" o "directamente acoplado" a otro elemento, no hay presentes elementos intervinientes. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben interpretarse de manera similar (por ejemplo, "entre" frente a
35 "directamente entre", "adyacente" frente a "directamente adyacente", etc.). Del mismo modo, una expresión como "conectado comunicativamente" incluye todas las variaciones de los caminos de intercambio de información entre dos dispositivos, incluidos dispositivos intermedios, redes, etc., conectados de forma inalámbrica o no.

Tal y como se utilizan en la presente memoria, las formas singulares "un", "uno" y "el" están destinadas a incluir tanto la forma singular como la plural, a menos que el lenguaje indique explícitamente lo contrario con términos y expresiones como "solo", "único" y/o "un solo". Se entenderá, además, que los términos y expresiones "comprende",
40 "que comprende", "incluye" y/o "que incluye", cuando se usan en la presente memoria, especifican la presencia de características, etapas, operaciones, elementos, ideas y/o componentes establecidos, pero no excluyen por sí mismos la presencia o la adición de una o más características, etapas, operaciones, elementos, componentes o ideas diferentes, y/o grupos de los mismos.

También se debe tener en cuenta que las estructuras y operaciones que se exponen a continuación pueden tener
45 lugar fuera del orden descrito y/o apreciado en las figuras. Por ejemplo, dos operaciones y/o figuras mostradas en sucesión pueden, de hecho, llevarse a cabo concurrentemente o, a veces, pueden llevarse a cabo en el orden inverso, dependiendo de la función / actos involucrados. De manera similar, las operaciones individuales dentro de los métodos proporcionados a modo de ejemplo que se describen a continuación se pueden llevar a cabo de forma repetitiva, individual o secuencial, a fin de proporcionar bucles u otras series de operaciones, además de las operaciones
50 individuales que se describen a continuación. Deberá suponerse que cualquier realización que tenga las características y la capacidad funcional descritas a continuación, en cualquier combinación viable, cae dentro del alcance de las realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo.

Tal y como se usa en la presente memoria, la expresión "tubo seco" se define como un cuerpo conformado y dimensionado para ajustarse dentro de un reactor nuclear sin que haya ningún resquicio o abertura hacia fuera del

reactor. Según se define, el cuerpo incluye un interior heterogéneo conformado para alojar diferentes estructuras, tal como una cavidad interna que aloja sensores. Según se define, el "tubo seco" es, en sí mismo, extraíble y asegurable de manera no destructiva dentro del reactor, y se puede asegurar de manera fija a otras estructuras del reactor, tales como combustible, guías superiores, placas de núcleo, tubos de instrumentación, cubiertas, paredes de la vasija, etc., y retirarse de forma independiente de estas. De esta forma, el "tubo seco" incluye los tubos secos existentes en reactores comerciales de energía nuclear, utilizados para alojar instrumentación y sensores en los núcleos del reactor y en otros lugares.

Los presentes inventores han constatado recientemente que las herramientas y técnicas existentes para la retirada de los tubos secos requieren, por lo común, de la retirada de todos los conjuntos combustible adyacentes al tubo seco, posiblemente con la reubicación de la guía superior, a fin de acceder al tubo seco y retirarlo. Debido a que los tubos secos a menudo están colocados en las intersecciones de la placa superior, están, por lo común, presentes en cuatro intersecciones de conjuntos combustibles, y las herramientas existentes requieren que se retiren todos estos conjuntos, o los conjuntos bloquean la herramienta. Los presentes inventores han constatado recientemente que el requisito de mover el combustible para crear aberturas para las herramientas existentes de retirada de tubos secos es engorroso y hace perder tiempo durante una parada, cuando el combustible generalmente debe reubicarse y cargarse en el núcleo sin tener que retirar todos los conjuntos adyacentes a un tubo seco. Además, el reemplazo de los tubos secos no debería esperar a que se creen todas las aberturas de combustible durante el reabastecimiento de combustible, ya que es necesario un tubo seco nuevo para supervisar adecuadamente la criticidad y la neutrónica durante la recarga. Los ejemplos de realización que se describen a continuación abordan estos y otros problemas constatados por los presentes inventores con soluciones únicas habilitadas por ejemplos de realización.

La presente invención se refiere a aparatos de retirada de tubos secos y métodos de uso en entornos de reactores nucleares. El pequeño número de ejemplos de realización y de métodos proporcionados a modo de ejemplo que se exponen a continuación ilustran tan solo un subconjunto de la variedad de configuraciones diferentes que pueden utilizarse como materialización de la presente invención y/o en asociación con esta.

La Figura 3 es una ilustración en perspectiva de un ejemplo de realización de la herramienta 100 de retirada de tubo seco. Como se muestra en la Figura 3, el ejemplo de realización de herramienta 100 de retirada de tubo seco es una estructura generalmente alargada verticalmente para inmersión en un reactor nuclear. La herramienta 100 puede incluir un poste de manipulación y conexión 110, configurado para unirse a un puente o grúa que opera por encima del reactor nuclear, probablemente inundado durante el reabastecimiento de combustible. Por ejemplo, la herramienta 100 puede hacerse descender verticalmente desde una grúa unida al poste de conexión 110, hasta un nivel vertical deseado dentro de un reactor.

La herramienta 100 de retirada de tubo seco está conformada para ajustarse dentro de un único cuadrante de una abertura existente en una guía superior 50. El cuerpo 120 de la herramienta 100 se extiende en dirección vertical, con una sección transversal sustancialmente adaptada en su forma a la guía superior 50. De esta manera, el cuerpo 120 de la herramienta 100 puede hacerse descender verticalmente al interior de una abertura de la guía superior 50 y pasar a lo largo de la misma sin interferencia. Por ejemplo, en el caso de una guía superior rectilínea 50 con un borde achaflanado como se muestra en la Figura 3, el cuerpo 120 también puede ser en gran medida también rectilíneo, con una parte frontal achaflanada para que encaje con la guía superior 50. De esta manera, la herramienta 100 puede ocupar tan solo un único cuadrante en torno al tubo seco 10 y, con todo, ajustarse cerca del tubo seco 10 para la manipulación y retirada del mismo.

Como se observa en la Figura 4, una vista de perfil del ejemplo de realización de la herramienta 100, una o más alas 115 se extienden desde el cuerpo 120 para asegurar y colocar la herramienta 100 con respecto a la guía superior 50. Las alas 115 pueden estar suficientemente separadas del cuerpo 120 para permitir una parte de la guía superior se asiente entre el ala 115 y el cuerpo 120 de forma segura. El asiento seguro puede permitir tan solo un movimiento vertical limitado, manteniendo el cuerpo 120 relativamente a ras y en posición constante con respecto a la guía superior. Tal como se muestra en la Figura 3, dos alas 115 pueden extenderse desde el cuerpo 120 en ángulos de aproximadamente 90 grados entre sí, para asentarse en torno a lados opuestos de una abertura existente en la guía superior 50, por ejemplo. Debido a que el ejemplo de realización de la herramienta 100 puede asegurarse a la guía superior 50 dentro de un único cuarto de una intersección situada por encima del tubo seco 10, un conjunto combustible puede permanecer en una posición diagonal adyacente al tubo seco 10 sin interferir con la herramienta 100.

La herramienta 100 incluye un retenedor que se asegura estructuralmente al tubo seco 10 de manera retirable para mover el tubo seco 10 en varias direcciones diferentes, con el fin de lograr la retirada y/o instalación del tubo seco 10. Por ejemplo, una horquilla de agarre 125 puede colocarse relativamente más abajo con respecto al ala 115 y/o a la guía superior 50 cuando la herramienta 100 está instalada en la guía superior 50. Por ejemplo, la horquilla de agarre 125 puede estar varios centímetros o decímetros más abajo, hacia la parte inferior del cuerpo 120, de manera que coincida con una arandela, manguito o casquillo 13 (Figura 1) del tubo seco 10, o con un émbolo 17 del tubo seco 10.

Como se muestra en la Figura 4, la horquilla de agarre 125 es movable hacia fuera en una dirección transversal y hacia abajo en una dirección vertical. La horquilla de agarre 125 puede moverse hacia fuera, transversalmente desde el cuerpo 120, a fin de asir con seguridad un tubo seco situado adyacente a la herramienta 100 instalada en una guía superior. Por ejemplo, la horquilla de agarre 125 puede incluir un elemento de carga o resorte que hace que sus

mordazas rodeen el tubo seco y se aseguren al mismo. O bien la horquilla de agarre puede expandirse mecánicamente alrededor de un tubo seco y seguidamente abrazarse al mismo. A continuación, la horquilla de agarre 125 puede moverse verticalmente hacia abajo para comprimir un émbolo del tubo seco y retirarlo de una guía superior. Por ejemplo, la horquilla de agarre 125 puede asentarse en el émbolo 17 y/o en el casquillo 13 y comprimirlo hacia abajo, al interior de la guía 14 del émbolo (Figura 1), con el fin de retirar el tubo seco de la guía superior. La horquilla de agarre 125 puede entonces ser arrastrada transversalmente con el tubo seco, y/o la herramienta 100 puede ser elevada verticalmente y extraída de la guía superior, tal como mediante una grúa de elevación, junto con el tubo seco, a fin de retirar el tubo seco del núcleo.

Como se muestra en la Figura 3, debido a que la herramienta 100 del ejemplo de realización se puede asegurar dentro de un solo cuadrante alrededor de una intersección de rejilla de la guía superior 50, de manera que la horquilla de agarre 125 se extiende y recupera el tubo seco 10 extrayéndolo de la guía superior 50, desde ese único cuadrante, pueden dejarse otros conjuntos combustibles adyacentes en un núcleo durante la retirada del tubo seco. Por ejemplo, un conjunto combustible situado en diagonal con respecto a la herramienta 100, en torno al tubo seco 10, puede dejarse en un núcleo sin que ello tenga un efecto sobre la herramienta 100 a la hora de retirar el tubo seco 10. Por lo tanto, se puede requerir una menor cantidad de movimientos de combustible y de descarga antes de la retirada y el reemplazo del tubo seco, acortando globalmente el procedimiento y permitiendo nuevos detectores y sensores en tubos secos reemplazados sin tanto movimiento inicial de combustible.

La horquilla de agarre 125 u otro retenedor puede impulsarse de diversas maneras. Por ejemplo, la horquilla de agarre 125 puede ser accionada por un motor local y una batería configurada para mover este con respecto al cuerpo 120. O bien la horquilla de agarre 125 puede ser accionada por una fuente de aire neumática local almacenada en el interior del cuerpo 120. Aún adicionalmente, la horquilla de agarre 125 puede ser impulsada a distancia, tal como a través de una conducción eléctrica o neumática que se extiende desde un puente de operaciones situado por encima del reactor, posiblemente en una misma línea conectada al poste de conexión 110.

Las Figuras 5 y 6 son ilustraciones de un ejemplo de realización de un sistema para hacer funcionar e impulsar la horquilla de agarre 125 u otro dispositivo de acoplamiento. Como se muestra en la Figura 5, un ejemplo de una fuente de energía local puede ser un tubo neumático 130 asegurado dentro del cuerpo 120. El tubo neumático 130 puede controlarse a distancia, tal como a través de señales inalámbricas que dan instrucciones a un receptor y a unos transductores para que accionen el tubo 130, o bien a través de unas conducciones neumáticas 131 y 132, las cuales discurren hasta unos dispositivos de accionamiento que trabajan por encima, en un puente o grúa. Por ejemplo, unas de las conducciones neumáticas, la 131, puede ser una conducción de accionamiento, y la otra conducción neumática, la 132, puede ser una conducción de alivio. A medida que los controles o el fluido presurizado se dirigen selectivamente a/desde las conducciones 132 y 131 procedentes del dispositivo de accionamiento, el tubo neumático 130 puede actuar con la fuerza apropiada, tal como mediante la expansión o la contracción de una barra de expansión 135.

En el sistema del ejemplo de realización, el tubo neumático 130 está unido por sus extremos opuestos a dos brazos de accionamiento. En la parte superior, un brazo 133 de accionamiento de rodillo está acoplado a rotación con el tubo neumático 130. El brazo 133 de accionamiento de rodillo está acoplado, además, con un bloque deslizante 144 y un rodillo cargado 145 u otra estructura de bloqueo. El brazo 133 de accionamiento de rodillo puede contactar de manera deslizante con el bloque 144, que se encuentra sobre una pista o guía para moverse en una dirección transversal a medida que rota el brazo 133 de accionamiento de rodillo. El rodillo 145 puede estar rígidamente asegurado al bloque deslizante 144 y/o estar cargado contra el bloque deslizante 144 por medio de un resorte u otro sujetador, a fin de que el rodillo 145 se mueva transversalmente con el bloque deslizante 144. El rodillo cargado 145 puede asegurarse al bloque 144 con cierto grado de libertad que permite la rotación del rodillo 145, tal como a través de un eje mecánico. Un tope de avance 143 y un tope de retroceso 142 pueden mantener el bloque deslizante 144 y el brazo 133 de accionamiento del rodillo dentro de las posiciones transversales deseadas o sin que se extiendan demasiado o queden demasiado cortos.

El rodillo cargado 145 puede colocarse verticalmente por debajo de una parte superior del ala 115, al tiempo que se extiende transversalmente hacia afuera con el ala 115. De esta manera, el rodillo 145 puede descansar sobre una parte superior de la guía superior 50 (Figura 3) y bloquear el movimiento vertical adicional de un ejemplo de realización de herramienta, cuando se extiende. Por ejemplo, el rodillo cargado 145 puede colocarse por debajo de una parte superior del ala 115, a una distancia igual a la distancia de depresión requerida para retirar un tubo seco de la guía superior, tal como una distancia igual a la longitud de la perilla 11 (Figura 1) que se debe atravesar para retirar la misma de la guía superior 50. El rodillo cargado 145 puede soportar un ejemplo de realización de herramienta sobre una guía superior, mientras que una estructura de acoplamiento, tal como la horquilla de agarre 125, se puede colocar al nivel del casquillo 13 de tubo 10. (Figuras 1-2). De esta manera, la horquilla de agarre 125 puede mantenerse inicialmente en una posición vertical de manera que encaje con el saliente 13, en virtud de la colocación creada por el rodillo cargado 145 asentado en una guía superior.

En la parte inferior, un brazo de accionamiento de acoplamiento 136 está acoplado a rotación con el tubo neumático 130, tal como a través de una barra de expansión 135. El brazo de accionamiento 136 puede acoplarse, de manera opuesta, con la horquilla de retención 125, la cual, al igual que el bloque 144, puede accionarse transversalmente con la rotación del brazo de accionamiento de acoplamiento 136. Un tope 141 puede evitar la rotación excesiva del brazo

de acoplamiento 136, permitiendo que la horquilla 125 se extienda solo una distancia deseada, tal como la distancia a un tubo seco con el que encaja la horquilla 125.

5 Cuando el cilindro neumático 130 es accionado para expandirse, tal como a través del accionamiento apropiado de las conducciones 132 y/o 131, tal y como se muestra en la Figura 5, el rodillo cargado 145 puede estar en una posición transversal extendida, mientras se está retirando la horquilla de agarre 125. Cuando el cilindro neumático 130 es accionado para contraerse, el rodillo cargado 145 puede rodar hacia atrás como se muestra en la Figura 6, porque el brazo 133 de accionamiento del rodillo se hace girar en el sentido horario, o de giro de las agujas del reloj, mediante la contracción del cilindro 130. De manera similar, la horquilla de agarre 125 puede ser accionada hacia afuera como se muestra en la Figura 6, porque el brazo de accionamiento de acoplamiento 136 también se acciona en sentido horario, tal como a través de la contracción de la barra de expansión 135 al interior del cilindro 130.

10 De esta manera, a medida que la horquilla de agarre 125 se mueve hacia afuera para contactar con un tubo seco, la horquilla 125 y toda la herramienta 100 del ejemplo de realización pueden descender verticalmente a través del rodillo cargado 145, siendo extraídas de una guía superior. De esta forma, la horquilla de agarre 125 puede acoplarse con un tubo seco transversalmente y, a continuación, hacer descender el tubo seco verticalmente por medio del movimiento de un sistema de una realización proporcionada a modo de ejemplo, a fin de hacer funcionar e impulsar la horquilla de agarre 125. De manera similar, la repetición o la inversión la expansión del cilindro 130 puede permitir la extracción transversal y/o la instalación de un tubo seco acoplado con la horquilla de retención 125.

15 La herramienta 100 de retirada de tubo seco del ejemplo de realización puede fabricarse con materiales elásticos que sean compatibles con un entorno de reactor nuclear sin que cambien sustancialmente sus propiedades físicas, tal como que se vuelvan sustancialmente radiactivos, se fundan, se hagan quebradizos o retengan / adsorban partículas radiactivas. Por ejemplo, se pueden elegir diversos materiales estructurales conocidos, incluidos los aceros inoxidables austeníticos 304 o 316, XM-19, aleaciones de circonio, aleaciones de níquel, aleación 600 (Alloy 600), etc. para cualquier elemento de los componentes de la herramienta 100 de la realización proporcionada a modo de ejemplo. La unión de estructuras y de elementos en contacto directo se puede elegir de materiales diferentes y compatibles para evitar incrustaciones.

20 Métodos proporcionados a modo de ejemplo pueden usar herramientas de ejemplos de realización para manipular tubos secos en reactores nucleares sin necesidad de retirar todos los conjuntos combustibles adyacentes a un tubo seco cualquiera. Por ejemplo, una herramienta 100 del ejemplo de realización que se muestra en las Figuras 3 y 4 puede hacerse descender de un puente de operaciones por medio de un cable, una pértiga de manipulación o una grúa, al seno de un reactor inundado, de modo que la herramienta quede completamente sumergida y descienda hasta una posición abierta existente en la guía superior. Si bien es posible que se haya retirado algo de combustible antes de la introducción de la herramienta, no es necesario que el tubo seco de interés esté completamente rodeado de espacio abierto. Por ejemplo, no es necesario retirar un conjunto situado en diagonal y directamente adyacente al tubo seco. La herramienta se puede asentar a través de una rejilla situada en la diagonal de la guía superior desde el conjunto combustible que queda, tal como por medio de unas alas que se asientan a los lados de la guía superior. Una vez asegurado, el retenedor móvil puede extenderse desde la herramienta para contactar con el tubo seco en los métodos proporcionados a modo de ejemplo. Si el tubo seco es como el tubo seco 10 de las Figuras 1 y 2, el retenedor puede hacer descender un émbolo u otro medio de liberación para retirar el tubo seco de su emplazamiento en el núcleo. La herramienta y el tubo seco asegurado a la herramienta por el retenedor pueden ser trasladados y/o retirados del reactor para su colocación o desechado deseados.

30 De manera similar, para la instalación de un tubo seco, pueden invertirse los métodos proporcionados a modo de ejemplo y un nuevo tubo seco o tubo seco de reemplazo puede ser asegurado a herramientas de ejemplos de realización y sumergido hasta su posición en el núcleo sin tener que retirar todo el combustible adyacente. Al bajar el tubo seco al interior de su soporte, hacer descender cualquier émbolo e insertar transversalmente el tubo hasta su posición de guía superior, el tubo puede ser instalado con las realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo. Por supuesto, puede utilizarse un sistema de una realización proporcionada a modo de ejemplo para hacer funcionar e impulsar la herramienta con un cilindro neumático, para un movimiento transversal y vertical combinado a fin de lograr el descenso y la colocación deseados para la instalación y retirada.

35 Habiéndose descrito, de este modo, realizaciones y métodos proporcionados a modo de ejemplo, un experto en la materia apreciará que las realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo pueden variarse y sustituirse mediante experimentación rutinaria sin que estas dejen de estar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, una variedad de diferentes estructuras de reactores que se unen entre sí para obtener configuraciones de flujo directo, son compatibles con los sistemas y elementos de obturación de los ejemplos de realización, simplemente a través del dimensionamiento adecuado de las realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo, y entran dentro del alcance de las reivindicaciones. Tales variaciones no deben considerarse como una desviación del alcance de estas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de herramienta (100) para manejar un tubo seco (10) dentro de un reactor nuclear que incluye una pluralidad de conjuntos combustibles dispuestos bajo una guía superior (50) que tiene una forma de rejilla, dentro del reactor nuclear, de tal manera que el sistema comprende:
- 5 un cuerpo (120); y
- un retenedor movable (125), conformado para asegurarse selectivamente al tubo seco (10) desde la abertura única con el fin de mover el tubo seco (10) sin interferencia con ninguno de los conjuntos combustibles situados en otras aberturas directamente adyacentes al tubo seco (10); de tal modo que el cuerpo (120) comprende:
- 10 una sección transversal adaptada en su forma a la guía superior (50), de manera que el cuerpo se ajusta dentro de un único cuadrante de una abertura existente en la guía superior (50); y
- una pluralidad de alas (115), aseguradas al cuerpo (120);
- caracterizado por que
- la pluralidad de alas (115) están conformadas para ajustarse en torno a dos lados separados de la rejilla, en un extremo superior de la guía superior (50).
- 15 2. El sistema de herramienta (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que se ha dispuesto de manera que las alas (115) son los únicos elementos del sistema de herramienta (100) que se extienden dentro de cualquier abertura de la guía superior (50) que no sea la ocupada por el cuerpo (120), de tal modo que se evita la retirada de los conjuntos combustibles de todas las aberturas adyacentes al tubo seco, excepto la ocupada por el cuerpo (120).
- 20 3. El sistema de herramienta (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que cada una de las alas (115) se extiende en un ángulo de 90 grados entre sí.
4. El sistema de herramienta (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el retenedor movable (125) es una horquilla de agarre que está configurada para moverse transversalmente hacia afuera desde el cuerpo (120) y verticalmente hacia abajo con el fin de desasentar el tubo seco (10) de la guía superior (50).
- 25 5. El sistema de herramienta (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el retenedor movable (125) es impulsado a distancia.
6. El sistema de herramienta (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además:
- 30 un poste de conexión (110), configurado para conectar el sistema de herramienta (100) a un dispositivo de accionamiento situado por encima del reactor, de tal modo que el sistema de herramientas (100) está configurado para ser completamente sumergido en el refrigerante del reactor.
7. El sistema de herramienta (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además:
- 35 un accionador (130), configurado para extender y retraer el retenedor movable (125); y un bloque movable (145), colocado para detener la herramienta (100) en la guía superior (50), de tal manera que el bloque movable (145) es accionado por el accionador (130) simultáneamente con el retenedor movable (125).
8. El sistema de herramienta (100) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las alas están colocadas para detener el sistema de herramienta (100) en una posición vertical más baja que el bloque movable (145), y en el cual el accionador incluye un tubo neumático (130).
9. Un método para manipular un tubo seco (10) dentro de un reactor nuclear, de tal modo el método comprende:
- 40 retirar los conjuntos combustibles directamente adyacentes al tubo seco (10) de modo que al menos un conjunto combustible permanezca directamente adyacente al tubo seco (10);
- insertar una herramienta de manipulación (100) de tubo seco adyacentemente al tubo seco (10), a través de una única abertura de una rejilla de una guía superior (50) existente en el reactor, de la que se ha retirado el conjunto combustible, y opuestamente al al menos un conjunto combustible que queda;
- 45 asegurar un retenedor (125) de la herramienta al tubo seco (10); y
- retirar la herramienta (100) y el tubo seco asegurado (10) de una posición adyacente al al menos un conjunto combustible que queda;
- caracterizado por que;

la herramienta (100) incluye un cuerpo (120) que comprende una sección transversal adaptada en su forma a la guía superior (50), de tal manera que el cuerpo se ajusta dentro de un único cuadrante de una abertura existente en la guía superior (50); y

5 una pluralidad de alas (115), aseguradas al cuerpo (120) y conformadas para ajustarse en torno a dos lados separados de la rejilla, en un extremo superior de la guía superior (50).

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la etapa de inserción incluye hacer descender la herramienta (100) desde por encima del reactor nuclear de modo que la herramienta quede completamente sumergida en el refrigerante del reactor nuclear.

10 11. El método de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que la etapa de retirada incluye hacer descender verticalmente un émbolo (17) sobre el tubo seco (10) para desconectar de forma no destructiva el tubo seco (10) de una guía superior (50) existente en el reactor nuclear, de tal modo que la etapa de hacer descender verticalmente incluye mover verticalmente el retenedor (125) hacia abajo con respecto a un cuerpo (120) de la herramienta (100).

15 12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la etapa de inserción incluye asentar las alas (115) sobre dos lados adyacentes separados de una abertura existente en la guía superior (15).

13. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que cada una de las alas (115) se extiende en un ángulo de 90 grados entre sí.

20 14. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que la etapa de asegurar incluye extender el retenedor (125), en forma de una horquilla de agarre, transversalmente para que se abraze alrededor del tubo seco (10).

25 15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la etapa de asegurar incluye extender transversalmente la horquilla de agarre alrededor de un émbolo (17) susceptible de hacerse descender y perteneciente al tubo seco (10), y bajar verticalmente la horquilla de agarre para hacer descender el émbolo (17), de tal manera que la etapa de descenso vertical incluye extraer un bloque (145) de la herramienta de manipulación (100) del tubo seco, simultáneamente con la extensión de la horquilla, a fin de que la herramienta de manipulación (100) del tubo seco y la horquilla se muevan verticalmente hacia abajo, de forma que tanto la etapa de retirar el bloque (145) como la de extender transversalmente la horquilla de agarre se llevan a cabo con un cilindro neumático (130) que mueve el bloque y la horquilla de agarre.

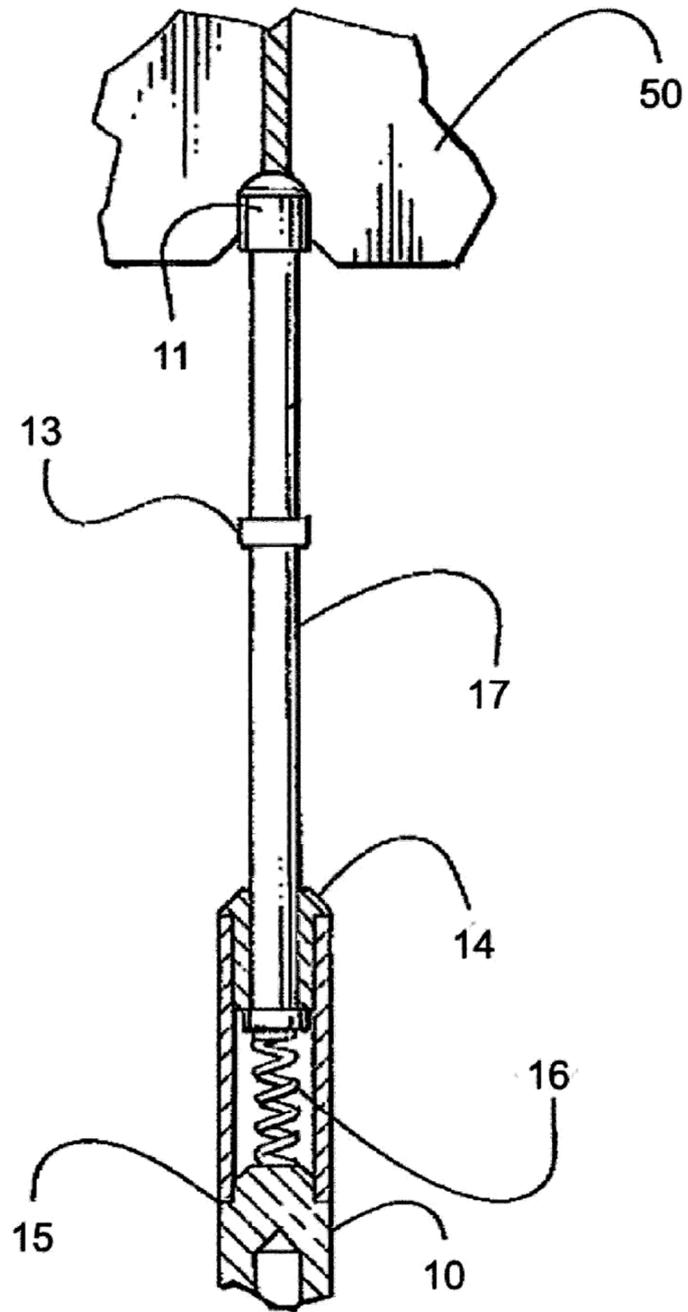


FIG. 1

(Técnica relacionada)

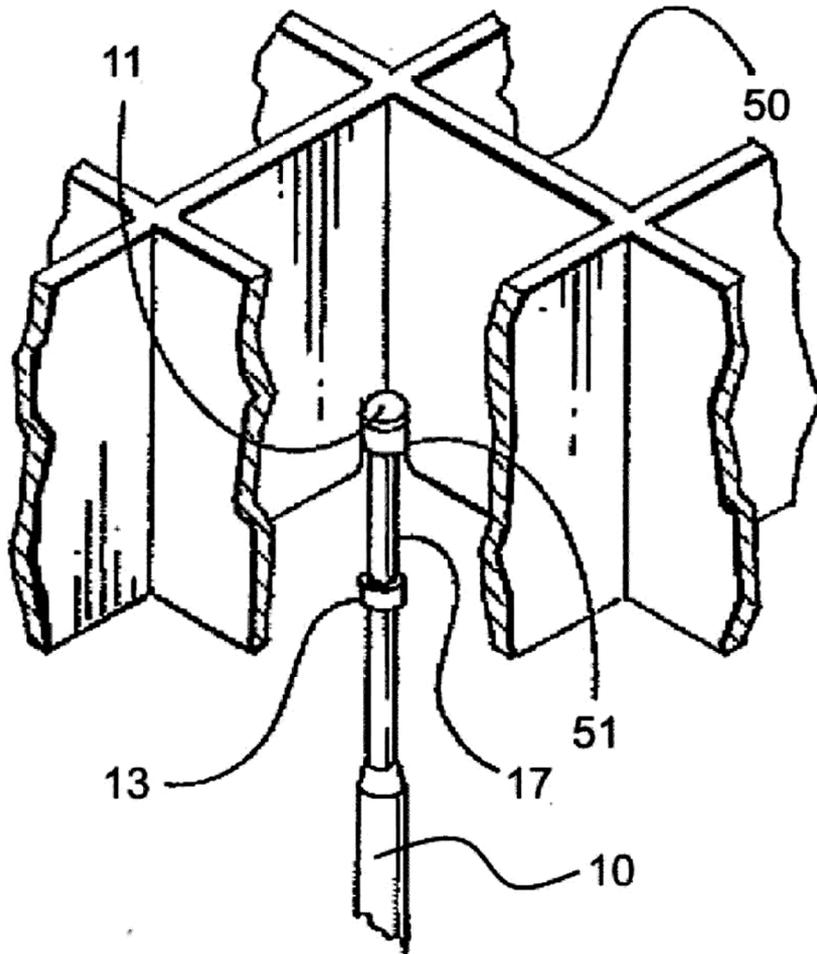


FIG. 2

(Técnica relacionada)

FIG. 3

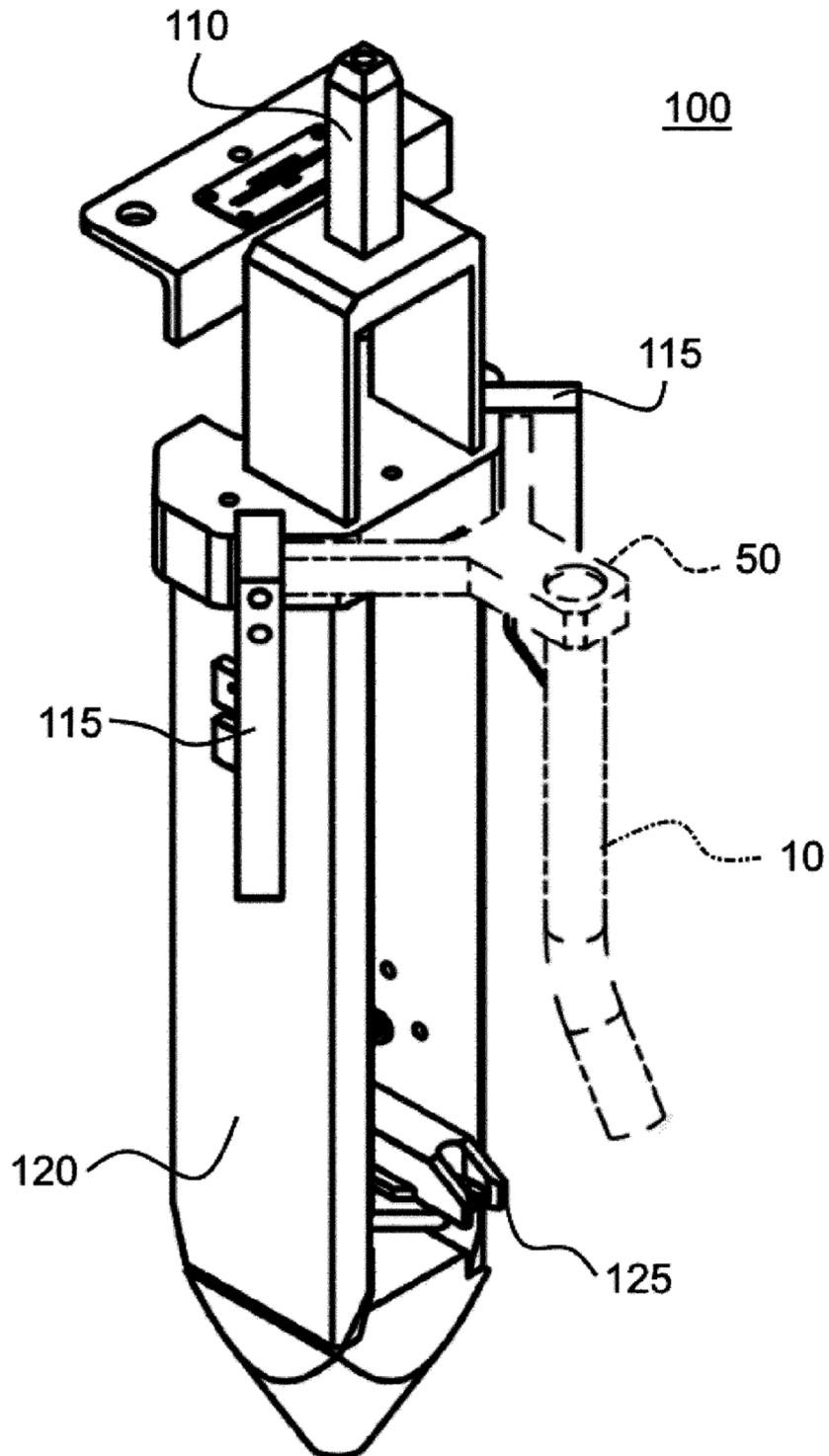
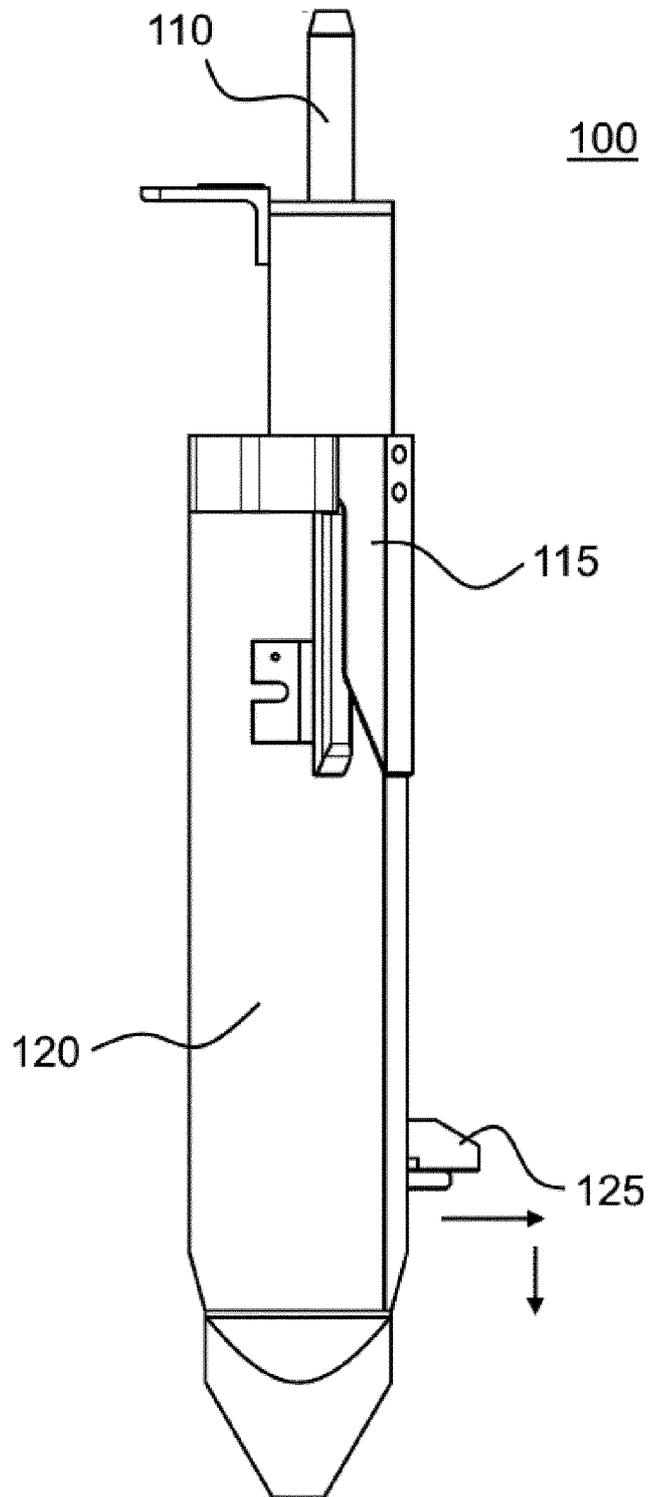


FIG. 4



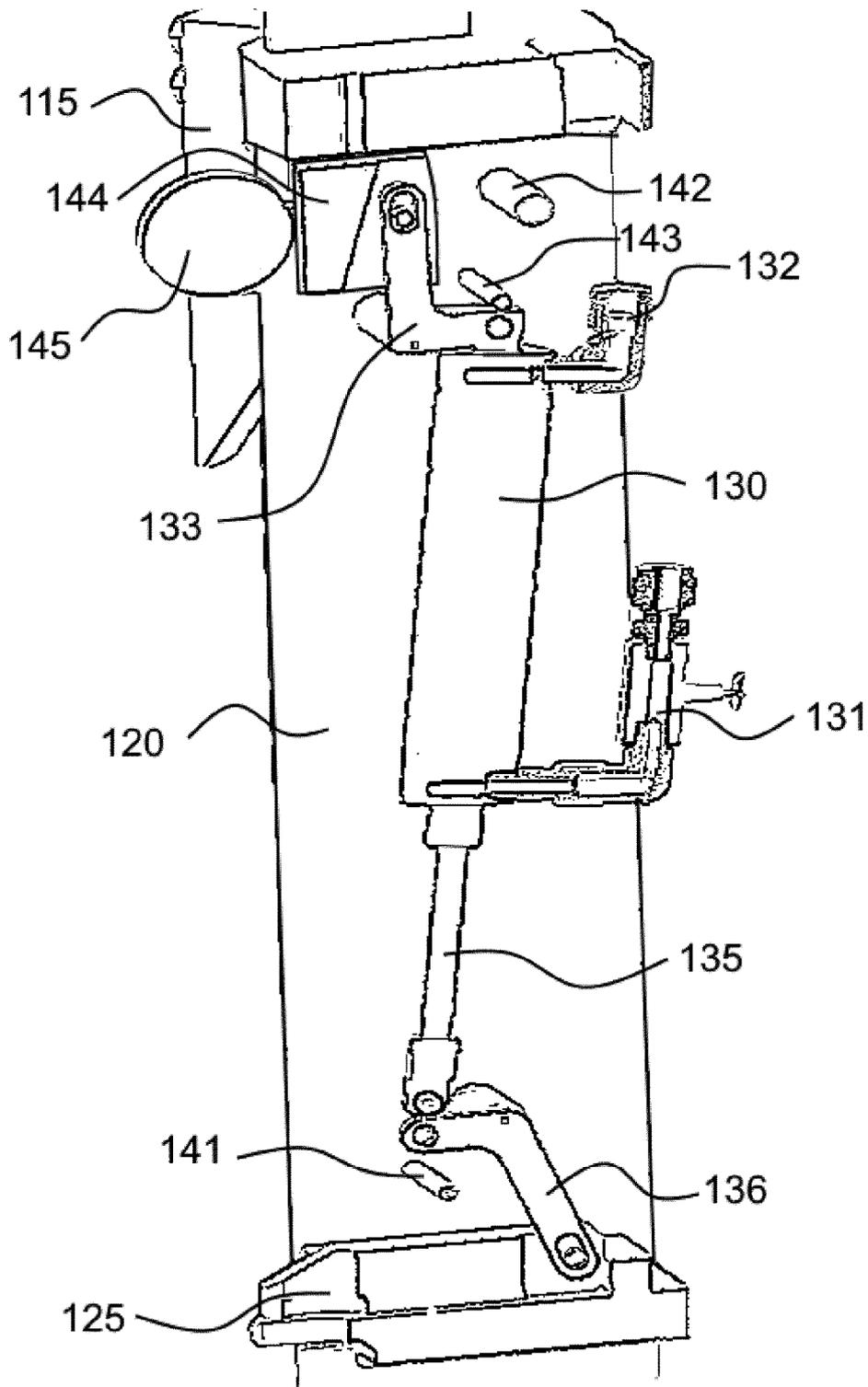


FIG. 5

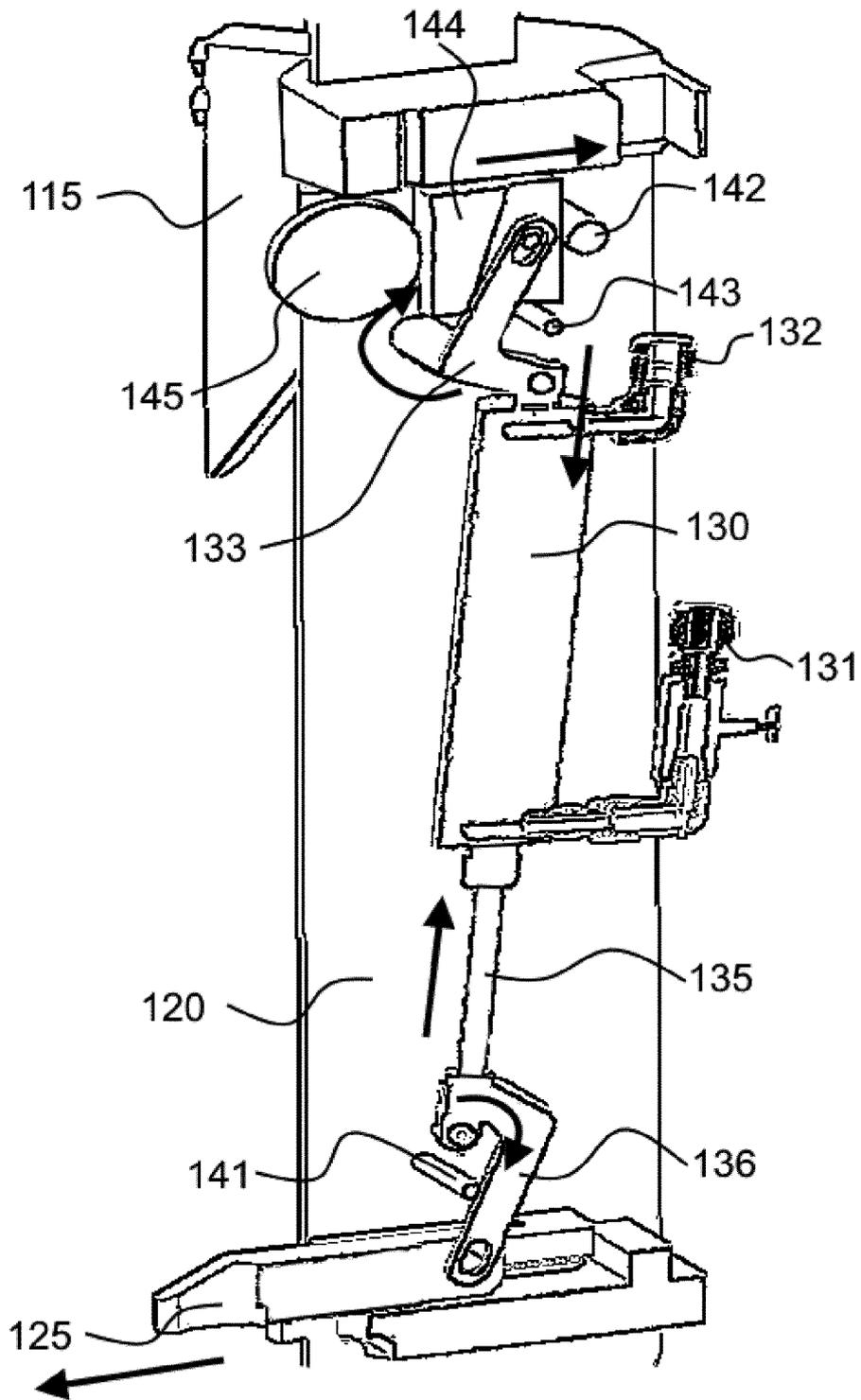


FIG. 6