

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 197**

51 Int. Cl.:

**B24C 1/00** (2006.01)

**B24C 3/32** (2006.01)

**G21C 17/00** (2006.01)

**B24C 1/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2014 PCT/JP2014/051394**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.07.2014 WO14115812**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2014 E 14743538 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 2937171**

54 Título: **Aparato de martillado de chorro de agua y método de martillado de chorro de agua**

30 Prioridad:

**25.01.2013 JP 2013012503**

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

**18.07.2019**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)  
16-5, Konan 2-chome, Minato-ku  
Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**MINAMIYAMA, AKIO;  
NISHITSUJI, YUTAKA;  
OKIMURA, KOJI;  
HINAMI, KAZUYUKI;  
HAMAMOTO, TOMOCHIKA y  
KONNO, TAKAO**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 720 197 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 martillado de chorro de agua y método de martillado de chorro de agua

**5 Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un aparato de martillado de chorro de agua y un método de martillado de chorro de agua usado para reparar una boquilla proporcionada en un recipiente de reactor nuclear y las proximidades del mismo.

10

**Estado de la técnica**

Por ejemplo, una central nuclear que incluye un reactor de agua presurizada (PWR) usa agua ligera como un refrigerante de reactor nuclear y un moderador de neutrones mientras mantiene el agua ligera como agua a alta temperatura y alta presión que no cuece a través de un núcleo del reactor, envía el agua a alta temperatura y alta presión a un generador de vapor para generar un vapor por una operación de intercambio de calor, y envía el vapor a un generador de turbina para generar potencia eléctrica.

15

20

En tal central nuclear, existe la necesidad de inspeccionar periódicamente diversas estructuras del reactor de agua presurizada para asegurar suficiente seguridad o fiabilidad. Luego, cuando se encuentra un problema tras diversas inspecciones, se repara una porción necesaria implicada con el problema. Por ejemplo, en el reactor de agua presurizada, un cuerpo de recipiente de reactor nuclear está provisto de una pluralidad de boquillas de instrumentación que penetran en una placa terminal inferior. Adicionalmente, cada boquilla de instrumentación se forma para que una tubería guía de instrumentación en el núcleo se fije al extremo superior del mismo dentro del reactor y un tubo de conducto se conecte al extremo inferior del mismo fuera del reactor. Luego, un detector de flujo de neutrones capaz de medir un flujo de neutrones es insertable desde la boquilla de instrumentación a un núcleo del reactor (un conjunto de combustible) a través de la tubería guía de instrumentación en el núcleo usando el tubo de conducto.

25

30

La boquilla de instrumentación se forma de manera tal que un cilindro de instrumentación en el núcleo se suelda mientras encaja en un orificio de unión de un cuerpo de recipiente de reactor nuclear. Por ese motivo, existe la posibilidad de que una tensión de tracción pueda permanecer en el cilindro de instrumentación en el núcleo, la porción de soldadura del cilindro de instrumentación en el núcleo y las proximidades del mismo. Por tanto, existe un aumento en la posibilidad de fracturas de corrosión por tensión debido al uso prolongado. En el presente documento, como la técnica relacionada, se conoce una técnica de martillado de chorro de agua que evita las fracturas de corrosión por tensión solucionando una tensión de tracción residual de una superficie por una tensión de compresión residual. En la operación de martillado de chorro de agua, el agua a alta presión que incluye burbujas de aire de cavitación sale a chorros a una superficie de un miembro metálico bajo el agua para solucionar una tensión de tracción residual de la superficie del miembro metálico por una tensión de compresión residual. Como tal un aparato de martillado de chorro de agua, por ejemplo, se divulga más adelante en la bibliografía de patente 1.

35

40

El documento JP H09-136261 A divulga un aparato de martillado de chorro de agua. El aparato comprende una cubierta móvil que es capaz de disponerse alrededor de una canalización con un hueco entremedias. Una cabeza de colocación se coloca dentro de la cubierta adyacente al extremo de la canalización. Una boquilla proporcionada con agua a alta presión es móvil dentro de la cubierta. La cubierta comprende un puerto de escape para descargar el agua.

45

**Lista de referencias****Bibliografía de patentes**

50

Bibliografía de Patente 1: JP 2006-201141 A

**Objeto de la invención****55 Problema técnico**

Casualmente, en un caso donde se realiza la operación de martillado de chorro de agua en la superficie interior de la boquilla de instrumentación (el cilindro de instrumentación en el núcleo), un detector de flujo de neutrones que se dispone dentro de la boquilla de instrumentación se extrae por una longitud predeterminada al exterior (la porción inferior) a través de un tubo de conducto junto con un tubo de dedal. Sin embargo, cuando se realiza la operación de martillado de chorro de agua en la superficie interior del cilindro de instrumentación en el núcleo, la presión del cilindro de instrumentación en el núcleo aumenta debido al agua a alta presión expulsada a chorros, y se presiona un detector de flujo de neutrones adicionalmente por la presión de agua. En consecuencia, surge el problema de que el tubo de dedal se mueve para salir a una cámara de almacenamiento.

60

65

La invención se realiza para solucionar los problemas antes descritos, y un objeto de la misma es proporcionar un

aparato de martillado de chorro de agua y un método de martillado de chorro de agua capaz de mejorar la seguridad de una operación evitando que un tubo de dedal se salga debido a una operación de martillado de chorro de agua.

**Solución al problema**

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un aparato de martillado de chorro de agua incluye: un cilindro de sujeción que es capaz de disponerse en el lado periférico exterior de una boquilla de instrumentación con un hueco predeterminado entremedias; un mecanismo de sujeción que es capaz de fijar el cilindro de sujeción a la boquilla de instrumentación; un miembro de colocación que tiene una forma cilíndrica, se proporciona dentro del cilindro de sujeción, y se coloca en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación; una boquilla WJP de superficie interior que es móvil hacia arriba y hacia abajo dentro del miembro de colocación; y un orificio de drenaje que penetra radialmente en el miembro de colocación.

15 En consecuencia, el miembro de colocación se proporciona en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación dentro del cilindro de sujeción, y el orificio de drenaje se proporciona para penetrar radialmente en el miembro de colocación. En consecuencia, cuando el agua a alta presión que incluye burbujas de aire de cavitación sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior a la superficie interior de la boquilla de instrumentación bajo el agua, la tensión de tracción residual de la superficie interior de la boquilla de instrumentación se soluciona por la tensión de compresión residual, y el agua a alta presión expulsada a chorros se descarga desde el orificio de drenaje del miembro de colocación mientras no da sustancialmente ninguna acción en el detector de flujo de neutrones. En consecuencia, es posible mejorar la seguridad de la operación evitando que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

25 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, el miembro de colocación incluye una porción cilíndrica y una porción de brida proporcionada en el extremo inferior de la porción cilíndrica, y una pluralidad de los orificios de drenaje se proporciona en la porción de brida en el mismo intervalo en la dirección circunferencial.

30 En consecuencia, ya que la pluralidad de orificios de drenaje se proporciona en la porción de brida del miembro de colocación en el mismo intervalo en la dirección circunferencial, el agua a alta presión que sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior se descarga de forma muy eficaz desde la pluralidad de orificios de drenaje, y por tanto el rendimiento de drenaje puede mejorar.

35 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, se coloca el miembro de colocación en una posición que contacta con el extremo superior de la boquilla de instrumentación.

40 En consecuencia, ya que se coloca el miembro de colocación en una posición que contacta con el extremo superior de la boquilla de instrumentación, el miembro de colocación y la boquilla de instrumentación se disponen sin ningún hueco entremedias, y por tanto el agua a alta presión que sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior puede conducirse apropiadamente a la pluralidad de orificios de drenaje.

45 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, se proporciona un dispositivo de detección que detecta un estado donde el miembro de colocación se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación.

50 En consecuencia, ya que el dispositivo de detección detecta un estado donde el miembro de colocación se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación, el aparato de martillado de chorro de agua puede colocarse de forma muy precisa en la boquilla de instrumentación.

55 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, el dispositivo de detección incluye una varilla de detección que se soporta por el cilindro de sujeción para ser móvil hacia arriba y hacia abajo y de la que el extremo inferior puede contactar directa o indirectamente con el extremo superior de la boquilla de instrumentación y un detector que detecta la posición arriba y abajo de la varilla de detección.

60 En consecuencia, cuando el extremo inferior de la varilla de detección soportada por el cilindro de sujeción para ser móvil hacia arriba y hacia abajo contacta directa o indirectamente con el extremo superior de la boquilla de instrumentación, el detector detecta la posición de la varilla de detección, y por tanto el aparato de martillado de chorro de agua puede colocarse de forma muy precisa en la boquilla de instrumentación con una simple configuración.

65 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, el miembro de colocación incluye una pieza de operación que se soporta por el cilindro de sujeción para ser móvil hacia arriba y hacia abajo y poder entrar en contacto superficial con la superficie terminal superior de la boquilla de instrumentación, y la varilla de detección es móvil hacia arriba y hacia abajo mediante la pieza de operación.

En consecuencia, cuando la pieza de operación del miembro de colocación entra en contacto superficial con la superficie terminal superior de la boquilla de instrumentación, la varilla de detección se mueve, y el movimiento del

miembro de colocación a una posición predeterminada se detecta de forma muy precisa. En consecuencia, el aparato de martillado de chorro de agua puede colocarse de forma muy precisa en la boquilla de instrumentación.

5 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, la varilla de detección se dispone fuera del miembro de colocación.

10 En consecuencia, la boquilla WJP de superficie interior se mueve hacia arriba y hacia abajo dentro del miembro de colocación, y la varilla de detección se dispone fuera del miembro de colocación. En consecuencia, la varilla de detección no perturba el movimiento hacia arriba y abajo de la boquilla WJP de superficie interior, y por tanto puede realizarse la operación estable de martillado de chorro de agua.

15 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, un extremo de un tubo de conducto se conecta a la boquilla de instrumentación, y el otro extremo del mismo se extiende a una cámara de supervisión para conectarse allí y un tubo de dedal con un detector de flujo de neutrones unido al extremo delantero del mismo se inserta desde el otro extremo del tubo de conducto, y es insertable en un recipiente del reactor nuclear a través de la boquilla de instrumentación, y se proporciona un dispositivo de fijación que no permite que el extremo del tubo de dedal se extraiga del otro extremo del tubo de conducto para ser móvil con respecto al tubo de conducto.

20 En consecuencia, ya que el dispositivo de fijación fija de forma inmóvil el tubo de dedal extraído desde el otro extremo del tubo de conducto, es posible evitar que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

25 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, el dispositivo de fijación incluye una primera plantilla de fijación que se fija al tubo de conducto que se extiende a la cámara de supervisión, una segunda plantilla de fijación que se fija al extremo del tubo de dedal extraído desde el otro extremo del tubo de conducto, y un miembro de conexión que suprime la separación de la primera plantilla de fijación y la segunda plantilla de fijación.

30 En consecuencia, es posible evitar fácilmente que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua con una simple configuración.

Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, se proporciona un dispositivo de supervisión que supervisa el estado fijo del tubo de dedal y el tubo de conducto.

35 En consecuencia, ya que el estado fijo del tubo de dedal y el tubo de conducto se supervisa por el dispositivo de supervisión, es posible evitar que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

40 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un método de martillado de chorro de agua incluye: disponer un cilindro de sujeción en el lado periférico exterior de una boquilla de instrumentación con un hueco predeterminado entremedias; fijar un miembro de colocación proporcionado en el cilindro de sujeción en la boquilla de instrumentación en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación; mover una boquilla WJP de superficie interior hacia abajo a la boquilla de instrumentación a través del cilindro de sujeción y a través del miembro de colocación; soltar a chorros agua a alta presión a una superficie interior de la boquilla de instrumentación moviendo la boquilla WJP de superficie interior hacia abajo en un estado de rotación mientras el agua a alta presión incluyendo burbujas de aire de cavitación sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior; y descargar el agua a alta presión expulsada a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior al exterior desde un orificio de drenaje proporcionado en el miembro de colocación.

45 En consecuencia, cuando el agua a alta presión que incluye burbujas de aire de cavitación sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior a la superficie interior de la boquilla de instrumentación bajo el agua, la tensión de tracción residual de la superficie interior de la boquilla de instrumentación se soluciona por la tensión de compresión residual, y el agua a alta presión expulsada a chorros se descarga desde el orificio de drenaje del miembro de colocación mientras no da sustancialmente ninguna acción en el detector de flujo de neutrones. En consecuencia, es posible mejorar la seguridad de la operación evitando que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

50 Ventajosamente, en el método de martillado de chorro de agua, el agua a alta presión sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior mientras no es móvil un tubo de dedal extraído al exterior desde la boquilla de instrumentación a través de un tubo de conducto.

60 En consecuencia, es posible evitar que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

65 Ventajosamente, en el aparato de martillado de chorro de agua, el estado fijo del tubo de dedal y el tubo de conducto se supervisa cuando el agua a alta presión sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior a la superficie interior de la boquilla de instrumentación.

En consecuencia, es posible evitar que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

**Efectos ventajosos de la invención**

5 De acuerdo con el aparato de martillado de chorro de agua y el método de martillado de chorro de agua de la invención, el miembro de colocación se proporciona para colocarse en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación dentro del cilindro de sujeción y el orificio de drenaje se proporciona para penetrar radialmente en el miembro de colocación. Por tanto, es posible mejorar la seguridad de la operación evitando que el tubo de dedal se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

**Descripción de las figuras**

15 La figura 1 es una vista en sección longitudinal que ilustra un dispositivo de sujeción de un aparato de martillado de chorro de agua según una primera realización de la invención.  
 La figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II de la figura 1.  
 La figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea III-III de la figura 1.  
 La figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra una acción de martillado de chorro de agua para una superficie interior.  
 20 La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra un dispositivo de detección del aparato de martillado de chorro de agua.  
 La figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra una acción del dispositivo de detección.  
 La figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra un estado donde se proporciona el aparato de martillado de chorro de agua.  
 25 La figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra una porción inferior de un recipiente del reactor nuclear.  
 La figura 9 es una vista superior que ilustra la porción inferior del recipiente del reactor nuclear.  
 La figura 10 es una vista delantera que ilustra el aparato de martillado de chorro de agua.  
 La figura 11 es un diagrama de configuración esquemática de una central nuclear.  
 La figura 12 es una vista en sección longitudinal que ilustra un reactor de agua presurizada.  
 30 La figura 13 es una vista en sección transversal que ilustra una boquilla de instrumentación de un recipiente del reactor nuclear.  
 La figura 14 es una vista en sección longitudinal que ilustra un dispositivo de sujeción de un aparato de martillado de chorro de agua según una segunda realización de la invención.  
 La figura 15 es un diagrama esquemático que ilustra una acción de un dispositivo de detección.  
 35 La figura 16 es un diagrama esquemático que ilustra una configuración completa de un aparato de martillado de chorro de agua según una tercera realización de la invención.  
 La figura 17 es un diagrama esquemático que ilustra un dispositivo de fijación.  
 La figura 18 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea XVIII-XVIII de la figura 17.

**40 Descripción detallada de la invención**

De aquí en adelante, se describirán en detalle las realizaciones preferentes de un aparato de martillado de chorro de agua y un método de martillado de chorro de agua según la invención en referencia a los dibujos adjuntos. Así mismo, la invención no se limita a la realización. Adicionalmente, cuando se proporciona una pluralidad de realizaciones, las realizaciones pueden combinarse entre sí. El alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Primera realización

50 La figura 11 es un diagrama de configuración esquemática de una central nuclear, la figura 12 es una vista en sección longitudinal que ilustra un reactor de agua presurizada, y la figura 13 es una vista en sección transversal que ilustra una boquilla de instrumentación de un recipiente del reactor nuclear.

55 Un reactor nuclear de la primera realización es un reactor de agua presurizada que usa agua ligera como un refrigerante de reactor nuclear y un moderador de neutrones mientras mantiene el agua ligera como agua a alta temperatura y alta presión que no cuece a través de un núcleo del reactor, envía el agua a alta temperatura y alta presión a un generador de vapor para generar un vapor para una operación de intercambio de calor, y envía el vapor a un generador de turbina para generar potencia eléctrica.

60 En una central nuclear que incluye el reactor de agua presurizada de la primera realización, tal y como se ilustra en la figura 11, una contención 11 acomoda un reactor de agua presurizada 12 y un generador de vapor 13 en su interior. En el presente documento, el reactor de agua presurizada 12 y el generador de vapor 13 se conectan a una tubería de suministro de lado de alta temperatura 14 a través de una tubería de suministro de lado de baja temperatura 15, la tubería de suministro de lado de alta temperatura 14 está provista de un presurizador 16, y la tubería de suministro de lado de baja temperatura 15 está provista de una bomba de agua de enfriamiento primaria 17. En este caso, el agua ligera se usa como un moderador y agua de enfriamiento primario (refrigerante), y un

sistema de enfriamiento primario se controla en un estado de alta presión de aproximadamente 15198 a 16212 kPa (150 a 160 atm) por el presurizador 16 para evitar que el agua de enfriamiento primario hierva en el núcleo del reactor.

- 5 En consecuencia, en el reactor de agua presurizada 12, el agua ligera como el agua de enfriamiento primario se calienta por uranio enriquecido bajo o MOX como combustible (un combustible atómico), y el agua de enfriamiento primario a alta temperatura se envía al generador de vapor 13 mediante la tubería de suministro de lado de alta temperatura 14 mientras se mantiene a una presión alta predeterminada por el presurizador 16. En el generador de vapor 13, el agua de enfriamiento primario que se enfría por una operación de intercambio de calor entre el agua de enfriamiento primario de alta temperatura y alta presión y el agua de enfriamiento secundario vuelve al reactor de agua presurizada 12 mediante la tubería de suministro de lado de baja temperatura 15.

- 15 El generador de vapor 13 se conecta a una turbina de vapor 32 mediante una tubería 31 que suministra el agua de enfriamiento secundario calentada, es decir, vapor, y la tubería 31 está provista de una válvula de aislamiento de vapor principal 33. La turbina de vapor 32 incluye una turbina de alta presión 34 y una turbina de baja presión 35, y se conecta a un generador (un dispositivo de generación) 36. Adicionalmente, un calentador de separación de humedad 37 se proporciona entre la turbina de alta presión 34 y la turbina de baja presión 35. En el presente documento, una tubería de ramificación de agua de enfriamiento 38 que se ramifica desde la tubería 31 se conecta al calentador de separación de humedad 37, la turbina de alta presión 34 y el calentador de separación de humedad 37 se conectan entre sí por una tubería de recalentamiento de baja temperatura 39, y el calentador de separación de humedad 37 y la turbina de baja presión 35 se conectan entre sí por una tubería de recalentamiento de alta temperatura 40.

- 25 Adicionalmente, la turbina de baja presión 35 de la turbina de vapor 32 incluye un condensador 41. En el presente documento, el condensador 41 se conecta a una tubería de derivación de turbina 43 que se extiende desde la tubería 31 e incluye una válvula de derivación 42, y se conecta a una tubería de entrada de agua 44 y una tubería de drenaje 45 que suministran y descargan el agua de enfriamiento (por ejemplo, agua marina). La tubería de entrada de agua 44 incluye una bomba de agua de circulación 46 y el otro extremo de la misma se dispone bajo el mar junto con la tubería de drenaje 45.

- 30 Luego, el condensador 41 está conectado a una tubería 47, una bomba de condensado 48, un condensador grande 49, un dispositivo de desalación de agua condensada 50, una bomba intensificadora de condensado 51 y un calentador de agua de suministro a baja presión 52. Adicionalmente, la tubería 47 se conecta a un desaireador 53 y está provista de una bomba de suministro de agua 54, un calentador de agua de suministro a alta presión 55 y una válvula de control de suministro de agua 56.

- 40 En consecuencia, en el generador de vapor 13, el vapor que se genera por la operación de intercambio de calor con respecto al agua de enfriamiento primario a alta temperatura y alta presión se envía a la turbina de vapor 32 (desde la turbina de alta presión 34 a la turbina de baja presión 35) mediante la tubería 31. Luego, la turbina de vapor 32 se acciona por el vapor para que el generador 36 genere potencia eléctrica. En este momento, el vapor que se envía desde el generador de vapor 13 se usa para accionar la turbina de alta presión 34, pasa por el calentador de separación de humedad 37 para que el vapor se caliente mientras se retira una humedad contenida en el vapor, y se usa para accionar la turbina de baja presión 35. Luego, el vapor que se ha usado para accionar la turbina de vapor 32 se enfría hasta agua condensada por el agua marina en el condensador 41, y se devuelve al generador de vapor 13 a través del condensador grande 49, el dispositivo de desalación de agua condensada 50, el calentador de agua de suministro a baja presión 52, el desaireador 53, el calentador de agua de suministro a alta presión 55 y similares.

- 50 En el reactor de agua presurizada 12 de la central nuclear con tal configuración, tal y como se ilustra en la figura 12, un recipiente de reactor nuclear 61 incluye un cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 y una cabeza de recipiente de reactor nuclear (una placa terminal superior) 63 unida a la porción superior del mismo por lo que una estructura en el núcleo se inserta en su interior, y la cabeza de recipiente de reactor nuclear 63 se fija al cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 por una pluralidad de pernos prisioneros 64 y una pluralidad de tuercas 65 para abrirse y cerrarse.

- 55 El cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 tiene una forma cilíndrica de la que la porción superior puede abrirse por la separación de la cabeza de recipiente de reactor nuclear 63 y la porción inferior se forma en una forma semiesférica mientras se cierra por una placa terminal inferior 66. Luego, la porción superior del cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 está provista de una boquilla de entrada (una boquilla de introducción) 67 que suministra el agua ligera (refrigerante) como el agua de enfriamiento primario y una boquilla de salida (una boquilla de extracción) 68 que descarga el agua ligera. Adicionalmente, el cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 está provisto de una boquilla de inyección de agua (una boquilla de inyección de agua) (no se ilustra) por separado de la boquilla de entrada 67 y la boquilla de salida 68.

- 65 En el interior del cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62, una placa de soporte de núcleo superior 69 se fija a una porción sobre la boquilla de entrada 67 y la boquilla de salida 68 y una placa de soporte de núcleo inferior 70 se fija para ubicarse en las proximidades de la placa terminal inferior 66. La placa de soporte de núcleo superior 69 y la

placa de soporte de núcleo inferior 70 se forman con forma de disco y están provistas de una pluralidad de orificios de flujo (no se ilustran). Luego, la placa de soporte de núcleo superior 69 se conecta a una placa de núcleo superior 72 provista de una pluralidad de orificios de flujo (no se ilustran) por debajo mediante una pluralidad de varillas de soporte de núcleo del reactor 71.

5 Un tambor de núcleo 73 que tiene una forma cilíndrica se dispone dentro del cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 con un hueco predeterminado con respecto a la superficie de pared interior. Adicionalmente, la porción superior del tambor de núcleo 73 se conecta a la placa de núcleo superior 72, y la porción inferior del mismo se conecta a una placa de núcleo inferior 74 con forma de disco y una pluralidad de orificios de flujo (no se muestran) formados en su interior. Luego, la placa de núcleo inferior 74 se soporta por la placa de soporte de núcleo inferior 70. Es decir, el tambor de núcleo 73 se soporta en estado suspendido en la placa de soporte de núcleo inferior 70 del cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62.

15 Un núcleo del reactor 75 se forma por la placa de núcleo superior 72, el tambor de núcleo 73 y la placa de núcleo inferior 74, y el núcleo del reactor 75 tiene una pluralidad de conjuntos de combustible 76 dispuestos en su interior. Aunque no se ilustra en los dibujos, cada uno de los conjuntos de combustible 76 se forma uniendo una pluralidad de varillas de combustible en forma de rejilla por una rejilla de soporte. En el presente documento, la boquilla superior se fija al extremo superior, y la boquilla inferior se fija al extremo inferior. Adicionalmente, el núcleo del reactor 75 tiene una pluralidad de varillas de control 77 dispuestas en su interior. La pluralidad de varillas de control 20 77 se forma como un grupo de varillas de control 78 mientras los extremos superiores se disponen uniformemente, y es insertable en el conjunto de combustible 76. En la placa de soporte de núcleo superior 69, una pluralidad de tuberías guía de grupo de varillas de control 79 se fija mientras penetran en la placa de soporte de núcleo superior 69 y cada tubería guía de grupo de varillas de control 79 se forma por lo que el extremo inferior del mismo se extiende al grupo de varillas de control 78 dentro del conjunto de combustible 76.

25 La porción superior de la cabeza de recipiente de reactor nuclear 63 que constituye el recipiente de reactor nuclear 61 se forma en forma semiesférica, y un mecanismo de accionamiento de varillas de control de tipo gato magnético 80 se acomoda en un alojamiento 81 que se integra con la cabeza de recipiente de reactor nuclear 63. La pluralidad de tuberías guía de grupo de varillas de control 79 se forma por lo que los extremos superiores de las mismas se extienden al mecanismo de accionamiento de varillas de control 80, y unos árboles de accionamiento de grupo de varillas de control 82 que se extienden desde el mecanismo de accionamiento de varillas de control 80 se extienden a los conjuntos de combustible 76 mientras pasan por el interior de las tuberías guía de grupo de varillas de control 79, agarrando así el grupo de varillas de control 78.

30 El mecanismo de accionamiento de varillas de control 80 se extiende en la dirección vertical para conectarse al grupo de varillas de control 78, y un árbol de accionamiento de grupo de varillas de control 82 del que la superficie está provista de una pluralidad de hendiduras circunferenciales formadas con paso igual en la dirección longitudinal se mueve en la dirección vertical por el gato magnético, controlando así la salida del reactor nuclear.

35 Además, el cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 está provisto de una pluralidad de boquillas de instrumentación 83 que penetra en la placa terminal inferior 66, y cada una de las boquillas de instrumentación 83 se forma por lo que el extremo superior dentro del reactor se conecta a una tubería guía de instrumentación en el núcleo 84 y el extremo inferior fuera del reactor se conecta a un tubo de conducto 85. En cada tubería guía de instrumentación en el núcleo 84, el extremo superior se conecta a la placa de soporte de núcleo inferior 70 y las placas de conexión superior e inferior 86 y 87 para suprimir una vibración se conectan a las tuberías guía de instrumentación en el núcleo. Un tubo de dedal 88 se proporciona con un detector de flujo de neutrones (no ilustrado) capaz de medir un flujo de neutrones, y es insertable en el conjunto de combustible 76 mientras penetra en la placa de núcleo inferior 74 desde el tubo de conducto 85 a lo largo de la boquilla de instrumentación 83 y la tubería guía de instrumentación en el núcleo 84.

40 En consecuencia, la fisión nuclear dentro del núcleo del reactor 75 se controla de manera que el árbol de accionamiento de grupo de varillas de control 82 se mueve mediante el mecanismo de accionamiento de varillas de control 80 para extraer la varilla de control 77 del conjunto de combustible 76 por una cantidad predeterminada. Luego, el agua ligera cargada en el recipiente de reactor nuclear 61 se calienta por la energía térmica generada, y el agua ligera a alta temperatura se descarga de la boquilla de salida 68 para enviarse al generador de vapor 13 como se describió antes. Es decir, los neutrones se descargan por la fisión nuclear del combustible atómico que forma el conjunto de combustible 76, y el agua ligera como el moderador y el agua de enfriamiento primario disminuye la energía de movimiento de los neutrones de alta velocidad descargados para formar neutrones térmicos. En consecuencia, puede ocurrir fácilmente una nueva fisión nuclear, y el calor generado se retira y enfría. Mientras tanto, cuando la varilla de control 77 se inserta en el conjunto de combustible 76, puede ajustarse el número de neutrones generados dentro del núcleo del reactor 75. Adicionalmente, cuando toda la varilla de control 77 se inserta en el conjunto de combustible 76, el reactor nuclear puede detenerse de emergencia.

45 Adicionalmente, el recipiente de reactor nuclear 61 se forma para que un pleno superior 89 que se comunica con la boquilla de salida 68 se proporcione sobre el núcleo del reactor 75 y un pleno inferior 90 se proporcione por debajo. Luego, Una porción de bajante 91 que se comunica con la boquilla de entrada 67 y el pleno inferior 90 se forma

- entre el recipiente de reactor nuclear 61 y el tambor de núcleo 73. En consecuencia, el agua ligera fluye desde la boquilla de entrada 67 en el cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62, fluye hacia abajo a la porción de bajante 91, alcanza el pleno inferior 90, se eleva mientras se guía hacia arriba por la superficie interior esférica del plano inferior 90, pasa por la placa de soporte de núcleo inferior 70 y la placa de núcleo inferior 74 y fluye en el núcleo del reactor
- 5 75. El agua ligera que fluye en el núcleo del reactor 75 aumenta de temperatura mientras enfría el conjunto de combustible 76 absorbiendo la energía térmica generada desde el conjunto de combustible 76 que constituye el núcleo del reactor 75, pasa por la placa de núcleo superior 72, se eleva al pleno superior 89 y se descarga a través de la boquilla de salida 68.
- 10 En el recipiente de reactor nuclear 61 con tal configuración, tal y como se ilustra en la figura 13, la boquilla de instrumentación 83 se forma de manera que un cilindro de instrumentación en el núcleo 95 encaja en un orificio de unión 96 formado en la placa terminal inferior 66 del cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 y el extremo superior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95 se fija a la superficie interior (una porción de soldadura de hendidura 97) de la placa terminal inferior 66 por soldadura. El cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 se forma por
- 15 soldadura a tope de acero inoxidable a la superficie interior de acero de aleación baja, y el cilindro de instrumentación en el núcleo 95 de aleación de níquel se suelda al cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62 por aleación de níquel (como la porción de soldadura de hendidura 97) mientras encaja en el orificio de unión 96 del cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62.
- 20 Por ese motivo, existe la posibilidad de que una tensión de tracción pueda permanecer en el cilindro de instrumentación en el núcleo 95, la porción de soldadura de hendidura 97 y las proximidades de los mismos. Por tanto, existe un aumento en la posibilidad de fracturas de corrosión por tensión debido al uso prolongado. En el presente documento, las fracturas de corrosión por tensión se evitan solucionando la tensión de tracción residual de la superficie usando la tensión de compresión residual mediante un aparato de martillado de chorro de agua (WJP)
- 25 como un aparato de reparación de reactor nuclear. El aparato de martillado de chorro de agua se usa para solucionar la tensión de tracción residual de la superficie del miembro metálico por la tensión de compresión residual expulsando a chorros agua a alta presión incluyendo burbujas de aire de cavitación a la superficie del miembro metálico bajo el agua.
- 30 Luego, en un caso donde la tensión de tracción residual de la superficie de la placa terminal inferior 66 se soluciona por la tensión de compresión residual mediante el aparato de martillado de chorro de agua, se realiza la operación de martillado de chorro de agua mientras el aparato de martillado de chorro de agua se une a la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95).
- 35 La figura 1 es una vista en sección longitudinal que ilustra un dispositivo de sujeción del aparato de martillado de chorro de agua según la primera realización de la invención, la figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II de la figura 1, la figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea III-III de la figura 1, la figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra una acción de martillado de chorro de agua para una superficie interior, la figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra un dispositivo de detección del aparato de
- 40 martillado de chorro de agua, la figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra una acción del dispositivo de detección, la figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra un estado donde se proporciona el aparato de martillado de chorro de agua, la figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra una porción inferior de un recipiente del reactor nuclear, la figura 9 es una vista superior que ilustra la porción inferior del recipiente del reactor nuclear, y la figura 10 es una vista delantera que ilustra el aparato de martillado de chorro de agua.
- 45 En la primera realización, tal y como se ilustra en la figura 7, un aparato de martillado de chorro de agua 101 se fija a la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) proporcionada en la placa terminal inferior (la porción semiesférica) 66 del recipiente de reactor nuclear 61 (el cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62). Es decir, en la central nuclear, un edificio de reactor nuclear (no se ilustra) está provisto de un suelo de trabajo
- 50 121, se proporciona una cavidad 122 bajo el suelo de trabajo 121 y el agua de enfriamiento se almacena en la cavidad 122. El recipiente de reactor nuclear 61 se dispone dentro de la cavidad 122 mientras se soporta en un estado suspendido.
- El edificio de reactor nuclear está provisto de una grúa de viaje elevada 123, y un gancho 124 es móvil y móvil hacia
- 55 arriba y hacia abajo en dos direcciones que cruzan la dirección horizontal. Adicionalmente, un par de raíles guía 125 se disponen en ambos lados de la cavidad 122 en el edificio de reactor nuclear, y una grúa de movimiento 126 se soporta para ser móvil. La grúa de movimiento 126 está provista de un elevador eléctrico 127 que es móvil en una dirección (en la figura 7, la dirección izquierda y derecha) de la dirección horizontal y la otra dirección (en la figura 7, la dirección arriba y abajo perpendicular al papel de dibujo) cruza (es perpendicular a) una dirección de la dirección
- 60 horizontal. Luego, el elevador eléctrico 127 incluye un gancho 128 que es móvil hacia arriba y abajo en la dirección vertical.
- Un poste de instalación 111 es un miembro alargado, y tiene una longitud predeterminada. En el presente documento, el aparato de martillado de chorro de agua 101 es conectable al extremo inferior del mismo. El poste de
- 65 instalación 111 incluye una pluralidad de postes divididos, y los postes divididos pueden acoplarse entre sí mientras las porciones de brida se acoplan entre sí por una pluralidad de pernos de oscilación en un estado de contacto

cercano. Adicionalmente, en la realización, el poste de instalación 111 se usa como la plantilla de instalación del aparato de martillado de chorro de agua 101, pero la invención no se limita a esta configuración. Por ejemplo, un alambre, un cable o una cuerda pueden usarse.

5 Adicionalmente, tal y como se ilustra en las figuras 8 y 9, el recipiente de reactor nuclear 61 se soporta por una estructura de hormigón 131 proporcionada en un suelo firme tal como roca sólida. El recipiente de reactor nuclear 61 se dispone en una porción cilíndrica 132 proporcionada en la estructura de hormigón 131 y se soporta en un estado suspendido. Luego, la estructura de hormigón 131 se ubica en la porción inferior del recipiente de reactor nuclear 61 y está provista de una cámara de canalización de tubo de dedal 133. La pluralidad de tubos de conducto 85 se  
10 curvan para extraerse alrededor de la cámara de canalización de tubo de dedal 133 mientras unos extremos se conectan a la boquilla de instrumentación 83 de la placa terminal inferior 66 y los otros extremos se disponen en una cámara de supervisión 134 en un estado recogido.

15 Un detector de flujo de neutrones 135 se une al extremo delantero del tubo de dedal 88, se inserta desde el otro extremo del tubo de conducto 85 y se dispone dentro del recipiente de reactor nuclear 61 durante la operación del reactor nuclear. Luego, el detector de flujo de neutrones 135 se extrae desde el recipiente de reactor nuclear 61 a través del tubo de dedal 88 durante la operación de martillado de chorro de agua.

20 Tal y como se ilustra en la figura 10, el aparato de martillado de chorro de agua 101 incluye un cuerpo de aparato 102, un dispositivo de sujeción 103 y una boquilla WJP de superficie interior 105. El dispositivo de sujeción 103 se dispone para sobresalir hacia abajo desde la porción inferior del cuerpo de aparato 102 y encaja y se sujeta a la superficie periférica exterior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) por lo que el cuerpo de aparato 102 se fija a la boquilla de instrumentación 83. La boquilla WJP de superficie interior 105 se usa para expulsar a chorros agua de tensión a alta presión a la superficie interior del cilindro de instrumentación  
25 en el núcleo 95.

30 En este caso, la boquilla WJP de superficie interior 105 es móvil hacia arriba y abajo por un mecanismo de elevación (no se ilustra) proporcionado en el cuerpo de aparato 102 y es rotativa por un mecanismo de rotación (no se ilustra). En consecuencia, puede expulsarse a chorros agua a alta presión a un área predeterminada de la placa terminal inferior 66, la porción de soldadura de hendidura 97 y el cilindro de instrumentación en el núcleo 95.

35 Adicionalmente, el aparato de martillado de chorro de agua 101 tiene una configuración en la que el cuerpo de aparato 102 está provisto de una cámara de supervisión de operación 106 y cámaras de colocación de aparato 107 y 108. La cámara de supervisión de operación 106 se fija al cuerpo de aparato 102 y es rotativa alrededor de árbol de soporte horizontal. En consecuencia, la dirección de formación de imágenes puede cambiar.

40 Las cámaras de colocación de aparato 107 y 108 se separan entre sí por un ángulo predeterminado  $\theta$  (por ejemplo,  $90^\circ$ ) en la dirección horizontal, e incluyen lámparas de iluminación. Las cámaras de colocación de aparato 107 y 108 son móviles hacia arriba y abajo por un cilindro de elevación 109 con respecto al cuerpo de aparato 102. En el presente documento, las cámaras de colocación de aparato son móviles a la posición de movimiento descendente durante la operación de colocación del aparato de martillado de chorro de agua 101, y son móviles a la posición de movimiento ascendente durante la operación de martillado de chorro de agua del aparato de martillado de chorro de agua 101.

45 En el aparato de martillado de chorro de agua 101, un árbol de conexión 110 se fija a la porción superior del cuerpo de aparato 102 y es conectable al poste de instalación 111.

50 En el dispositivo de sujeción 103 del aparato de martillado de chorro de agua 101, tal y como se ilustra en las figuras 1 a 3, un cilindro de sujeción 201 tiene una forma cilíndrica en la que un cilindro de sujeción superior 202 y un cilindro de sujeción inferior 203 se acoplan entre sí por un perno 204, y se fija al cuerpo de aparato 102 por un perno 205.

55 Un cilindro de soporte 206 se dispone en la porción inferior dentro del cilindro de sujeción 201, y el extremo inferior del mismo se fija al extremo inferior del cilindro de sujeción 201 por un perno 207. Adicionalmente, un cilindro guía 208 encaja en el cilindro de soporte 206, y el extremo inferior del mismo se fija al extremo inferior del cilindro de soporte 206 por un perno 209. Una pluralidad de (en la realización, tres) piezas de sujeción 210 se disponen en el mismo intervalo en la dirección circunferencial del cilindro de soporte 206, y se soporta por el cilindro de soporte 206 y el cilindro guía 208 para ser móvil en la dirección radial mientras se desvía hacia fuera por un resorte de placa 211.

60 Una primera guía de pistón 212 se fija al extremo superior del cilindro de soporte 206 por un perno (no se ilustra), una segunda guía de pistón 213 se fija al extremo superior de la primera guía de pistón 212 por un perno 214, y el extremo superior de la segunda guía de pistón 213 se fija al cilindro de sujeción 201 (el cilindro de sujeción superior 202) por un perno 215. Un primer pistón de sujeción 216 se dispone entre el cilindro de sujeción inferior 203 y la primera guía de pistón 212, un segundo pistón de sujeción 217 se dispone entre el cilindro de sujeción superior 202  
65 y la segunda guía de pistón 213, y el primer pistón de sujeción 216 y el segundo pistón de sujeción 217 se acoplan integralmente entre sí por una porción de tornillo 218.

El primer pistón de sujeción 216 y el segundo pistón de sujeción 217 tienen una forma cilíndrica, y el primer pistón de sujeción 216 tiene una configuración en la que una superficie de pendiente 216a se forma en la porción periférica interior por lo que el espesor del extremo inferior disminuye gradualmente. Mientras tanto, cada pieza de sujeción 210 está provista de una superficie de pendiente 210a que tiene una forma curvada en la que el lado de superficie interior de la misma sigue la superficie exterior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) y el lado de superficie exterior de la misma se forma por lo que un hueco con respecto al cilindro de sujeción inferior 203 aumenta gradualmente hacia arriba. Luego, el extremo inferior del primer pistón de sujeción 216 entra entre cada pieza de sujeción 210 y el cilindro de sujeción inferior 203, y la superficie de pendiente 216a contacta con la superficie de pendiente 210a de cada pieza de sujeción 210.

En el cilindro de sujeción 201, se define una cámara A por el cilindro de sujeción inferior 203, el primer pistón de sujeción 216, y el segundo pistón de sujeción 217, y se proporciona un primer puerto de suministro de aire 219 para la cámara A. Adicionalmente, en el cilindro de sujeción 201, se define una cámara B por el cilindro de sujeción superior 202, el cilindro de sujeción inferior 203, y el segundo pistón de sujeción 217, y se forma un segundo puerto de suministro de aire 220 para la cámara B.

En consecuencia, cuando se suministra aire desde el primer puerto de suministro de aire 219 a la cámara A, el segundo pistón de sujeción 217 se mueve hacia abajo junto con el primer pistón de sujeción 216, y la superficie de pendiente 216a presiona la superficie de pendiente 210a de cada pieza de sujeción 210. En consecuencia, cada pieza de sujeción 210 se mueve hacia dentro para sujetar la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95). Mientras tanto, cuando se suministra aire desde el segundo puerto de suministro de aire 220 a la cámara B, el primer pistón de sujeción 216 se mueve hacia arriba por el primer pistón de sujeción 217, y la superficie de pendiente 216a se separa de la superficie de pendiente 210a de cada pieza de sujeción 210. Luego, cada pieza de sujeción 210 se mueve hacia fuera por la fuerza de desviación del resorte de placa 211 para liberar la operación de sujeción para la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95).

Además, el mecanismo de sujeción de la invención capaz de fijar el cilindro de sujeción 201 a la boquilla de instrumentación 83 incluye el primer pistón de sujeción 216, el segundo pistón de sujeción 217 y cada pieza de sujeción 210. Adicionalmente, el cilindro de sujeción de la invención incluye el cilindro de sujeción 201, el cilindro de soporte 206, el cilindro guía 208, y las guías de pistón 212 y 213.

Adicionalmente, el cilindro de soporte 206 y la primera guía de pistón 212 se proporcionan por lo que una guía de boquilla (un miembro de colocación) 221 se soporta para ser móvil hacia arriba y abajo en su interior. La guía de boquilla 221 tiene una forma cilíndrica, y una boquilla WJP de superficie interior 105 es insertable en su interior. La guía de boquilla 221 está provista de una superficie guía 221a de la que el diámetro en su interior disminuye, y por tanto puede guiar una varilla de conexión 105a de la boquilla WJP de superficie interior 105. Adicionalmente, la guía de boquilla 221 se forma integrando una porción cilíndrica 222 y una porción de brida 223 proporcionada en el extremo inferior de la porción cilíndrica 222. Luego, la guía de boquilla 221 está provista de una pluralidad de orificios de drenaje 224 proporcionados en el mismo intervalo en la dirección circunferencial para penetrar radialmente en la porción de brida 223. Cada orificio de drenaje 224 se forma por lo que un extremo del mismo se comunica con el interior de la guía de boquilla 221 y el otro extremo del mismo se comunica con una porción de espacio (un hueco predeterminado) S entre la guía de boquilla 221 y el cilindro de soporte 206 (el cilindro guía 208). Además, la porción de espacio S se forma para que la porción inferior de la misma se abra al exterior.

En consecuencia, tal y como se ilustra en las figuras 1 y 4, el aparato de martillado de chorro de agua 101 se mueve hacia abajo, y el dispositivo de sujeción 103 se mueve hacia abajo a una posición predeterminada mientras encaja en el exterior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95). Luego, la superficie inferior de la porción de brida 223 de la guía de boquilla 221 se detiene mientras contacta con la superficie terminal superior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95, por lo que el aparato de martillado de chorro de agua 101 se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83. En el presente documento, la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) se sujeta cuando cada pieza de sujeción 210 se mueve hacia dentro como se describió antes.

Adicionalmente, se proporciona un dispositivo de detección 231 que detecta un estado donde la guía de boquilla 221 se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83 cuando el aparato de martillado de chorro de agua 101 se mueve hacia abajo para fijarse a una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95).

En el dispositivo de detección 231, tal y como se ilustra en las figuras 5 y 6, la guía de boquilla cilíndrica 221 se soporta para ser móvil hacia arriba y abajo dentro del cilindro de soporte 206 y la primera guía de pistón 212, y el extremo inferior de la misma está provisto de la porción de brida (la pieza de operación) 223. Adicionalmente, una pluralidad de varillas de detección 232 se soportan de forma móvil para penetrar en el cilindro de soporte 206 y la primera guía de pistón 212 hacia arriba y abajo en el exterior de la guía de boquilla 221, y el extremo inferior de la misma es capaz de contactar con la porción de brida 223. Una guía anterior 233 se fija a la porción inferior de la segunda guía de pistón 213 (véase la figura 1), y el extremo superior de cada varilla de detección 232 se fija a un

miembro de conexión 234 para penetrar en la guía anterior 233 hacia arriba. Luego, un imán 235 se fija a la guía anterior 233, y un sensor de imán 236 se fija al miembro de conexión 234.

5 En consecuencia, el aparato de martillado de chorro de agua 101 se mueve hacia abajo, y se mueve hacia abajo a una posición predeterminada mientras el dispositivo de sujeción 103 encaja en el exterior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95). Luego, la superficie inferior de la porción de brida 223 de la guía de boquilla 221 entra en contacto superficial con la superficie terminal superior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95, y se mueve hacia arriba mientras se presiona por el cilindro de instrumentación en el núcleo 95. Luego, cada varilla de detección 232 se mueve hacia arriba con respecto a la guía anterior 233 de movimiento descendente, y el sensor de imán 236 del miembro de conexión 234 se mueve a una posición enfrente del imán 235 de la guía anterior 233. En el presente documento, cuando el sensor de imán 236 detecta el imán 235 y notifica el resultado de detección a un operador, se detiene el movimiento descendente del aparato de martillado de chorro de agua 101, y el aparato de martillado de chorro de agua 101 se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83.

15 En el presente documento, se describirá un método de realizar una operación de martillado de chorro de agua en la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) usando el aparato de martillado de chorro de agua 101.

20 Tal y como se ilustra en la figura 7, el aparato de martillado de chorro de agua 101 se suspende por la grúa de movimiento 126 a través del poste de instalación 111 mientras el agua de enfriamiento se almacena en la cavidad 122. El aparato de martillado de chorro de agua 101 se mueve desde allí en la dirección horizontal a través de la grúa de movimiento 126, y el aparato de agua de chorro de agua 101 se mueve hacia abajo a través del elevador eléctrico 127 mientras está colocado en la boquilla de instrumentación 83.

25 Luego, tal y como se ilustra en la figura 6, el cilindro de sujeción 201 encaja en el exterior de la boquilla de instrumentación 83, y la porción de brida 223 de la guía de boquilla 221 contacta con el cilindro de instrumentación en el núcleo 95, por lo que la varilla de detección 232 se mueve hacia arriba junto con la guía de boquilla 221. Luego, el dispositivo de detección 231 detecta este movimiento, y el operador detiene el movimiento descendente del aparato de martillado de chorro de agua 101. En el presente documento, cuando se mueve hacia dentro la pieza de sujeción 210, la boquilla de instrumentación 83 se sujeta, y el aparato de martillado de chorro de agua 101 se fija a la boquilla de instrumentación 83.

30 Cuando el aparato de martillado de chorro de agua 101 se fija en la boquilla de instrumentación 83, la boquilla WJP de superficie interior 105 se mueve al interior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95 a través del dispositivo de sujeción 103 como se ilustra en la figura 4. Luego, la boquilla WJP de superficie interior 105 se mueve hacia abajo en un estado de rotación mientras el agua a alta presión se expulsa a chorros desde allí por lo que el agua a alta presión incluyendo burbujas de aire de cavitación se expulsa a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 a la superficie interior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95. En consecuencia, la tensión de tracción residual de la superficie interior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95 se soluciona por la tensión de compresión residual. Mientras tanto, el agua a alta presión que se expulsa a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 se mueve hacia arriba dentro de la boquilla de instrumentación 83 ya que el detector de flujo de neutrones 135 o el tubo de dedal 88 existe dentro del tubo de conducto 85. Luego, el agua a alta presión fluye hacia fuera a través de cada orificio de drenaje 224 y se mueve hacia abajo en la porción de espacio S entre la guía de boquilla 221 y el cilindro de soporte 206 (el cilindro guía 208) para descargarse al exterior.

35 De esta manera, el aparato de martillado de chorro de agua de la primera realización incluye el cilindro de sujeción 201 que puede disponerse en el lado periférico exterior de la boquilla de instrumentación 83 con un hueco predeterminado entremedias, la pieza de sujeción 210 que puede fijar el cilindro de sujeción 201 a la boquilla de instrumentación 83, la guía de boquilla 221 que tiene una forma cilíndrica, se proporciona dentro del cilindro de sujeción 201, y se coloca en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación 83, la boquilla WJP de superficie interior 105 que puede ser móvil hacia arriba y abajo dentro de la guía de boquilla 221, y el orificio de drenaje 224 que penetra radialmente en la guía de boquilla 221.

40 En consecuencia, cuando el agua a alta presión que incluye burbujas de aire de cavitación sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 a la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 bajo el agua, la tensión de tracción residual de la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 se soluciona por la tensión de compresión residual, y el agua a alta presión expulsada a chorros se descarga desde el orificio de drenaje 224 de la guía de boquilla 221 mientras no da sustancialmente ninguna acción en el detector de flujo de neutrones 135. En consecuencia, es posible mejorar la seguridad de la operación evitando que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

45 En el aparato de martillado de chorro de agua de la primera realización, el extremo inferior de la porción cilíndrica 222 de la guía de boquilla 221 está provisto de la porción de brida 223, y una pluralidad de orificios de drenaje 224 se proporcionan en la porción de brida 223 en el mismo intervalo en la dirección circunferencial. En consecuencia, el agua a alta presión que sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 se descarga de forma muy

eficaz desde la pluralidad de orificios de drenaje 224, y por tanto el rendimiento de drenaje puede mejorar.

En el aparato de martillado de chorro de agua de la primera realización, se puede colocar la guía de boquilla 221 en una posición que contacta con el extremo superior de la boquilla de instrumentación 83. En consecuencia, la guía de boquilla 221 y la boquilla de instrumentación 83 se disponen sin ningún hueco, y por tanto el agua a alta presión que sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 puede conducirse apropiadamente a la pluralidad de orificios de drenaje 224.

El aparato de martillado de chorro de agua de la primera realización incluye el dispositivo de detección 231 que detecta un estado donde la guía de boquilla 221 se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83. En consecuencia, el aparato de martillado de chorro de agua 101 puede colocarse de forma muy precisa en la boquilla de instrumentación 83.

En el aparato de martillado de chorro de agua de la primera realización, la varilla de detección 232 que se soporta por el cilindro de sujeción 201 para ser móvil hacia arriba y abajo y de la que el extremo inferior puede contactar indirectamente con el extremo superior de la boquilla de instrumentación 83 a través de la porción de brida 223 y el sensor de imán 236 que detecta la posición arriba y abajo de la varilla de detección 232 se proporcionan como el dispositivo de detección 231. En consecuencia, cuando la porción de brida 223 de la guía de boquilla 221 contacta con el extremo superior de la boquilla de instrumentación 83, la varilla de detección 232 se mueve hacia arriba mediante la porción de brida 223. En consecuencia, el movimiento ascendente se detecta por el sensor de imán 236, y por tanto el aparato de martillado de chorro de agua 101 puede colocarse de forma muy precisa en la boquilla de instrumentación 83 con una simple configuración.

En el aparato de martillado de chorro de agua de la primera realización, la boquilla de guía 221 se soporta por el cilindro de sujeción 201 para ser móvil hacia arriba y abajo, la porción de brida 223 puede entrar en contacto superficial con la superficie terminal superior de la boquilla de instrumentación 83, y la varilla de detección 232 es móvil hacia arriba y abajo a través de la porción de brida 223. En consecuencia, cuando la porción de brida 223 de la guía de boquilla 221 entra en contacto superficial con la superficie terminal superior de la boquilla de instrumentación 83, la varilla de detección 232 se mueve hacia arriba, y se detecta el movimiento de la guía de boquilla 221 a una posición predeterminada con alta precisión. En consecuencia, el aparato de martillado de chorro de agua 101 puede colocarse de forma muy precisa en la boquilla de instrumentación 83.

En el aparato de martillado de chorro de agua de la primera realización, la varilla de detección 232 se dispone fuera de la guía de boquilla 221. En consecuencia, ya que la boquilla WJP de superficie interior 105 se mueve hacia arriba y abajo dentro de la guía de boquilla 221 y la varilla de detección 232 se dispone fuera de la guía de boquilla 221, La operación estable de martillado de chorro de agua puede realizarse mientras la varilla de detección 232 no perturba el movimiento arriba y abajo de la boquilla WJP de superficie interior 105.

#### Segunda realización

La figura 14 es una vista en sección longitudinal que ilustra un dispositivo de sujeción de un aparato de martillado de chorro de agua según una segunda realización de la invención, y la figura 15 es un diagrama esquemático que ilustra una acción de un dispositivo de detección. Además, el mismo signo de referencia se proporcionará al miembro con la misma función que la realización antes descrita, y no se repetirá la descripción detallada de lo mismo.

En el dispositivo de sujeción del aparato de martillado de chorro de agua según la segunda realización, tal y como se ilustra en las figuras 14 y 15, un cilindro de sujeción 301 incluye una pluralidad de piezas de sujeción (mecanismo de sujeción) 302 en su interior y por tanto puede sujetar la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) por el movimiento interior de un pistón de sujeción (no se ilustra). Una guía de boquilla (un miembro de colocación) 303 se fija al cilindro de sujeción 301. La guía de boquilla 303 tiene una forma cilíndrica, y la boquilla WJP de superficie interior 105 es insertable en su interior. La guía de boquilla 303 se obtiene integrando una porción cilíndrica 304 y una porción de brida 305 proporcionada en el extremo inferior de la porción cilíndrica 304. Luego, la guía de boquilla 303 está provista de una pluralidad de orificios de drenaje 306 proporcionados en el mismo intervalo en la dirección circunferencial para penetrar radialmente en la porción de brida 305. Cada orificio de drenaje 306 tiene una configuración en la que un extremo del mismo se comunica con el interior de la guía de boquilla 303 y el otro extremo del mismo se comunica con una porción de espacio (un hueco predeterminado) S entre la guía de boquilla 303 y el cilindro de sujeción 301. Además, la porción inferior de la porción de espacio S está abierta al exterior.

En consecuencia, el aparato de martillado de chorro de agua 101 (véase la figura 10) se mueve hacia abajo, y se mueve hacia abajo a una posición predeterminada mientras el cilindro de sujeción 301 encaja en el exterior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95). Luego, la superficie inferior de la porción de brida 305 de la guía de boquilla 303 se detiene mientras contacta con la superficie terminal superior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95, y por tanto el aparato de martillado de chorro de agua 101 se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83. En el presente documento, la boquilla de

instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) puede sujetarse por el movimiento interior de la pieza de sujeción 302.

5 Adicionalmente, se proporciona un dispositivo de detección 311 que detecta un estado donde la guía de boquilla 303 se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83 cuando el aparato de martillado de chorro de agua 101 se mueve hacia abajo para fijarse a una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95).

10 En el dispositivo de detección 311, una pluralidad de varillas de detección 312 se soportan para ser móviles hacia arriba y abajo mientras penetran en la porción de brida 305 fuera de la guía de boquilla 303, y cada extremo inferior puede contactar con el extremo superior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95). Una guía anterior 313 se fija al cilindro de sujeción 301, y un miembro de conexión 314 se fija al extremo superior de cada varilla de detección 312 mientras la varilla de detección penetra en la guía anterior 313 hacia arriba. Luego, un sensor de imán 315 se fija a la guía anterior 313, y un imán 316 se fija al miembro de conexión 314.

15 En consecuencia, el aparato de martillado de chorro de agua 101 se mueve hacia abajo, y se mueve hacia abajo a una posición predeterminada mientras el cilindro de sujeción 301 encaja en el exterior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95). Luego, el extremo inferior de la varilla de detección 312 contacta con el extremo superior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95, y se mueve hacia arriba mientras se presiona por el cilindro de instrumentación en el núcleo 95. En este momento, la superficie inferior de la porción de brida 305 de la guía de boquilla 303 entra en contacto superficial con la superficie terminal superior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95. Luego, la varilla de detección 312 se mueve hacia arriba con respecto al cilindro de sujeción 301 de movimiento descendente, y el imán 316 del miembro de conexión 314 se mueve a una posición enfrente del sensor de imán 315 de la guía anterior 313. En el presente documento, cuando el sensor de imán 315 detecta el imán 316 y notifica el resultado de detección al operador, se detiene el movimiento descendente del aparato de martillado de chorro de agua 101, y el aparato de martillado de chorro de agua 101 se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación 83.

20 En el presente documento, se describirá un método de realizar una operación de martillado de chorro de agua en la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 (el cilindro de instrumentación en el núcleo 95) usando el aparato de martillado de chorro de agua 101.

30 Cuando el aparato de martillado de chorro de agua 101 se mueve hacia abajo, el cilindro de sujeción 301 encaja en el exterior de la boquilla de instrumentación 83, y el extremo inferior de la varilla de detección 312 se mueve hacia arriba mientras contacta con el cilindro de instrumentación en el núcleo 95. Luego, el dispositivo de detección 311 detecta este movimiento, y el operador detiene el movimiento descendente del aparato de martillado de chorro de agua 101. En el presente documento, la boquilla de instrumentación 83 se sujeta por el movimiento interior de cada pieza de sujeción 302, y por tanto el aparato de martillado de chorro de agua 101 se fija a la boquilla de instrumentación 83.

35 Cuando el aparato de martillado de chorro de agua 101 se fija en la boquilla de instrumentación 83, la boquilla WJP de superficie interior 105 se mueve hacia abajo en el cilindro de instrumentación en el núcleo 95. Luego, la boquilla WJP de superficie interior 105 se mueve hacia abajo en un estado de rotación mientras el agua a alta presión se expulsa a chorros desde allí por lo que el agua a alta presión incluyendo burbujas de aire de cavitación se expulsa a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 a la superficie interior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95. En consecuencia, la tensión de tracción residual de la superficie interior del cilindro de instrumentación en el núcleo 95 se soluciona por la tensión de compresión residual. Mientras tanto, al agua a alta presión expulsada a chorros se descarga desde el orificio de drenaje 306 de la guía de boquilla 303 a la porción de espacio S mientras no da sustancialmente ninguna acción al detector de flujo de neutrones 135, y se mueve hacia abajo para descargarse al exterior.

40 De esta manera, el aparato de martillado de chorro de agua de la segunda realización incluye el cilindro de sujeción 301 que puede disponerse en el lado periférico exterior de la boquilla de instrumentación 83 con un hueco predeterminado entremedias, la pieza de sujeción 302 que puede fijar el cilindro de sujeción 301 a la boquilla de instrumentación 83, la guía de boquilla 303 que tiene una forma cilíndrica, se proporciona dentro del cilindro de sujeción 301, y se coloca en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación 83, la boquilla WJP de superficie interior 105 que es móvil hacia arriba y abajo dentro de la guía de boquilla 303, y el orificio de drenaje 306 que penetra radialmente en la guía de boquilla 303.

45 En consecuencia, cuando el agua a alta presión que incluye burbujas de aire de cavitación sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 a la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 bajo el agua, la tensión de tracción residual de la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 se soluciona por la tensión de compresión residual, y el agua a alta presión expulsada a chorros se descarga desde el orificio de drenaje 306 de la guía de boquilla 303 mientras no da sustancialmente ninguna acción en el detector de flujo de neutrones 135. En consecuencia, es posible mejorar la seguridad de la operación evitando que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

## Tercera realización

La figura 16 es un diagrama esquemático que ilustra una configuración completa de un aparato de martillado de chorro de agua según una tercera realización de la invención, la figura 17 es un diagrama esquemático que ilustra un dispositivo de fijación, y la figura 18 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea XVIII-XVIII de la figura 17. Además, el mismo signo de referencia se proporcionará al miembro con la misma función que la primera realización antes descrita, y no se repetirá la descripción detallada de lo mismo.

En la tercera realización, tal y como se ilustra en la figura 16, el aparato de martillado de chorro de agua 101 se fija a la boquilla de instrumentación 83 que se proporciona en la placa terminal inferior (la porción semiesférica) 66 del recipiente de reactor nuclear 61 (el cuerpo de recipiente de reactor nuclear 62). Es decir, el poste de instalación 111 se extiende hacia abajo desde el suelo de trabajo 121, y el aparato de martillado de chorro de agua 101 se conecta al extremo inferior del mismo. La pluralidad de tubos de conducto 85 se curvan para extraerse alrededor de la cámara de canalización de tubo de dedal 133 mientras unos extremos se conectan a la boquilla de instrumentación 83 de la placa terminal inferior 66 y los otros extremos se disponen en una cámara de supervisión 134 en un estado recogido.

El tubo de conducto 85 se proporciona para que el otro extremo se extienda a una mesa de sello 351 proporcionada en la cámara de supervisión 134 para conectarse allí y el extremo delantero está provisto del tubo de dedal 88 al que se une un detector de flujo de neutrones. El tubo de dedal 88 es insertable desde la cámara de supervisión 134 en el otro extremo del tubo de conducto 85, y es insertable en el recipiente de reactor nuclear 61 a través de la boquilla de instrumentación 83. Luego, se proporciona un dispositivo de fijación 352 que no permite que el extremo del tubo de dedal 88, extraído desde el otro extremo del tubo de conducto 85 en la cámara de supervisión 134, sea móvil con respecto al tubo de conducto 85.

Tal y como se ilustra en las figuras 17 y 18, el dispositivo de fijación 352 incluye una primera plantilla de fijación 353 que se fija al extremo del tubo de conducto 85, una segunda plantilla de fijación 354 que se fija al tubo de dedal 88 extraído desde el extremo del tubo de conducto 85, y un miembro de conexión 355 que suprime la separación de la primera plantilla de fijación 353 y la segunda plantilla de fijación 354.

Es decir, en la primera plantilla de fijación 353, el tubo de conducto 85 se extiende hacia arriba para que el extremo penetre en la mesa de sello 351 y una tuerca 401 y un cuerpo inferior de articulación 402 se fijan a la porción periférica exterior de la misma. Una sujeción metálica 403 tiene forma de U en la dirección lateral, y se fija por una tuerca de fijación 405 mientras se rosca una sujeción metálica de empaquetado 404 en una porción de brida superior 403a, y una sujeción metálica de prensado y empaquetado 406 se fija a la porción inferior de la misma. El tubo de conducto 85 se pinza por una sujeción metálica 407 en una porción de brida inferior 403b de la sujeción metálica 403 y se fija por un tornillo de montaje 408. Luego, un envasado de caucho de sellado de baja presión 409 se fija en un estado comprimido entre el cuerpo inferior de articulación 402 y la sujeción metálica de prensado y empaquetado 406. Además, el tubo de dedal 88 dentro del tubo de conducto 85 se lleva hacia arriba desde la sujeción metálica de empaquetado 404.

En la segunda plantilla de fijación 354, una placa de caucho 411 se enrolla alrededor del tubo de dedal 88 y el tubo de dedal se pinza por una primera placa 412 con una forma plana y una segunda placa 413 con una forma de la que se curva la porción media. Luego, la primera placa 412 y la segunda placa 413 se fijan integralmente entre sí por un perno de acoplamiento 414 y una tuerca de acoplamiento 415 proporcionada en ambos lados del tubo de dedal 88 pinzado.

El miembro de conexión 355 es una cuerda suave como un cordel, un cable y un alambre y se enrolla alrededor de la primera plantilla de fijación 353 y la segunda plantilla de fijación 354 para suprimir la separación entremedias. Además, el miembro de conexión 355 no se limita a la cuerda suave. Por ejemplo, puede usarse una varilla de conexión dura o una placa de conexión.

Adicionalmente, se proporciona un dispositivo de supervisión 361 que supervisa el estado fijo del tubo de dedal 88 y el tubo de conducto 85 usando el dispositivo de fijación 352. El dispositivo de supervisión 361 incluye una cámara 362 que se dispone dentro de la cámara de supervisión 134 para capturar la imagen del dispositivo de fijación 352 y una unidad de supervisión 364 que se proporciona en una cámara de trabajo 363 proporcionada en el suelo de trabajo 121. Luego, la unidad de supervisión 364 se conecta a un dispositivo de operación 365 y una pantalla (un dispositivo de representación) 366. Luego, la cámara 362 puede enviar una imagen capturada a la unidad de supervisión 364, y el operador en la cámara de trabajo 363 puede supervisar el estado fijo del tubo de dedal 88 y el tubo de conducto 85 usando el dispositivo de fijación 352 mediante la pantalla 366.

En el presente documento, se describirá un método de realizar una operación de martillado de chorro de agua en la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 usando el aparato de martillado de chorro de agua 101.

Tal y como se ilustra en las figuras 1, 4 y 16, el método de martillado de chorro de agua de la realización incluye: disponer el cilindro de sujeción 201 en el lado periférico exterior de la boquilla de instrumentación 83 con un hueco

predeterminado entremedias, fijar la guía de boquilla (el miembro de colocación) 221 proporcionada en el cilindro de sujeción 201 en la boquilla de instrumentación 83 en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación 83, permitir que sea inmóvil el tubo de dedal 88 extraído desde la boquilla de instrumentación 83 al exterior a través del tubo de conducto 85, mover la boquilla WJP de superficie interior 105 hacia abajo a la boquilla de instrumentación 83 a través del cilindro de sujeción 201, expulsar a chorros agua a alta presión a la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 moviendo la boquilla WJP de superficie interior 105 hacia abajo en un estado de rotación mientras se expulsa a chorros el agua a alta presión incluyendo burbujas de aire de cavitación desde la boquilla WJP de superficie interior 105, y descargar el agua a alta presión que se expulsa a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 desde el orificio de drenaje 224 proporcionado en la guía de boquilla 221 al exterior.

Adicionalmente, el estado fijo del tubo de dedal 88 y el tubo de conducto 85 se supervisa cuando el agua a alta presión sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 a la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83.

De esta manera, en el aparato de martillado de chorro de agua de la tercera realización, se proporciona el dispositivo de fijación 352 que no permite que el extremo del tubo de dedal 88 extraído desde el otro extremo del tubo de conducto 85 sea móvil con respecto al tubo de conducto 85.

En consecuencia, ya que el tubo de dedal 88 que se extrae desde el otro extremo del tubo de conducto 85 se fija de manera inmóvil por el dispositivo de fijación 352, es posible evitar de manera fiable que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

En el aparato de martillado de chorro de agua de la tercera realización, la primera plantilla de fijación 353 que se fija al tubo de conducto 85 extendiéndose dentro de la cámara de supervisión 134, la segunda plantilla de fijación 354 que se fija al extremo del tubo de dedal 88 extraído desde el otro extremo del tubo de conducto 85, y el miembro de conexión 355 que suprime la separación entre la primera plantilla de fijación 353 y la segunda plantilla de fijación 354 se proporcionan como el dispositivo de fijación 352. En consecuencia, es posible evitar fácilmente que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua con una simple configuración.

En el aparato de martillado de chorro de agua de la tercera realización, se proporciona el dispositivo de supervisión 361 que supervisa el estado fijo del tubo de dedal 88 y el tubo de conducto 85. En consecuencia, ya que el estado fijo del tubo de dedal 88 y el tubo de conducto 85 se supervisa por el dispositivo de supervisión 361, es posible evitar que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

Adicionalmente, el método de martillado de chorro de agua de la tercera realización incluye: disponer el cilindro de sujeción 201 en el lado periférico exterior de la boquilla de instrumentación 83 con un hueco predeterminado entremedias, fijar la guía de boquilla (el miembro de colocación) 221 proporcionada en el cilindro de sujeción 201 en la boquilla de instrumentación 83 en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación 83, permitir que sea inmóvil el tubo de dedal 88 extraído desde la boquilla de instrumentación 83 al exterior a través del tubo de conducto 85, mover la boquilla WJP de superficie interior 105 hacia abajo a la boquilla de instrumentación 83 a través del cilindro de sujeción 201, expulsar a chorros agua a alta presión a la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 moviendo la boquilla WJP de superficie interior 105 hacia abajo en un estado de rotación mientras se expulsa a chorros el agua a alta presión incluyendo burbujas de aire de cavitación desde la boquilla WJP de superficie interior 105, y descargar el agua a alta presión que se expulsa a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 desde el orificio de drenaje 224 proporcionado en la guía de boquilla 221 al exterior.

En consecuencia, cuando el agua a alta presión que incluye burbujas de aire de cavitación sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 a la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 bajo el agua, la tensión de tracción residual de la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83 se soluciona por la tensión de compresión residual, y el agua a alta presión expulsada a chorros se descarga desde el orificio de drenaje 224 de la guía de boquilla 221 mientras no da sustancialmente ninguna acción en el detector de flujo de neutrones 135. En consecuencia, es posible mejorar la seguridad de la operación evitando que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua. Adicionalmente, ya que el agua a alta presión sale a chorros mientras se fija de manera inmóvil el tubo de dedal 88 extraído al exterior desde la boquilla de instrumentación 83 a través del tubo de conducto 85, es posible evitar de manera fiable que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

En el método de martillado de chorro de agua de la tercera realización, el estado fijo del tubo de dedal 88 y el tubo de conducto 85 se supervisa cuando el agua a alta presión sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior 105 a la superficie interior de la boquilla de instrumentación 83. En consecuencia, es posible evitar que el tubo de dedal 88 se salga debido a la operación de martillado de chorro de agua.

**Lista de signos de referencia**

- 61 RECIPIENTE DE REACTOR NUCLEAR
- 62 CUERPO DE RECIPIENTE DE REACTOR NUCLEAR
- 5 63 CABEZA DE RECIPIENTE DE REACTOR NUCLEAR
- 66 PLACA TERMINAL INFERIOR (PORCIÓN SEMIESFÉRICA)
- 83 BOQUILLA DE INSTRUMENTACIÓN
- 85 TUBO DE CONDUCTO
- 88 TUBO DE DEDAL
- 10 95 CILINDRO DE INSTRUMENTACIÓN EN EL NÚCLEO
- 101 APARATO DE MARTILLADO DE CHORRO DE AGUA (APARATO DE REPARACIÓN DE REACTOR NUCLEAR)
- 102 CUERPO DE APARATO
- 103 DISPOSITIVO DE SUJECIÓN
- 15 105 BOQUILLA WJP DE SUPERFICIE INTERIOR 201, 301 CILINDRO DE SUJECIÓN 206 CILINDRO DE SOPORTE 208 CILINDRO GUÍA
- 210, 302 PIEZA DE SUJECIÓN (MECANISMO DE SUJECIÓN)
- 212 PRIMERA GUÍA DE PISTÓN
- 213 SEGUNDA GUÍA DE PISTÓN
- 20 216 PRIMER PISTÓN DE SUJECIÓN
- 217 SEGUNDO PISTÓN DE SUJECIÓN
- 221, 303 GUÍA DE BOQUILLA (MIEMBRO DE COLOCACIÓN)
- 231, 311 DISPOSITIVO DE DETECCIÓN
- 352 DISPOSITIVO DE FIJACIÓN
- 25 353 PRIMERA PLANTILLA DE FIJACIÓN
- 354 SEGUNDA PLANTILLA DE FIJACIÓN
- 355 MIEMBRO DE CONEXIÓN 361 DISPOSITIVO DE SUPERVISIÓN

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de martillado de chorro de agua (101) que comprende:

5 un cilindro de sujeción (201; 301) que es capaz de disponerse en el lado periférico exterior de una boquilla de instrumentación (83) con un hueco predeterminado entremedias;  
 un mecanismo de sujeción (210; 302) que es capaz de fijar el cilindro de sujeción (201; 301) a la boquilla de instrumentación (83);  
 10 un miembro de colocación (221; 303) que tiene una forma cilíndrica, proporcionado dentro del cilindro de sujeción (201; 301) y configurado para colocarse en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación (83);  
 una boquilla WJP de superficie interior (105) que es móvil hacia arriba y hacia abajo dentro del miembro de colocación (221; 303); y  
 15 un orificio de drenaje (224) que penetra radialmente en el miembro de colocación (221; 303).

2. El aparato de martillado de chorro de agua (101) de acuerdo con la reivindicación 1,

en donde el miembro de colocación (221; 303) incluye una porción cilíndrica (222; 304) y una porción de brida (223; 305) proporcionada en el extremo inferior de la porción cilíndrica (222; 304) y se proporciona una pluralidad  
 20 de orificios de drenaje en la porción de brida (223; 305) en el mismo intervalo en la dirección circunferencial.

3. El aparato de martillado de chorro de agua (101) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,  
 en donde se proporciona un dispositivo de detección (231; 311) que detecta un estado donde el miembro de  
 25 colocación (221; 303) se coloca en una posición predeterminada de la boquilla de instrumentación (83).

4. El aparato de martillado de chorro de agua (101) de acuerdo con la reivindicación 3,  
 en donde el dispositivo de detección (231; 311) incluye una varilla de detección (232; 312) que se soporta por el  
 cilindro de sujeción (201; 301) para ser móvil hacia arriba y hacia abajo y de la que el extremo inferior puede  
 30 detectar directa o indirectamente con el extremo superior de la boquilla de instrumentación (83) y un detector que detecta la posición arriba y abajo de la varilla de detección (232; 312).

5. El aparato de martillado de chorro de agua (101) de acuerdo con la reivindicación 4,  
 en donde el miembro de colocación (221; 303) incluye una pieza de operación que se soporta por el cilindro de  
 sujeción (201; 301) para ser móvil hacia arriba y abajo y poder entrar en contacto superficial con la superficie  
 35 terminal superior de la boquilla de instrumentación (83), y la varilla de detección (232; 312) es móvil hacia arriba y abajo a través de la pieza de operación.

6. El aparato de martillado de chorro de agua (101) de acuerdo con la reivindicación 4 o 5,  
 en donde la varilla de detección (232; 312) se dispone fuera del miembro de colocación (221; 303).

40 7. Un método de martillado de chorro de agua que comprende:

disponer un cilindro de sujeción (201; 301) en el lado periférico exterior de una boquilla de instrumentación (83)  
 con un hueco predeterminado entremedias;

45 fijar un miembro de colocación (221; 303) proporcionado en el cilindro de sujeción (201; 301) a la boquilla de instrumentación (83) en una posición adyacente al extremo superior de la boquilla de instrumentación (83);  
 mover una boquilla WJP de superficie interior (105) hacia abajo a la boquilla de instrumentación (83) a través del cilindro de sujeción (201; 301) y a través del miembro de colocación (221; 303);

50 soltar a chorros agua a alta presión a una superficie interior de la boquilla de instrumentación (83) moviendo la boquilla WJP de superficie interior (105) hacia abajo en un estado de rotación mientras el agua a alta presión  
 incluyendo burbujas de aire de cavitación sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior (105); y  
 descargar el agua a alta presión expulsada a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior (105) al exterior desde un orificio de drenaje (224) proporcionado en el miembro de colocación (221; 303).

55 8. El método de martillado de chorro de agua de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el agua a alta presión sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior (105) mientras no es móvil un tubo de dedal (88) extraído al exterior desde la boquilla de instrumentación (83) a través de un tubo de conducto (85).

60 9. El método de martillado de chorro de agua de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el estado fijo del tubo de dedal (88) y el tubo de conducto (85) se supervisa cuando el agua a alta presión sale a chorros desde la boquilla WJP de superficie interior (105) a la superficie interior de la boquilla de instrumentación (83).

FIG.1

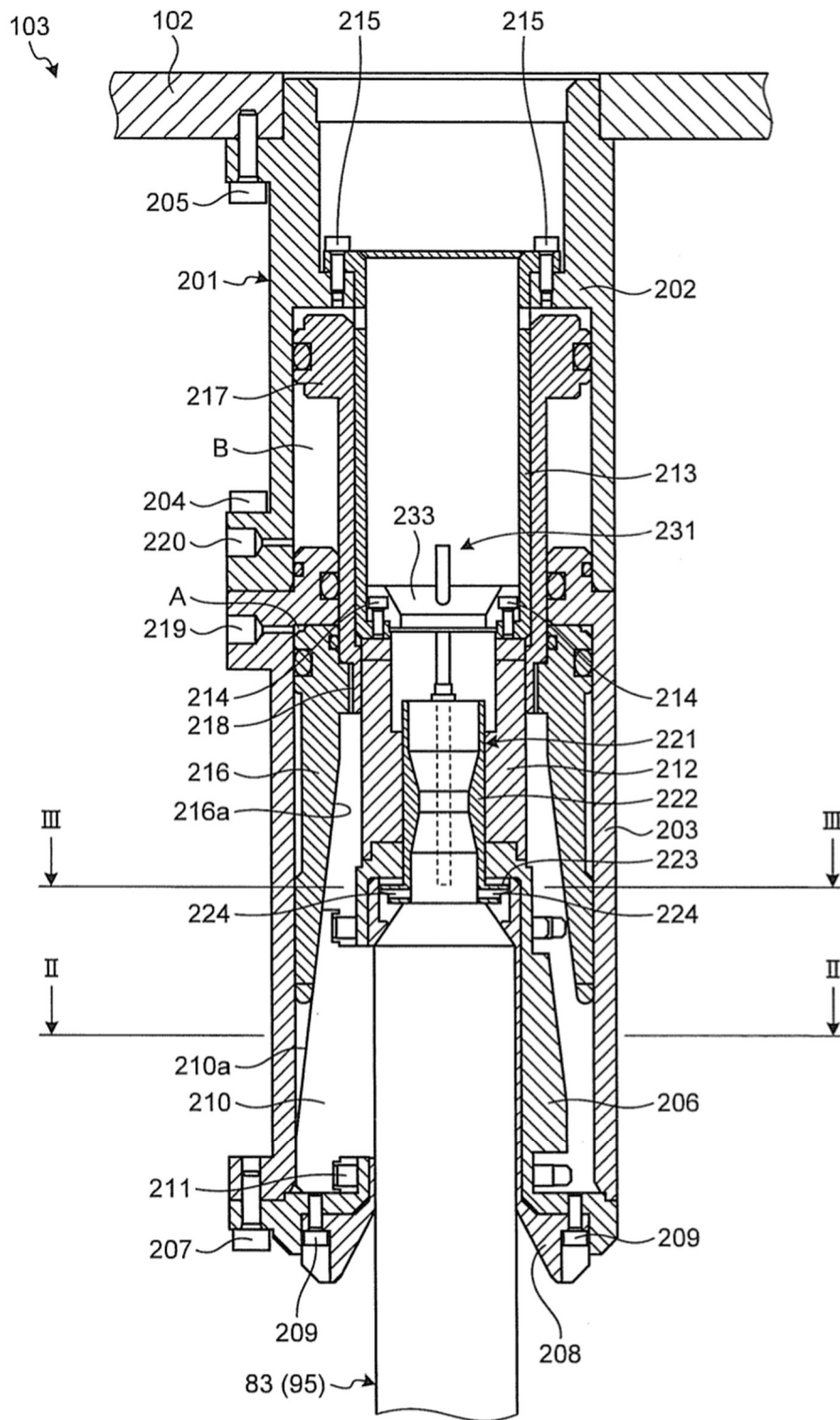


FIG.2

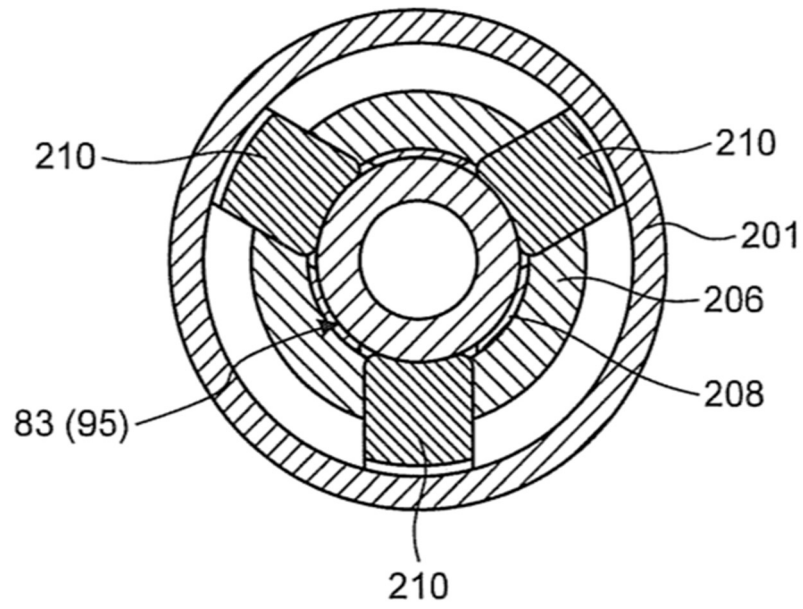


FIG.3

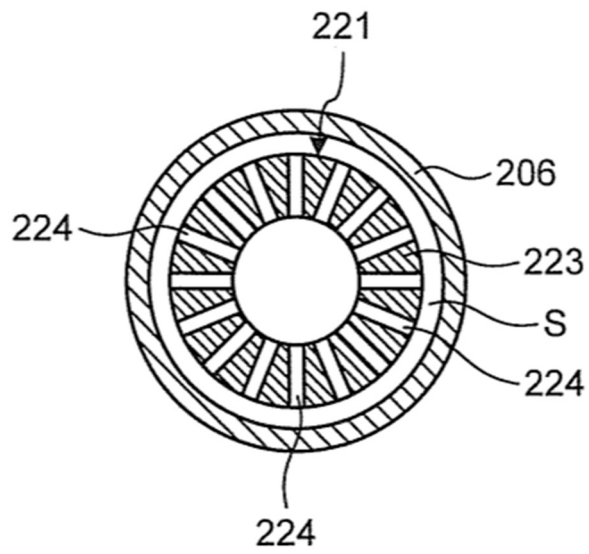


FIG.4

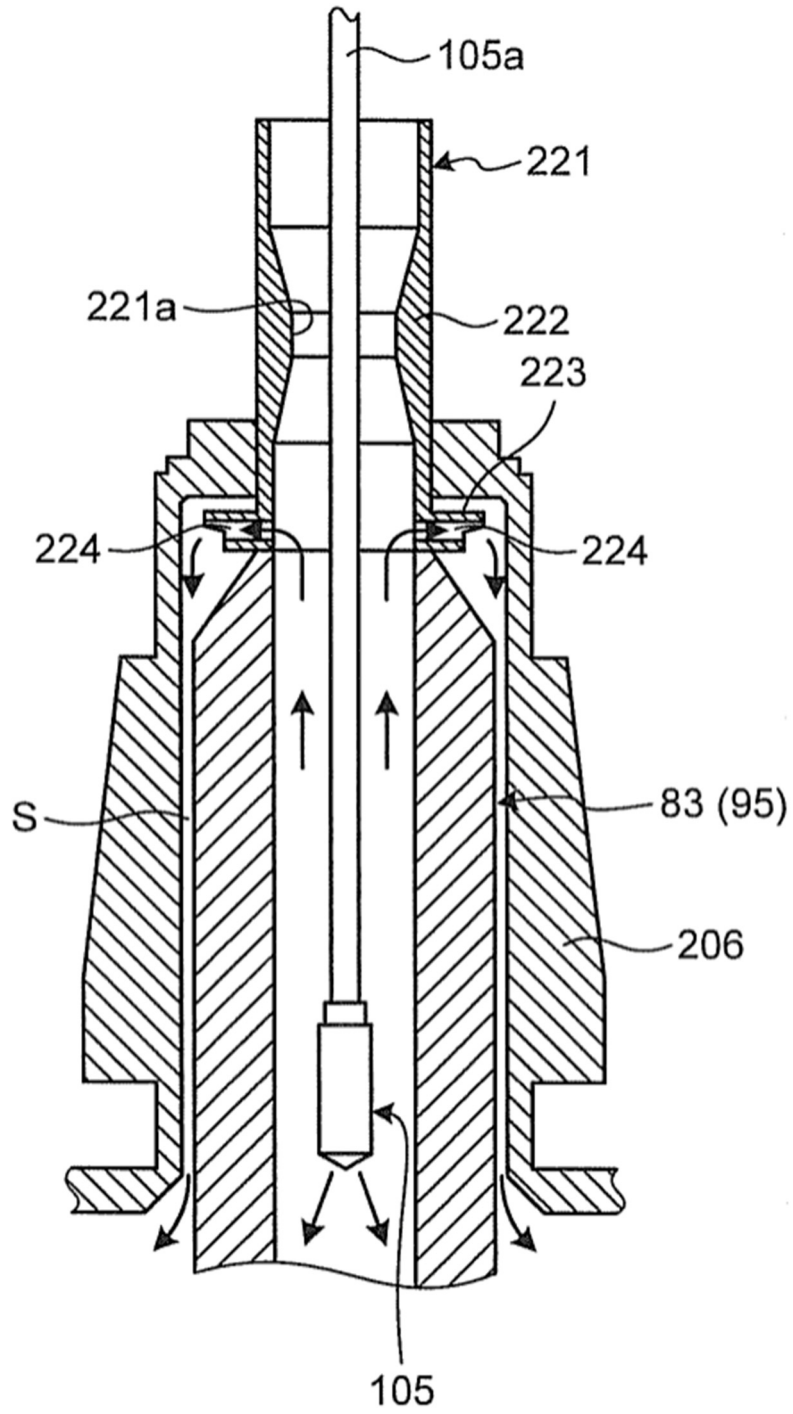


FIG.5

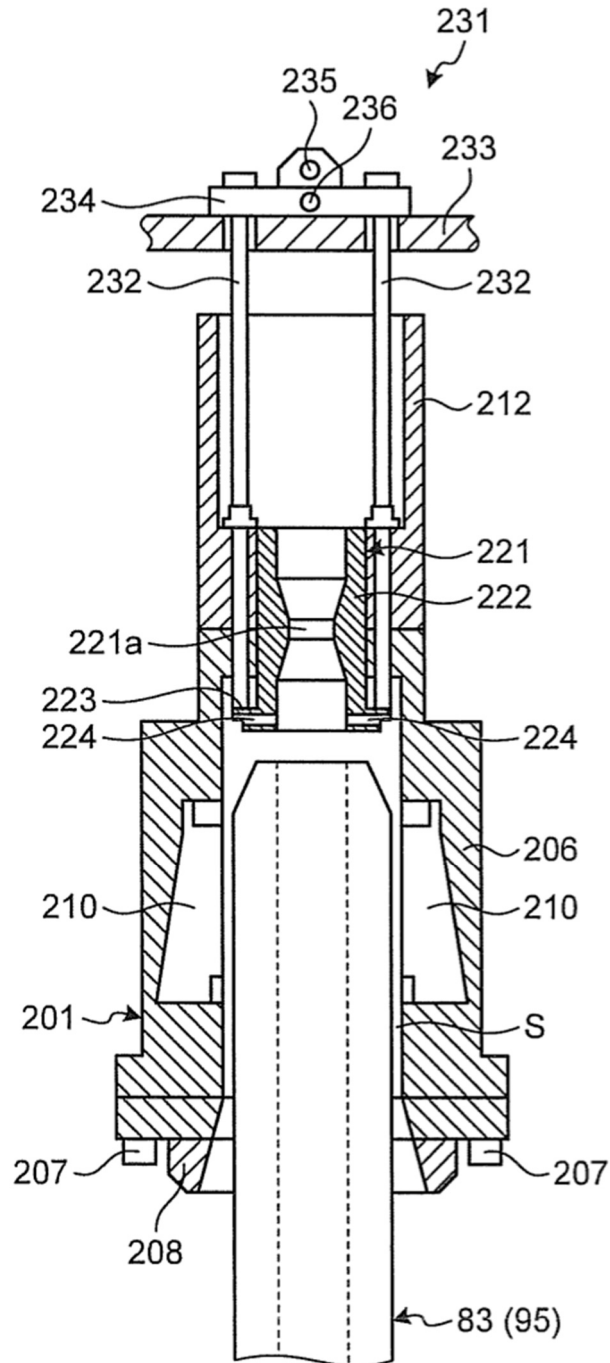


FIG.6

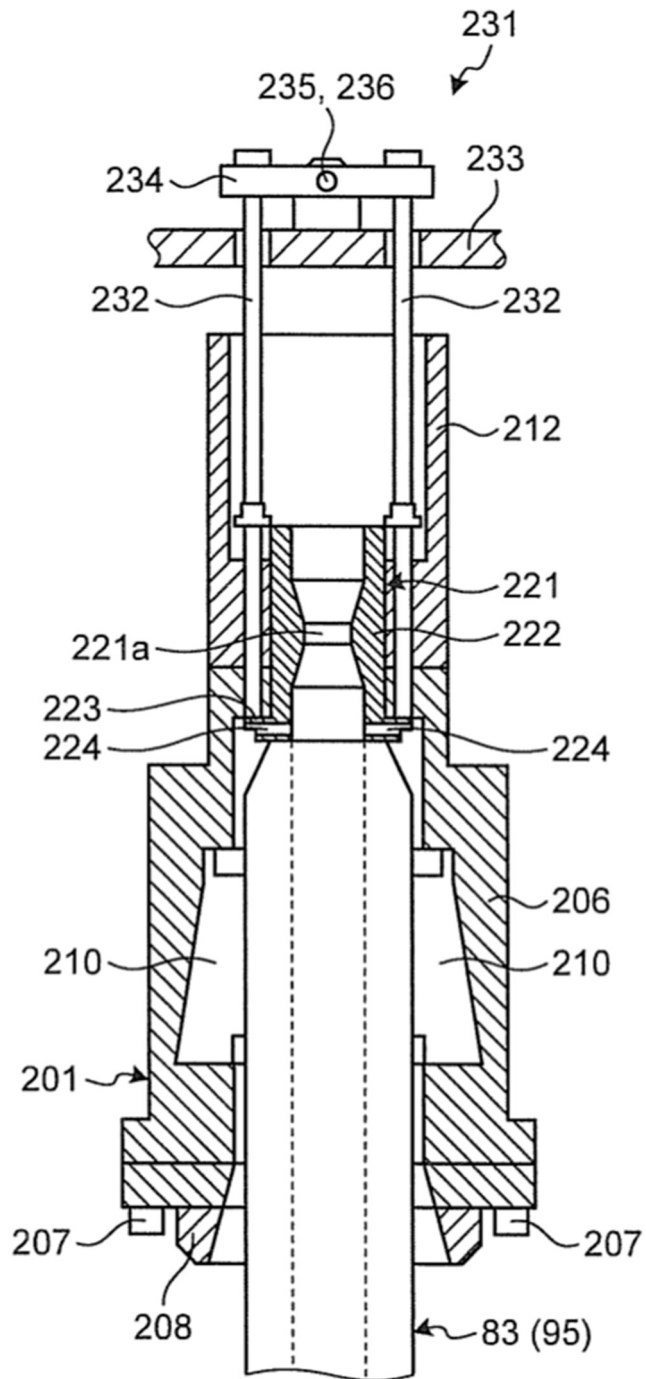


FIG.7

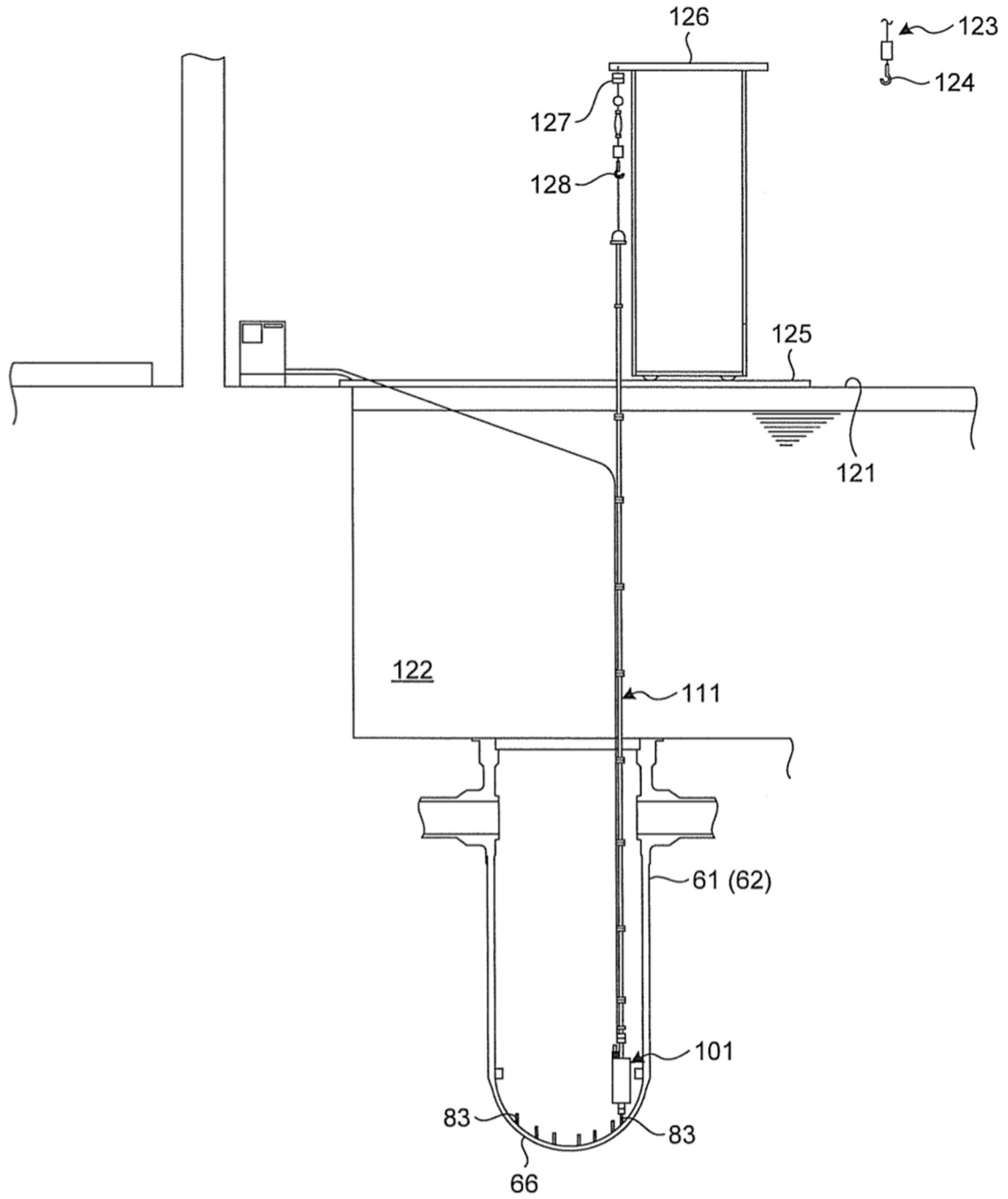


FIG.8

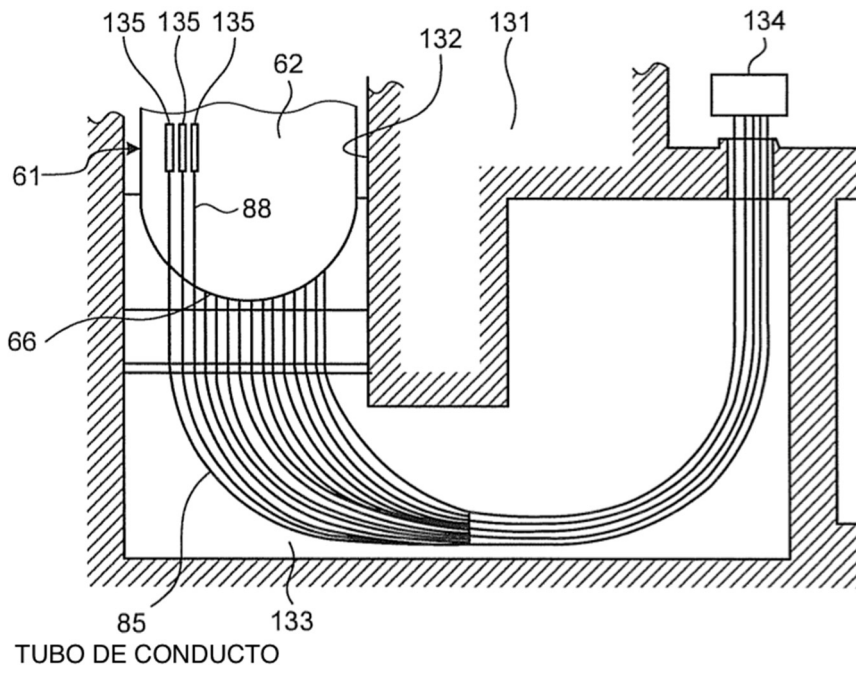


FIG.9

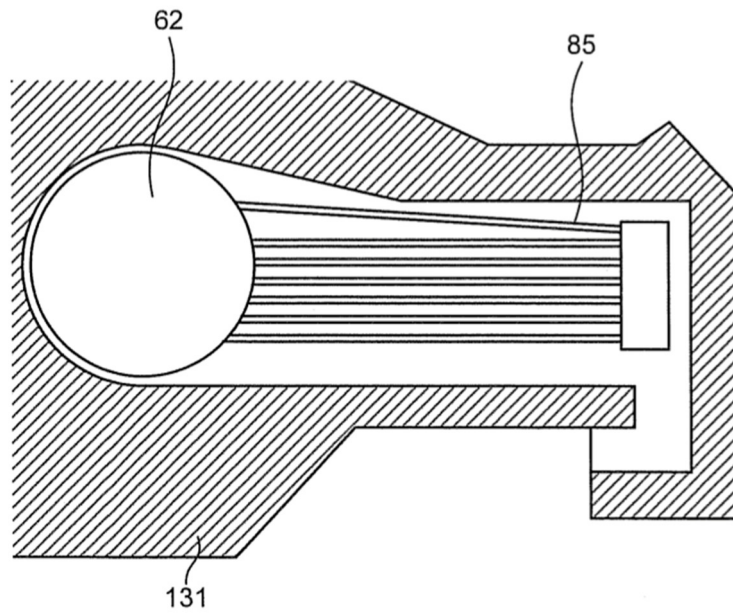


FIG.10

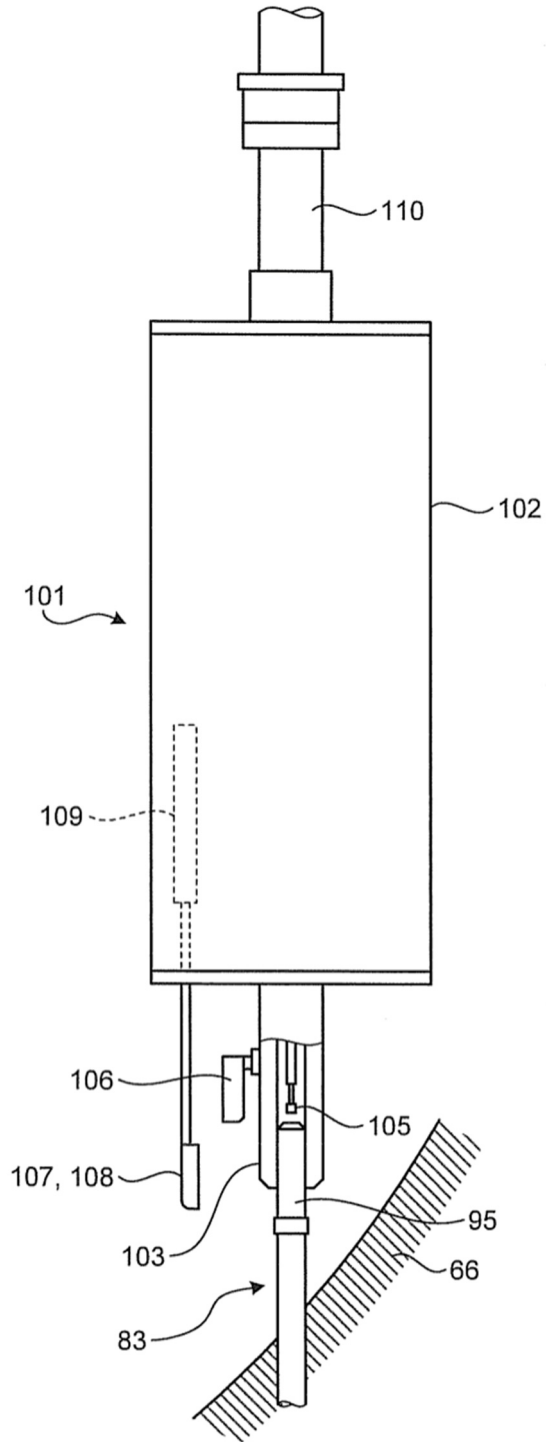


FIG.11

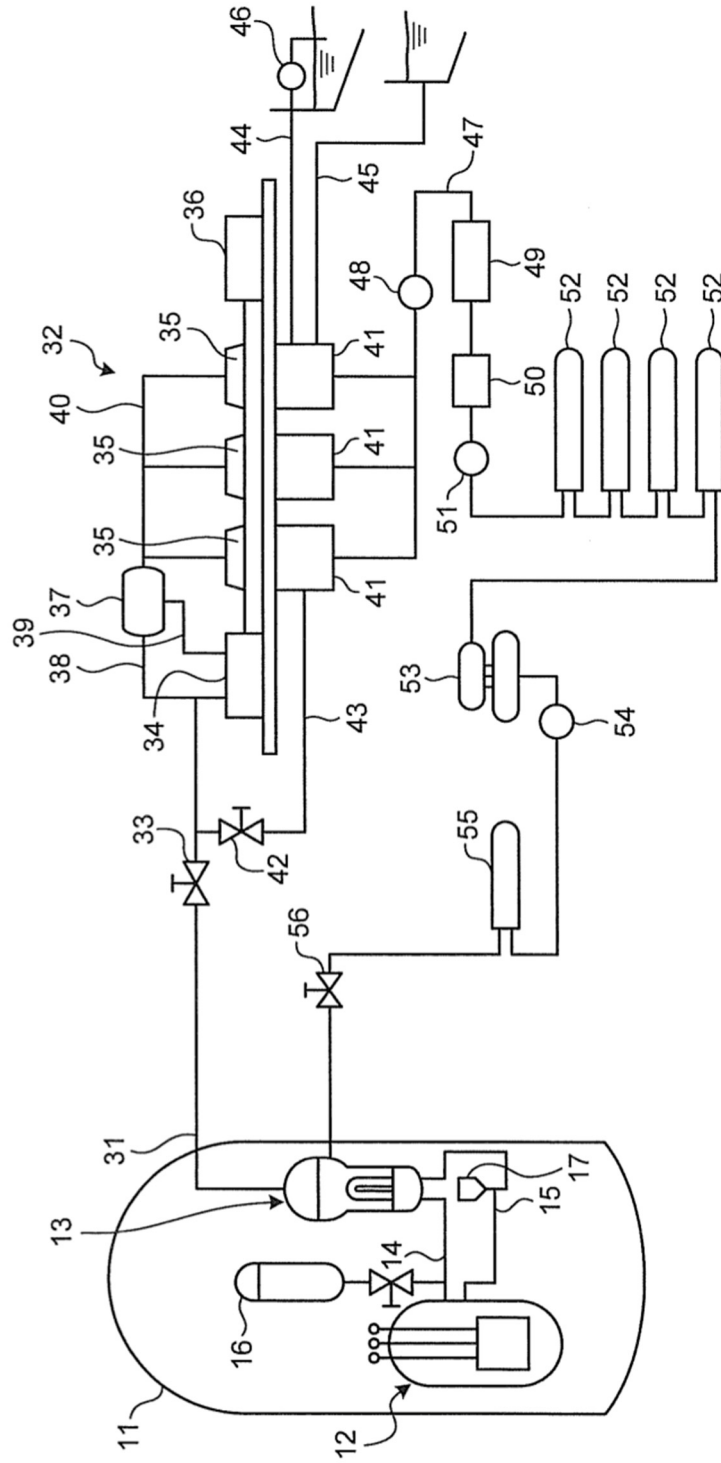


FIG.12

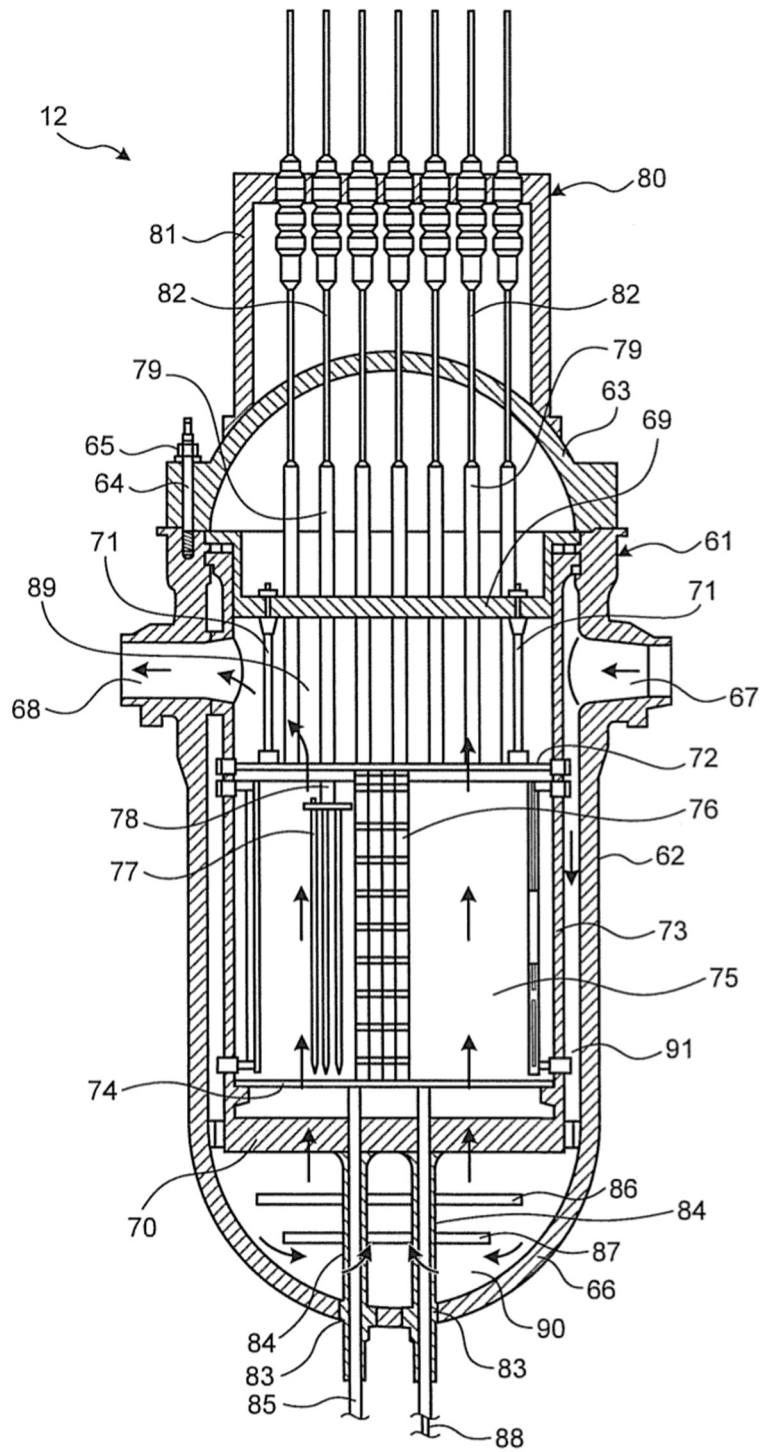


FIG.13

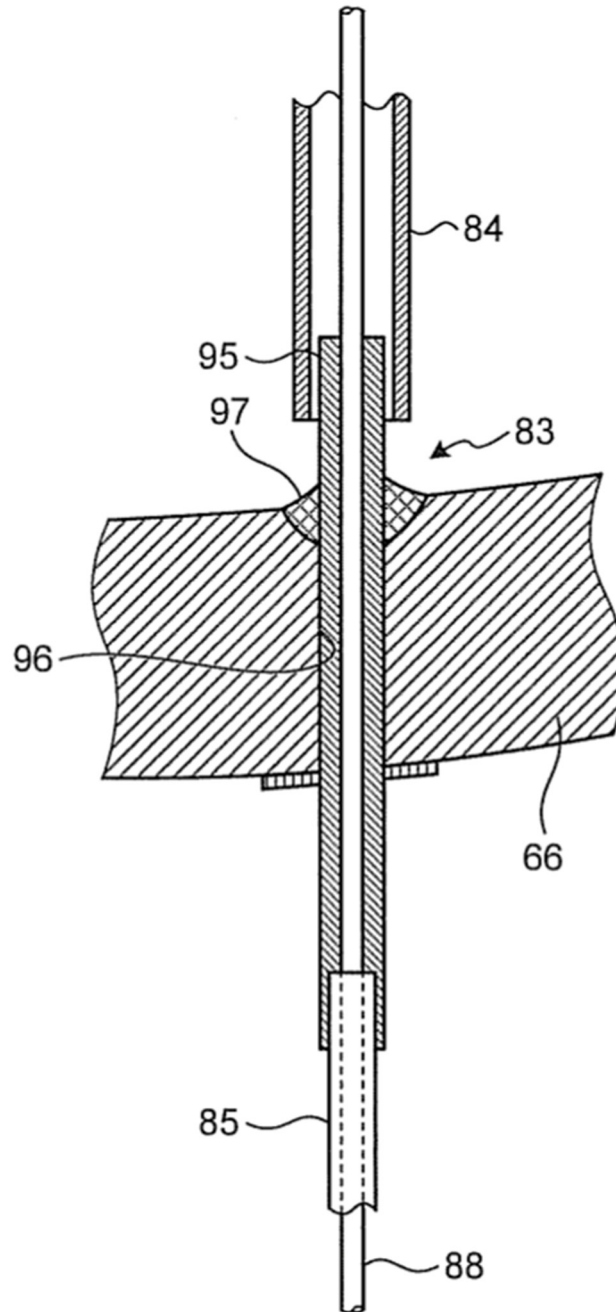


FIG.14

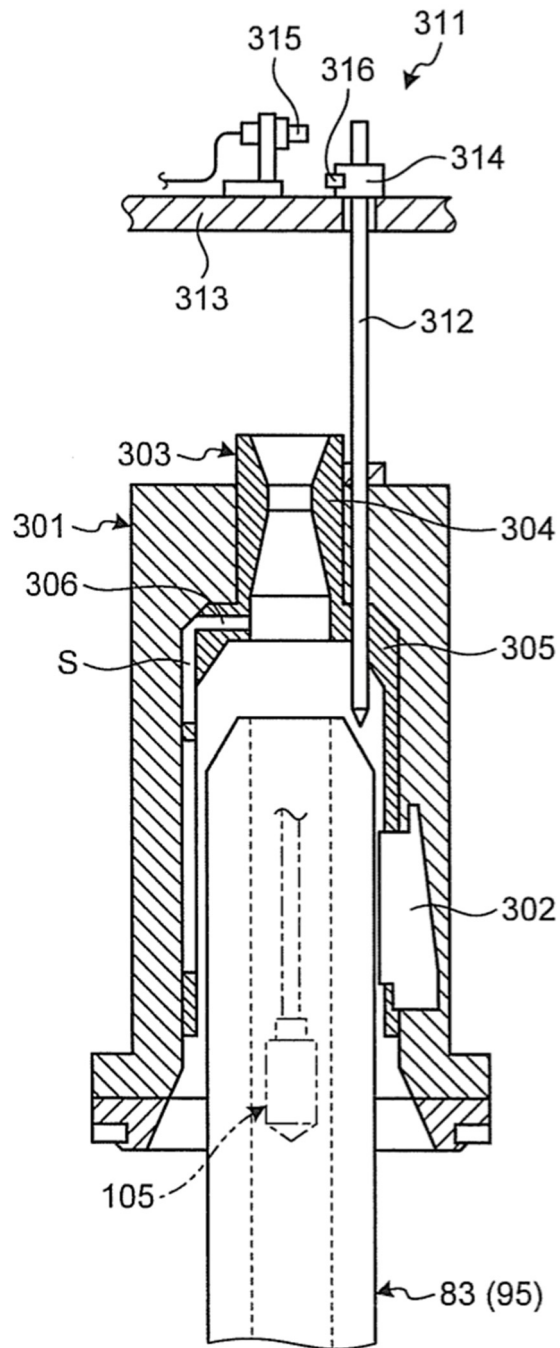


FIG.15

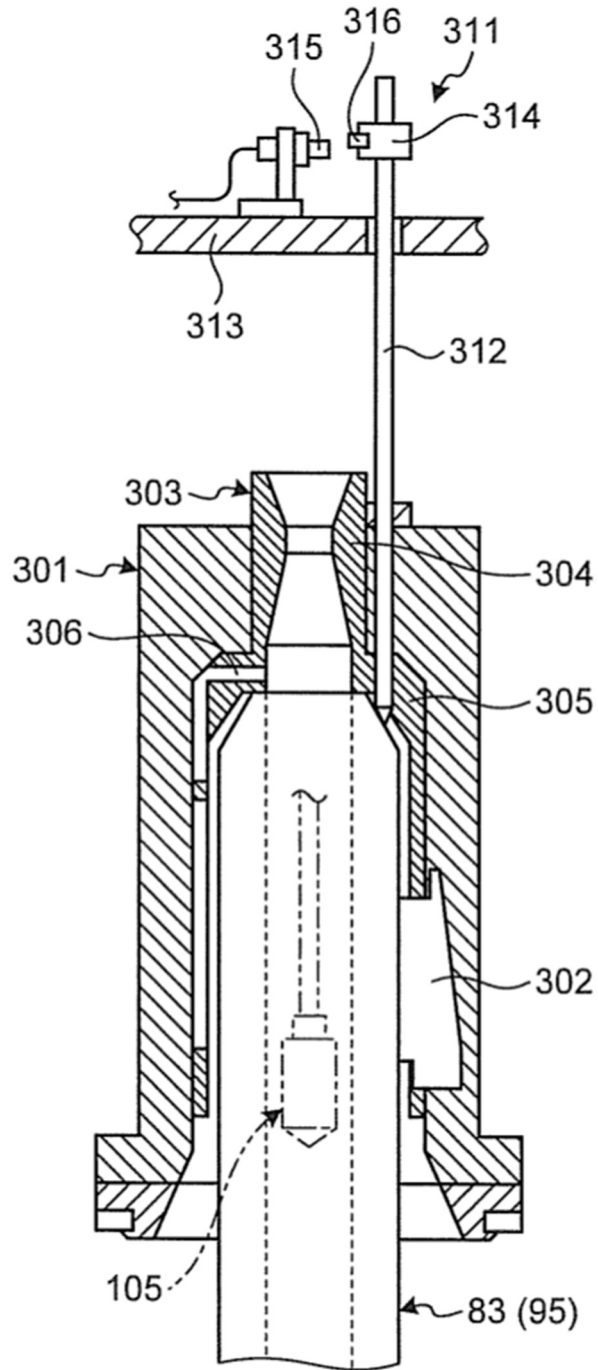


FIG.16

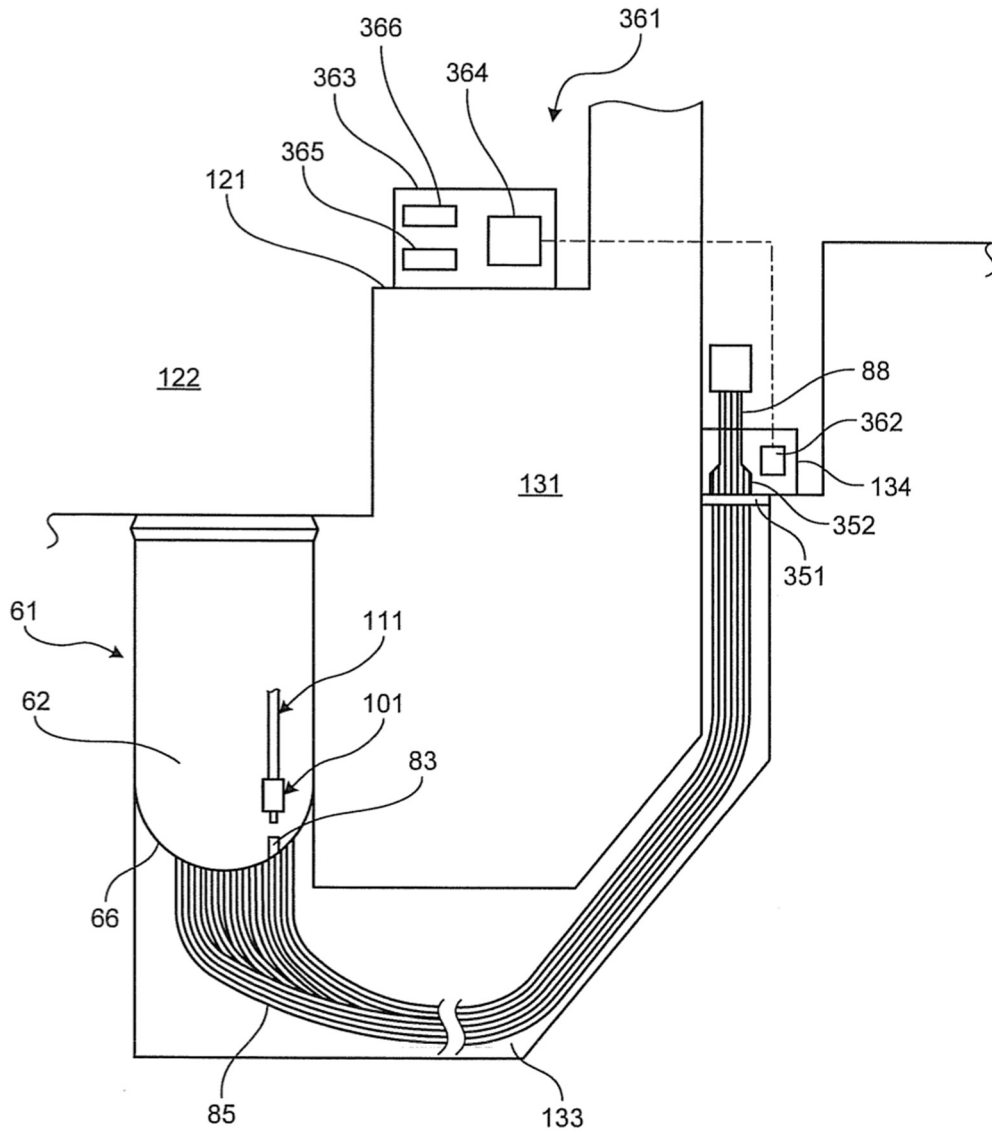


FIG.17

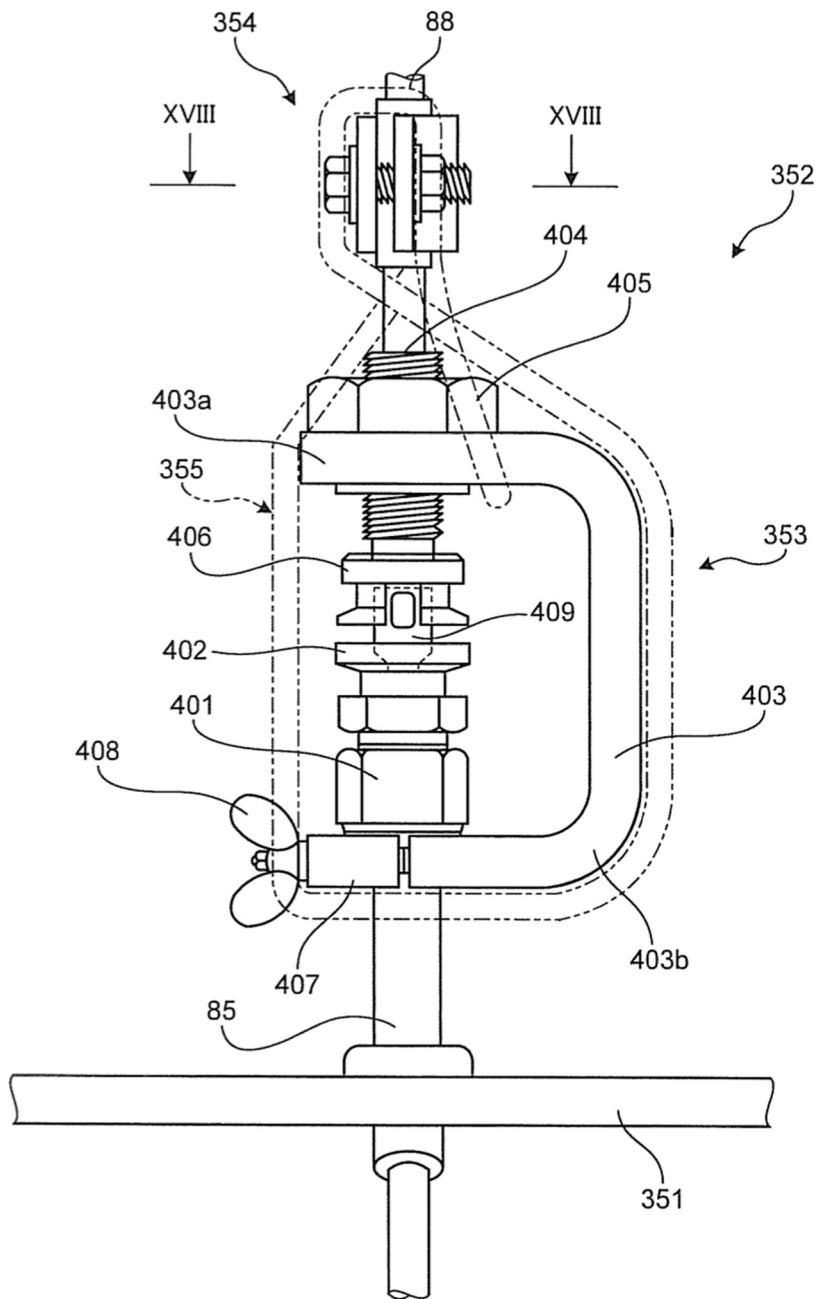


FIG.18

