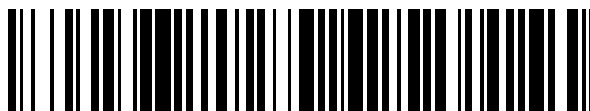


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 914**

51 Int. Cl.:

F04F 5/54 (2006.01)

F16L 55/16 (2006.01)

G21C 15/25 (2006.01)

G21C 17/017 (2006.01)

G21C 19/14 (2006.01)

G21C 17/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2011 E 11192764 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016 EP 2463527**

54 Título: **Procedimiento de reparación de la tubería de medida de una bomba de chorro**

30 Prioridad:

10.12.2010 JP 2010276188

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

04.05.2017

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (100.0%)
1-1 Shibaura 1-chome
Minato-kuTokyo 105-8001, JP**

72 Inventor/es:

**MINATO, YUKI;
YASUDA, TOSHIHIRO;
KINUGASA, KUNIIHIKO;
MORI, HAJIME;
YAMAMOTO, SATOSHI;
SUZUKI, JUN y
MITSUHASHI, TADAHIRO**

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 610 914 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

Procedimiento de reparación de la tubería de medida de una bomba de chorro

5 **Campo**

Los modos de realización descritos en este documento se refieren generalmente a un procedimiento de reparación de la tubería de medida de una bomba de chorro para reparar una tubería de medida dispuesta en un difusor de una bomba de chorro en un reactor de agua en ebullición.

10

Antecedentes

Un reactor de agua en ebullición convencional adopta un denominado sistema de bomba de chorro obtenido mediante la combinación de bombas de recirculación instaladas fuera de una vasija de presión del reactor y bombas de chorro instaladas dentro de la vasija de presión del reactor para incrementar la densidad de potencia.

15

Como se ilustra en la Fig. 13, una pluralidad de bombas de chorro 4 están dispuestas según intervalos iguales en la dirección circunferencial entre una vasija de presión 1 del reactor y una envolvente 2 que están instaladas verticalmente en una parte descendente 3. Como se ilustra en la Fig. 14, que es una vista ampliada de la parte principal de la Fig. 13, cada una de las bombas de chorro 4 tiene una tubería ascendente 5. La tubería ascendente 5 está fijada a la vasija de presión 1 del reactor e introduce refrigerante suministrado desde una boquilla de entrada de recirculación 6 de una bomba de recirculación hacia la vasija de presión del reactor.

20

Un par de codos 7A y 7B están conectados a la parte superior de la tubería ascendente 5 a través de una pieza de transición 14. Un par de cuellos de entrada 9A y 9B están conectados respectivamente al par de codos 7A y 7B a través de un par de boquillas de mezcla 8A y 8B. Unos difusores 10A y 10B están conectados respectivamente al par de cuellos de entrada 9A y 9B.

25

En la siguiente descripción, los cuellos de entrada 9A, 9B y los difusores 10A, 10B son denominados colectivamente como "cuello de entrada 9" y "difusor 10" cuando no se diferencia entre ellos.

30

La medida del caudal de las bombas de chorro 4 durante el funcionamiento normal es importante para el control de potencia de la central nuclear. Por ello, se disponen tuberías de medida 11 en las partes superior e inferior de cada uno de los difusores 10A y 10B. Las tuberías de medida 11 se utilizan para medir la diferencia en la presión estática entre las partes superior e inferior del difusor 10 durante el funcionamiento, y el valor de medida obtenido es calibrado con un valor de calibración que se ha medido previamente antes del uso de la planta, de modo que se calcula el caudal de las bombas de chorro 4.

35

Cada una de las tuberías de medida 11 está soldada a orificios de presión estática formados en las partes superior e inferior del difusor 10 y está soldada de manera que es soportada por unos bloques 12 y un soporte 13 (Fig. 15) que son miembros de soporte fijados al difusor 10. Como se ilustra en las Figs. 16A y 16B, las tuberías de medida 11 están dispuestas en la parte inferior de las bombas de chorro 4 de un modo complicado y están conectadas a tuberías fuera del reactor a través de boquillas de medida 15 de bomba de chorro. Las boquillas de medida 15 de bomba de chorro se disponen en dos posiciones simétricas en una sección transversal horizontal de la vasija de presión 1 del reactor.

40

45

Las bombas de chorro 4 que tienen la configuración descrita anteriormente están expuestas a condiciones más severas que otro equipamiento debido a la alta temperatura de alrededor de 300 °C y al flujo de agua de refrigeración a alta velocidad/alto caudal bombeado desde unas bombas de recirculación no ilustradas. Por tanto, se aplica una gran carga a cada uno de los miembros de las bombas de chorro 4. Especialmente, las tuberías de medida 11 están sometidas a grandes tensiones debido a que se ven afectadas, bien directamente o a través de los bloques 12 y los soportes 13, por la vibración de fluido generada por el flujo del agua de refrigeración a alta velocidad/alto caudal del difusor 10 bombeada desde las bombas del difusor. Como resultado, hasta ahora se han producido múltiples roturas de tubería. Dicha rotura de las tuberías de medida 11 hace imposible medir el caudal de las bombas de chorro 4, lo que constituye un problema para el control de potencia del reactor, de modo que se debe proceder rápidamente a la reparación.

50

55

Como se ilustra en la Fig. 16B, las tuberías de medida 11 están dispuestas en un espacio anular 16 estrecho entre la vasija de presión 1 del reactor y la envolvente 2. Las tuberías ascendentes 5, los cuellos de entrada 9, y similares están dispuestos encima de las tuberías de medida 11, tal como se ilustra en la Fig. 14. La parte que se extiende horizontalmente (Fig. 15) de la tubería de medida 11 cerca de los soportes 13 es la más cercana a la envolvente 2, y el intervalo entre la tubería de medida 11 y la envolvente 2 en esta parte es inferior a 150 mm.

60

Además, la parte de cuerpo intermedia de la envolvente 2 queda suspendida encima de la parte que se extiende horizontalmente de la tubería de medida 11. Esto limita mucho la forma y tamaño de una herramienta de reparación para la tubería de medida 11 y un procedimiento de reparación aplicado a la tubería de medida 11, lo que hace que el trabajo de reparación sea difícil de llevar a cabo.

65

Además, el lugar alrededor de las tuberías de medida 11 es un área de alta radiación, de modo que resulta muy difícil que los trabajadores accedan a la parte que se va a reparar. Por tanto, bajo las actuales circunstancias, no existe más alternativa que llevar a cabo el trabajo de reparación de manera remota para las tuberías de medida 11 desde justo encima del núcleo del reactor sumergido bajo el agua.

5 Como ejemplo del procedimiento de reparación para la tubería de medida 11 que tiene la configuración anterior, existe un procedimiento conocido que utiliza una máquina de soldar en un entorno obtenido drenando el agua del reactor y un procedimiento utilizando una máquina subacuática de soldadura por láser (véase, por ejemplo, el Documento de Patente 1: Patente japonesa N° 4,298,527 y el Documento de Patente 2: Solicitud de patente japonesa publicada N° 2004-209515).

10 La mayor parte de los eventos de rotura en las tuberías de medida 11 descritos anteriormente se producen en las partes soldadas entre las tuberías de medida 11 y los bloques 12, y se han propuesto solo algunos procedimientos de reparación que están pensados únicamente para las tuberías de medida 11 dispuestas en la dirección vertical de las bombas de chorro 4.

15 Además, como se ilustra en las Figs. 14 y 15, la posición de instalación de la parte que se extiende horizontalmente de las tuberías de medida 11 es tan estrecha que es difícil llevar a cabo el trabajo de reparación para esta parte con los procedimientos descritos en los Documentos de Patente 1 y 2.

20 Además, los trabajos remotos de reparación subacuáticos son esenciales para la parte que se extiende horizontalmente de las tuberías de medida 11 debido a la dificultad para el trabajo de reparación debido a razones de posición como las descritas anteriormente y debido además al requisito de acortar el tiempo necesario para el proceso de reparación. Por tanto, se ha establecido un procedimiento de reparación que se lleva a cabo de manera remota y subacuática para la rotura de la parte que se extiende horizontalmente de las tuberías de medida 11.

25 Además, el documento US 2008/0247498 A1 se refiere a un procedimiento de reparación de reactores nucleares que incluye una o más líneas sumergidas sin soldadura. El documento JP 2004 209515 describe un procedimiento subacuático de reparación de soldadura para unas tuberías de medida de la bomba de chorro en un reactor nuclear. El proceso incluye quitar una parte de la tubería que incluye la porción dañada, cortando mediante mecanizado electroerosivo en ambos lados en dirección axial de la porción fracturada. Ambas porciones de borde de corte de la tubería de medida de la bomba de chorro se insertan respectivamente en un manguito de soldadura. El manguito de soldadura se suelda mediante láser circunferencialmente con la parte insertada de la tubería de medida de la bomba de chorro, al mismo tiempo que se suministra gas a la periferia exterior del manguito de soldadura correspondiente a la posición insertada y que desplaza el agua del reactor.

30 La presente invención se ha llevado a cabo en vista de la situación anterior, y un objeto de la misma es proporcionar un procedimiento de reparación de una tubería de medida de una bomba de chorro capaz de resolver un evento de rotura que se produce en la parte inferior de una bomba de chorro en la que una tubería de medida se extiende en la dirección horizontal bajo el agua.

35 La presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

40 **Breve descripción de las figuras**

45 Las características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción que sigue de modos de realización específicos ilustrativos de la misma que se describen en conjunto con las figuras adjuntas, en las que:

50 La Fig. 1 es un diagrama de flujo que ilustra un primer modo de realización del procedimiento de reparación de tuberías de medida de bombas de chorro de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización y una tubería de medida cuya parte horizontal se ha roto.

55 La Fig. 3A es una vista lateral que ilustra el lado de la parte de rotura de la tubería de un dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización.

60 La Fig. 3B es una vista frontal de una sección de corte del dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización.

La Fig. 3C es una vista frontal de una herramienta de agarre del dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización.

65 La Fig. 4A es una vista lateral de otro dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización visto desde el lado opuesto de la parte de rotura de tubería.

La Fig. 4B es una vista frontal de otra herramienta de agarre de otro dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización visto desde el lado opuesto de la parte de rotura de tubería.

5 La Fig. 5A es una vista frontal de un dispositivo de corte para soportar la parte cortada utilizado en el primer modo de realización.

La Fig. 5B es una vista frontal de una sección de corte del dispositivo de corte para soportar la parte cortada utilizado en el primer modo de realización.

10 La Fig. 5C es una vista frontal de una guía del dispositivo de corte para soportar la parte cortada utilizado en el primer modo de realización.

La Fig. 6 es una vista en perspectiva que ilustra un estado anterior a la fijación de un elemento de fijación usado en el primer modo de realización.

15 La Fig. 7 es una vista en perspectiva ampliada que ilustra un estado en el que un elemento de fijación del primer modo de realización ha sido fijado.

20 La Fig. 8 es una vista en sección transversal de una tubería de conexión hecha de una aleación con memoria de forma utilizada en el primer modo de realización.

La Fig. 9A es una vista de proceso que ilustra el orden de expansión de un accionador en la tubería de conexión de aleación con memoria de forma de la Fig. 7.

25 La Fig. 9B es una vista de proceso que ilustra el orden de expansión de un accionador en la tubería de conexión de aleación con memoria de forma de la Fig. 7, que muestra un estado posterior al estado mostrado en la Fig. 9A.

La Fig. 9C es una vista de proceso que ilustra el orden de expansión de un accionador en la tubería de conexión de aleación con memoria de forma de la Fig. 7, que muestra un estado posterior al estado mostrado en la Fig. 9B.

30 La Fig. 10 es una vista en perspectiva que ilustra un calentador para calentar la tubería de conexión de aleación con memoria de forma de la Fig. 7.

35 La Fig. 11A es una vista frontal que ilustra la tubería de conexión de una unión pinzada utilizada en un segundo modo de realización.

La Fig. 11B es una vista en sección transversal parcial que ilustra la tubería de conexión de la unión pinzada usada en el segundo modo de realización.

40 La Fig. 12 es una vista en sección transversal ampliada que ilustra la tubería de conexión de soldadura en esquina usada en un tercer modo de realización.

La Fig. 13 es una vista alzada en sección transversal que ilustra esquemáticamente una configuración de un reactor de agua en ebullición convencional.

45 La Fig. 14 es una vista en perspectiva que ilustra de manera ampliada la parte principal de las bombas de chorro de la Fig. 12.

50 La Fig. 15 es una vista alzada que ilustra un estado de instalación convencional de una tubería de medida de una bomba de chorro.

Las Figs. 16A y 16B son vistas de configuración que ilustran una tubería de medida de una bomba de chorro convencional.

55 Descripción detallada

De acuerdo con un modo de realización, un procedimiento de reparación de una tubería de medida de una bomba de chorro repara una parte rota de una tubería de medida fijada horizontalmente a una parte inferior de una bomba de chorro dispuesta en agua de reactor en una vasija de presión del reactor. El procedimiento incluye un paso de corte/extracción de cortar y extraer la tubería de medida incluyendo la parte rota; un paso de retención de retener una tubería de conexión para conectar una tubería de medida restante en la bomba de chorro por medio de un elemento de fijación; y un paso de conexión de conectar los extremos de la tubería de medida restante por medio de la tubería de conexión.

65 A continuación, se describirán modos de realización de un procedimiento de reparación de la tubería de medida de una bomba de chorro según la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

En los siguientes modos de realización, se asignan los mismos números de referencia a las mismas partes que en las Figs. 13 a 16. Además, en los siguientes modos de realización, se describirá un caso en el que se ha producido una rotura en la tubería de medida 11 que está fijada horizontalmente al difusor 10 de la bomba de chorro 4 dispuesta en el agua del reactor en la vasija de presión 1 del reactor instalada verticalmente y en que se lleva a cabo la reparación de la parte rota.

(Primer modo de realización)

La Fig. 1 es un diagrama de flujo que ilustra un primer modo de realización del procedimiento de reparación de tuberías de medida de bombas de chorro de acuerdo con la presente invención. Este diagrama de flujo es un diagrama de flujo del proceso de reparación aplicado cuando se produce una rotura de la parte horizontal de la tubería de medida 11.

Como se ilustra en la Fig. 1, el procedimiento de reparación de acuerdo con el presente modo de realización a grandes rasgos incluye el paso S1 de cortar y extraer la tubería de medida 11 y el soporte 13, el paso S2 de fijar un elemento de fijación, y el paso S3 de conectar la tubería de medida 11.

A continuación, se describirá un dispositivo de corte utilizado en el paso S1.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente un dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización y la tubería de medida cuya parte horizontal se ha roto. La Fig. 3A es una vista lateral que ilustra el lado de la parte rota de la tubería de un dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización. La Fig. 3B es una vista frontal de una sección de corte del dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización. La Fig. 3C es una vista frontal de una herramienta de agarre del dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización. La Fig. 4A es una vista lateral de otro dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización visto desde el lado opuesto de la parte de rotura de tubería. La Fig. 4B es una vista frontal de otra herramienta de agarre de otro dispositivo de corte utilizado en el primer modo de realización visto desde el lado opuesto de la parte de rotura de tubería. La Fig. 5A es una vista frontal de un dispositivo de corte para soportar la parte cortada utilizado en el primer modo de realización. La Fig. 5B es una vista frontal de una sección de corte del dispositivo de corte para soportar la parte cortada utilizado en el primer modo de realización. La Fig. 5C es una vista frontal de una guía del dispositivo de corte para soportar la parte cortada utilizado en el primer modo de realización. Nótese que se supone que los dispositivos de corte ilustrados en las Figs. 2 y 3 son los mismos aunque sus formas exteriores difieren ligeramente entre sí en las figuras.

Como se ilustra en las Figs. 2, 3A, 3B y 3C, un dispositivo de corte 24 tiene una sección de guía 25 para guiar la tubería de medida 11 que se va a cortar, una herramienta de agarre 26 para agarrar la tubería de medida 11 guiada por la parte de guía 25, y una sección de corte 27 para cortar la tubería de medida 11 cerca de la porción agarrada por la herramienta de agarre 26.

El dispositivo de corte 24 está dotado además de una herramienta de elevación 20 capaz de moverse hacia arriba y abajo en el reactor. La herramienta de elevación 20 se utiliza para desplazar el dispositivo de corte 24 hasta la parte de rotura de la tubería de medida 11 comprobando los alrededores del dispositivo de corte 24 con una cámara remota, etc. El dispositivo de corte 24 tiene un grosor de 100 mm o menos, de modo que es fácil que el dispositivo de corte se desplace hacia abajo hasta la parte de rotura de la tubería de medida 11, y permite el trabajo de corte en una porción estrecha entre la envolvente 2 y el difusor 10.

Similarmente, como se ilustra en las Figs. 4A y 4B, otro dispositivo de corte 24a tiene una sección de guía 25a para guiar la tubería de medida 11, una herramienta de agarre 26a para agarrar la tubería de medida 11 guiada por la parte de guía 25a, y una sección de corte 27a para cortar la tubería de medida 11 cerca de la porción agarrada por la herramienta de agarre 26a.

Además, como se ilustra en las Figs. 5A, 5B y 5C, un dispositivo de corte 24b para cortar el soporte 13 tiene una sección de guía 25b para guiar el soporte 13, una herramienta de agarre 26b para agarrar el soporte 13 guiado por la parte de guía 25b, y una sección de corte 27b para cortar el soporte 13 cerca de la porción agarrada por la herramienta de agarre 26b.

Es decir, el presente modo de realización tiene dos tipos de dispositivos de corte 24 y 24a (Figs. 3 y 4) para cortar la tubería de medida 11 y tiene un dispositivo de corte 24b (Fig. 5) para cortar el soporte 13. Estos dispositivos de corte 24, 24a, 24b tienen las secciones de guía 25, 25a, y 25b con diferentes formas una de otra y herramientas de agarre 26, 26a, y 26b formadas cada una en forma similar a unas tijeras para agarrar la tubería de medida 11 o el soporte 13. El uso de estos dispositivos de corte 24, 24a, y 24b permite que la operación de corte se lleve a cabo en una posición precisa en una postura estable con respecto de la tubería de medida 11 o el soporte 13.

Ahora, se describirá el funcionamiento detallado del paso S1 de corte de la tubería de medida 11 y el soporte 13.

En el paso S1a, los dispositivos de corte 24 o 24b que se ilustran en las Figs. 2, 5A, 5B y 5C se establecen en el soporte 13 de la tubería de medida 11. Posteriormente, en el paso S1b, se usan las herramientas de agarre 26 o 26b para

agarrar la tubería de medida 11 y el soporte 13. Además, en el paso S1c, la tubería de medida 11 y el soporte 13 son cortados por las secciones de corte 27 o 27b de los dispositivos de corte 24 o 24b. Después de ello, se recogen las partes cortadas de la tubería de medida 11 y el soporte 13.

5 Como se ha descrito anteriormente, en el paso S1, los dispositivos de corte 24 o 24b se establecen en el soporte 13, las herramientas de agarre 26 o 26b del dispositivo de corte 24 o 24b se utilizan para agarrar la tubería de medida 11 y el soporte 13, respectivamente, y la tubería de medida 11 y el soporte 13 son cortados respectivamente por las secciones de corte 27 o 27b, seguido de la recogida de las partes cortadas de la tubería de medida 11 y el soporte 13.

10 Es decir, después de cortar la tubería de medida 11 y el soporte 13 alrededor de la parte de rotura, el dispositivo de corte 24 o 24b recoge las muestras cortadas (tubería de medida 11 y el soporte 13) al mismo tiempo que los agarra mediante las herramientas de agarre 26 o 26b. Las herramientas de agarre 26 o 26b, que normalmente son accionadas mediante un suministro de aire, están dotadas cada una de un miembro de elasticidad tal como un resorte como una función auxiliar. Por tanto, incluso si se interrumpe el suministro de aire, las herramientas de agarre pueden agarrar las muestras cortadas mediante la fuerza elástica del resorte para la recogida sin que caigan en el reactor.

15 La sección de corte 27 incluida en el dispositivo de corte 24 puede adoptar como procedimiento de corte el mecanizado electroerosivo o el mecanizado mecánico. Después de que la tubería de medida 11 y el soporte 13 hayan sido cortados por el dispositivo de corte 24 o 24b, se utiliza una pieza de tramo 28 para complementar la parte cortada. La pieza de tramo 28 se deforma para adaptarse a la forma de la parte rota a reparar de la tubería de medida 11. Además, aunque la pieza de tramo 28 del presente modo de realización puede tener una forma similar a la tubería de medida 11, puede tener una forma diferente. Es decir, solo es necesario que la pieza de tramo 28 tenga una forma tubular capaz de complementar la parte cortada de la tubería de medida 11.

20 A continuación, se describirá el funcionamiento detallado del paso S2 de fijación de un elemento de fijación.

La Fig. 6 es una vista en perspectiva que ilustra un estado anterior a la unión de un elemento de fijación utilizado en el primer modo de realización. La Fig. 7 es una vista en perspectiva ampliada que ilustra un estado en el que se ha fijado un elemento de fijación utilizado en el primer modo de realización.

25 En el paso S2a, se establece un elemento de fijación 29 que retiene la pieza de tramo 28, a cuyos dos extremos están respectivamente conectadas tuberías de conexión 30 hechas de una aleación con memoria de forma (SMA, Shape Memory Alloy), en la parte restante del soporte 13 usando una herramienta de elevación no ilustrada, como se ilustra en la Fig. 6. Posteriormente, en el paso S2b, se aprieta un perno (no mostrado) del elemento de fijación 29 para fijar el elemento de fijación 29 a la parte restante del soporte 13, como se ilustra en la Fig. 7.

30 Es decir, en el paso S2, el elemento de fijación 29 se establece en el soporte 13 del difusor 10 de la bomba de chorro 4 y luego se fija al mismo. La pieza de tramo 28 es elevada hasta la parte rota de la tubería de medida 11 al mismo tiempo que es retenida por el elemento de fijación 29, como se ilustra en las Figs. 6 y 7. La posición objetivo de la pieza de tramo 28 en la dirección de la altura y en la dirección circunferencial es calculada utilizando la parte restante del soporte 13.

35 Por tanto, la pieza de tramo 28 es retenida por el elemento de fijación 29 capaz de retener de forma segura la pieza de tramo 28, y esta pieza de tramo 28 es añadida a la pieza cortada de la tubería de medida 11. Las tuberías de conexión 30 que están hechas cada una de una aleación con memoria de forma que tiene unas características que, cuando se calienta y alcanza una cierta temperatura, su forma retorna a su forma original, se conectan respectivamente a ambos extremos de la pieza de tramo 28, como se ilustra en la Fig. 6.

40 Como se ha descrito anteriormente, el paso S2 es un paso de retención donde se utiliza el elemento de fijación 29 para retener las tuberías de conexión 30 para la conexión de los extremos cortados de la tubería de medida 11 a la bomba de chorro 4.

A continuación, se describirá el funcionamiento detallado del paso S3 de conectar los extremos cortados de la tubería de medida 11.

45 La Fig. 8 es una vista en sección transversal de la tubería de conexión hecha de una aleación con memoria de forma utilizada en el primer modo de realización. Las Figs. 9A, 9B y 9C son vistas de proceso que ilustran el orden de expansión de un accionador en la tubería de conexión de aleación con memoria de forma de la Fig. 8. La Fig. 10 es una vista en perspectiva que ilustra un calentador para calentar la tubería de conexión de aleación con memoria de forma de la Fig. 8.

50 Las tuberías de conexión 30 hechas cada una de una aleación con memoria de forma que tiene unas características tales que, cuando se calienta y alcanza una cierta temperatura, su forma retorna a su forma original, se conectan a ambos extremos de la pieza de tramo 28, y el extremo de la tubería de medida 11 existente cortada se inserta en el extremo de cada tubería de conexión 30 para su conexión (paso S3a).

Como se ilustra en la Fig. 8, la tubería de conexión 30 de aleación con memoria de forma tiene un accionador 17 y un revestimiento 18 fijado a la superficie circunferencial interior del accionador 17. Como preparación previa, la tubería de conexión 30 de aleación con memoria de forma es refrigerada mediante un refrigerante tal como nitrógeno líquido o hielo seco hasta un rango de temperatura donde el accionador 17 es deformable.

5 Entonces, como se ilustra en las Figs. 9A y 9B, en un estado en el que el accionador 17 ha sido enfriado, se inserta un miembro de varilla 19 que tiene una parte inferior ahusada en el accionador 17 al mismo tiempo que se aplica una carga predeterminada para expandir el diámetro interior del accionador 17 hasta un tamaño capaz de alojar el revestimiento 18 que tiene una pluralidad de porciones de enganche 18a en la circunferencia interior del mismo (véase la Fig. 9C). El diámetro interior del revestimiento 18 se ajusta a un tamaño que permite una fácil inserción de la tubería de medida 11. Finalmente, el revestimiento 18 se inserta en el accionador 17 expandido.

Entonces, el extremo de la tubería de medida 11 rota se inserta en cada una las tuberías de conexión 30 de aleación con memoria de forma así preparadas desde ambos extremos de los accionadores 17 utilizando una herramienta de agarre de control remoto o similar.

Posteriormente, en el paso S3b, se instala en el reactor un calentador 31 para calentar uniformemente la superficie exterior de la tubería de conexión 30 de aleación con memoria de forma, como se ilustra en la Fig. 9, cuando se completa la inserción del extremo de la tubería de medida 11 rota, y se utiliza el calentador 31 para calentar el accionador 17 hasta que se restaura el tamaño del accionador 17 al tamaño anterior a la expansión.

Como se ilustra en la Fig. 10, el calentador 31 se conforma con una forma obtenida mediante el corte de una tubería en su dirección axial y puede por tanto calentar uniformemente la aleación con memoria de forma 30 que se va a calentar utilizando radiación y convección de calor desde una fuente de calor. Este calentador 31 es fácil de extraer, de modo que puede utilizarse en una porción estrecha en el reactor.

El accionador 17 calentado por el calentador 31 es contraído para comprimir el revestimiento 18 en el accionador 17. Como resultado, las porciones de enganche 18a formadas en la circunferencia interior del revestimiento 18 se clavan en la tubería de medida 11, aumentando así la fuerza de la conexión con la tubería de medida 11 y mejorando la propiedad del sellado (paso S3c).

Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, cuando se produce una rotura de la tubería de medida 11 que está dispuesta horizontalmente en la parte inferior de la bomba de chorro 4 dispuesta en el agua del reactor dentro de la vasija de presión 1 del reactor, la parte rota de la tubería de medida 11 se corta y se extrae, y luego se conectan entre sí los extremos de la tubería de medida 11 cortada por medio de aleaciones con memoria de forma 30 con la pieza de tramo 28 interpuesta entre las aleaciones con memoria de forma 30. Por tanto, este procedimiento puede resolver un evento de rotura que se produce en una porción estrecha de la parte inferior donde la tubería de medida 11 está dispuesta horizontalmente en el agua, mejorando la trabajabilidad del trabajo de conexión para conectar los extremos de la porción cortada, lo que permite una reducción en los períodos de trabajo para la reparación.

Además, de acuerdo con la presente invención, las muestras cortadas por los dispositivos de corte 24 y 24b son recogidas en un estado en el que son retenidas por las herramientas de agarre 26 y 26b, permitiendo que las causas de la rotura sean investigadas en la superficie de rotura de cada muestra.

En el presente modo de realización, después de que se haya cortado la parte rota de la tubería de medida 11, los extremos de la tubería de medida 11 cortada son conectados por medio de las aleaciones con memoria de forma 30 con la pieza de tramo 28 interpuesta entre las aleaciones con memoria de forma 30. Alternativamente, los extremos de la tubería de medida 11 cortada pueden conectarse directamente mediante una aleación con memoria de forma 30 sin intervención de la pieza de tramo 28.

(Segundo modo de realización)

Las Figs. 11A y 11B son una vista frontal y una vista en sección transversal parcial que ilustran la tubería de conexión de una unión pinzada utilizada en un segundo modo de realización.

En el presente modo de realización, la tubería de conexión utilizada en el paso S3 de la Fig. 1 no es la porción de conexión 30 de aleación con memoria de forma (SMA) como se describe en el primer modo de realización, sino una unión pinzada 40 según se ilustra en las Figs. 10A y 10B. Los componentes diferentes de la tubería de conexión son los mismos que los del primer modo de realización.

Como se ilustra en las Figs. 11A y 11B, la unión pinzada 40 está formada por tres partes: un cuerpo de unión 41, una tuerca de unión 42; y un manguito 43.

En primer lugar, cuando un extremo de la tubería de medida 11 rota se inserta en un puerto de inserción de la unión pinzada 40 seguido del apriete de la tuerca de unión 42, un borde de corte del manguito 43 se clava en la tubería de medida 11 para retener la tubería de medida 11 y proporcionar un sellado entre el manguito 43 y la tubería de medida

11. La superficie circunferencial exterior del manguito 43 se une a presión a la superficie ahusada del cuerpo de unión 41 para proporcionar un sellado entre el manguito 43 y el cuerpo de unión 41.

5 Además, el otro extremo de la tubería de medida 11 rota se inserta en el otro puerto de inserción de la unión pinzada 40 seguido del apriete de la tuerca de unión 42, estableciendo así una conexión de la tubería de medida 11 rota. El apriete de la tuerca de unión 42 puede llevarse a cabo utilizando una pequeña llave de trinquete remota, permitiendo el apriete de la tuerca de unión 42 en una porción estrecha del reactor.

10 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención el uso de la unión pinzada 40 como la tubería de conexión permite proporcionar un procedimiento de reparación robusto que tiene un tiempo de preparación corto y un tiempo de reparación corto como en el caso del primer modo de realización.

15 Aunque un extremo y el otro extremo de la tubería de medida 11 rota se conectan directamente entre sí por medio de la unión pinzada 40 en el presente modo de realización, los extremos de la tubería de medida 11 rota pueden conectarse mediante el uso de las uniones pinzadas 40 respectivamente con la pieza de tramo 28 interpuesta entre las uniones pinzadas 40.

(Tercer modo de realización)

20 La Fig. 12 es una vista en sección transversal ampliada que ilustra la tubería de conexión de soldadura en esquina utilizada en un tercer modo de realización.

25 En el presente modo de realización, un extremo y el otro extremo de la tubería de medida 11 cuya parte horizontal se ha roto son soldados por medio de una unión 45 para su conexión.

Se describirá el trabajo de soldadura para soldar un extremo y el otro extremo de la tubería de medida 11 a través de la unión 45.

30 Como se ilustra en la Fig. 12, la unión 45 hecha del mismo material que la tubería de medida 11 se introduce dentro del reactor utilizando una herramienta de agarre por control remoto. Posteriormente, un extremo de la tubería de medida 11 rota se introduce en la unión 45 seguido de una soldadura en esquina en la dirección circunferencial de la tubería de medida 11 para así formar una porción soldada en esquina 46.

35 Después de terminar la conexión entre un extremo de la unión 45 y la tubería 11, el otro extremo de la tubería de medida 11 se inserta en la unión 45 y después se realiza la soldadura para conseguir así la conexión de la tubería de medida 11. En este momento, la soldadura se lleva a cabo por medio de, por ejemplo, soldadura subacuática por láser capaz de llevar a cabo una soldadura de la parte que se extiende horizontalmente de la tubería de medida 11.

40 Como se ha descrito anteriormente, el trabajo de reparación del presente modo de realización requiere únicamente hacer descender una máquina de soldadura subacuática por láser, permitiendo que se lleve a cabo el trabajo de reparación en un espacio estrecho.

45 Aunque un extremo y el otro extremo de la tubería de medida 11 rota se sueldan directamente usando la unión 45 en el presente modo de realización, los extremos de la tubería de medida 11 rota se sueldan con las uniones 45 con la pieza de tramo 28 interpuesta entre las uniones 45.

50 Aunque se han descrito ciertos modos de realización, estos modos de realización han sido descritos a modo de ejemplo únicamente, y no se pretende que limiten el alcance de las invenciones. En efecto, los novedosos modos de realización descritos en este documento pueden implementarse de varias formas diferentes; además, pueden realizarse diferentes omisiones, sustituciones y modificaciones en la forma de los modos de realización descritos en este documento sin apartarse del espíritu de las invenciones. Se pretende que las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes cubran tales formas o modificaciones que están dentro del alcance y espíritu de las invenciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de reparación de una tubería de medida de una bomba de chorro para reparar una parte rota de una tubería de medida (11) que está fijada horizontalmente a una parte inferior de una bomba de chorro (4) dispuesta en el agua de reactor de una vasija de presión (1) del reactor, comprendiendo el procedimiento:
- 5 un paso de corte/extracción (S1c) de cortar y extraer la tubería de medida (11) incluyendo la parte rota y cortar un miembro de soporte (13) para soldar y soportar la tubería (10) de medida a un difusor (10) de la bomba de chorro (4);
un paso de recogida (S1d) de recoger la tubería de medida (11) cortada y extraída y el miembro de soporte (13) después del paso de corte/extracción (S1c);
- 10 un paso de deformación de deformar una pieza de tramo (28) de modo que se adapte a una forma de la parte rota;
- un paso de retención (S2) de fijar un elemento de fijación que retiene la pieza de tramo (28) para complementar la tubería de medida (11) cortada en el paso de corte/extracción (S1) a la parte restante del miembro de soporte que queda después del paso de recogida (S1d), estando conectados ambos extremos de la pieza de tramo (28) a tuberías de conexión (30, 40, 50); y
- 15 un paso de conexión (S3) de conectar los extremos de la tubería de medida (11) restante por medio de las tuberías de conexión (30, 40, 45).
2. El procedimiento de reparación de la tubería de medida de la bomba de chorro de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 20 la tubería de conexión (30) utilizada en el paso de conexión (S3) está hecha de una aleación con memoria de forma.
3. El procedimiento de reparación de la tubería de medida de la bomba de chorro de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 25 la tubería de conexión (40) utilizada en el paso de conexión (S3) está configurada para una unión pinzada constituida por un cuerpo de unión (41), una tuerca de unión (42) y un manguito (43), donde la tubería de medida se inserta en un puerto de inserción de la unión pinzada (40) seguido de apretar la tuerca de unión (42), un borde de corte del manguito (43) se clava en la tubería de medida para retener la tubería de medida y proporcionar un sellado entre el manguito (43) y la tubería de medida, y la superficie circunferencial exterior del manguito (43) se une a presión a una superficie ahusada del cuerpo de unión (41) para proporcionar un sellado entre el manguito (43) y el cuerpo de unión (41).
- 30
4. El procedimiento de reparación de la tubería de medida de la bomba de chorro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde
- 35 un extremo y el otro extremo de la tubería de medida están soldados a través de una unión (45) para su conexión.

FIG. 1

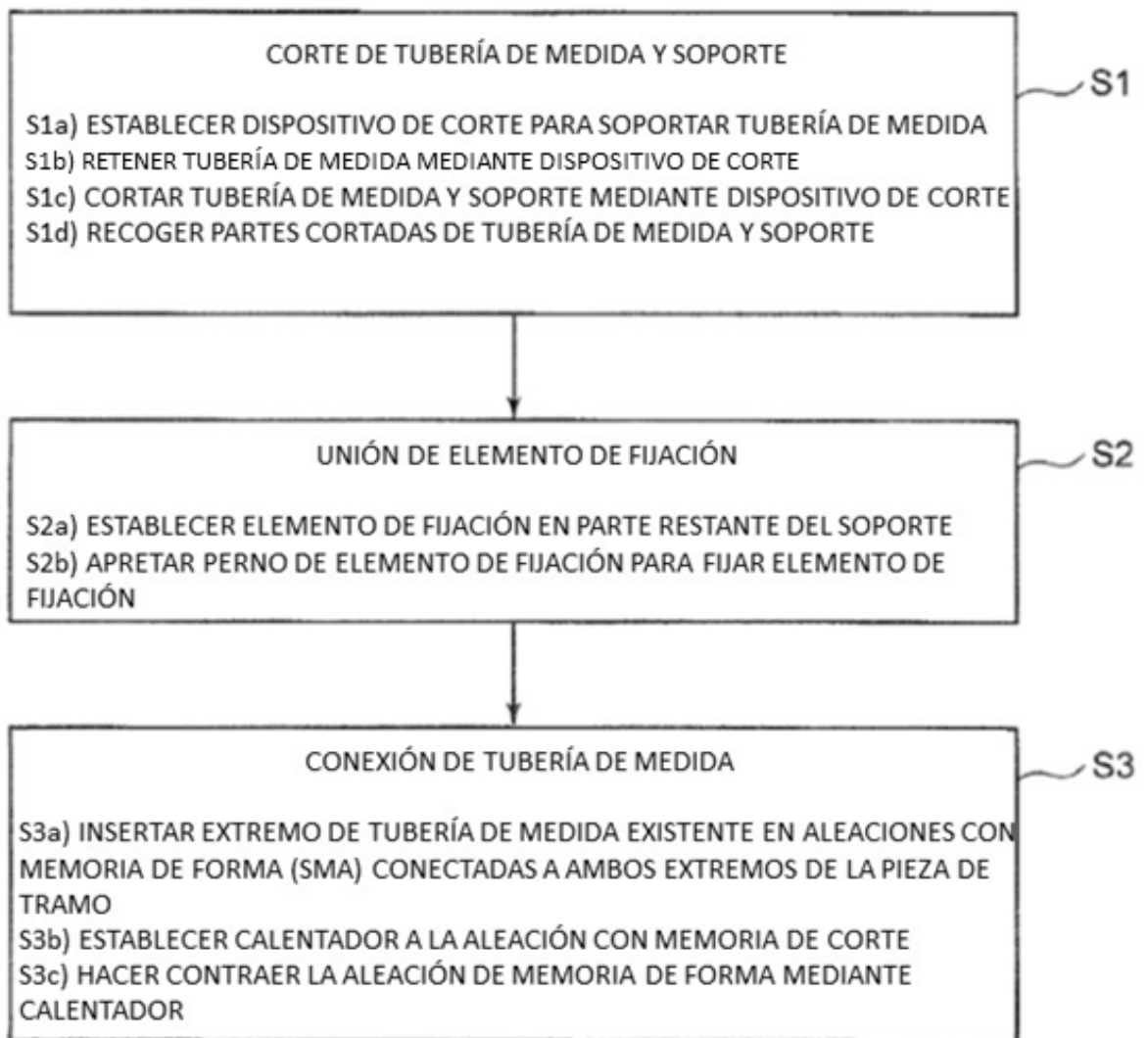


FIG. 2

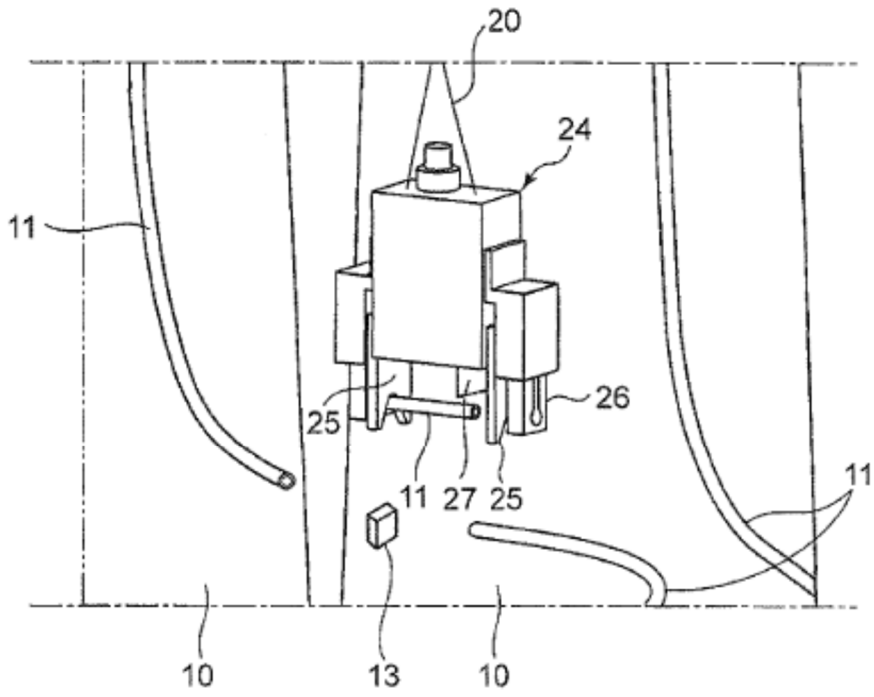


FIG. 3A

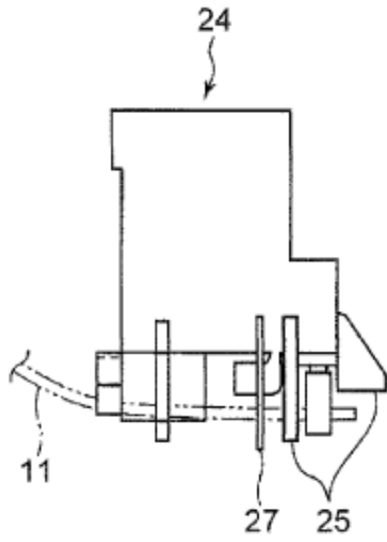


FIG. 3B

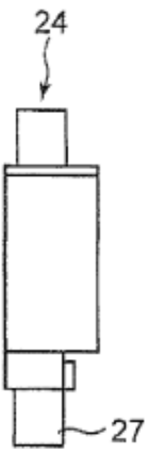


FIG. 3C

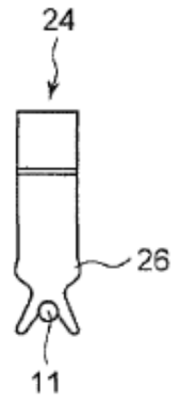


FIG. 4A

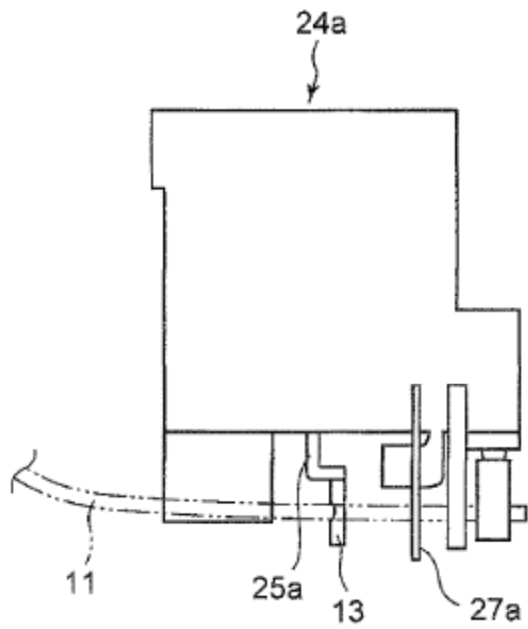


FIG. 4B

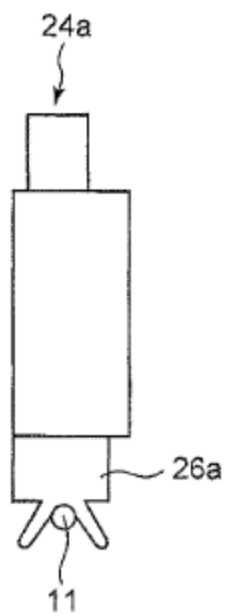


FIG. 5A

FIG. 5B

FIG. 5C

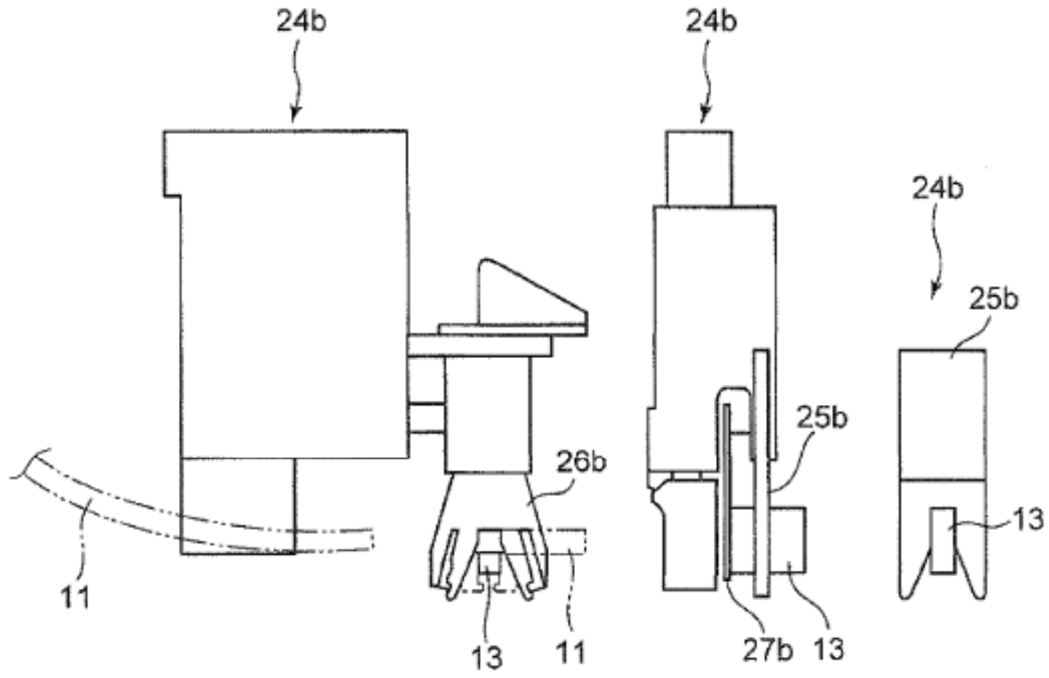


FIG. 6

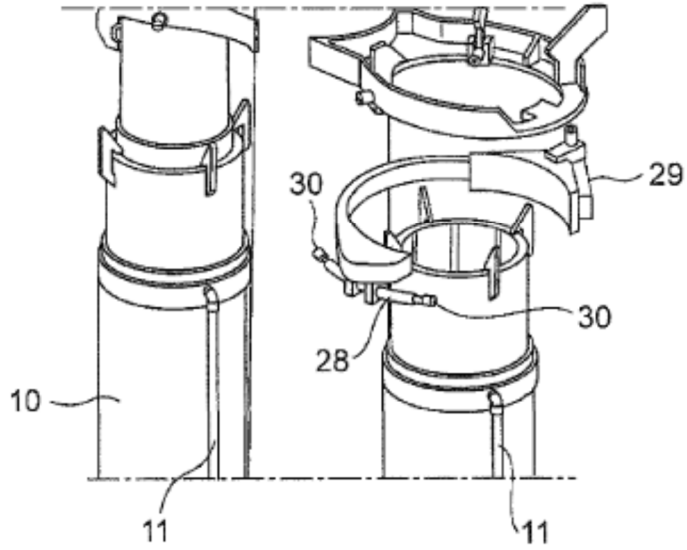


FIG. 7

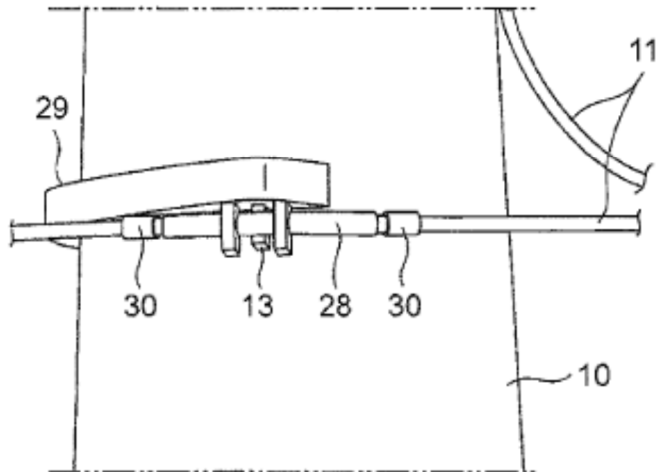


FIG. 8

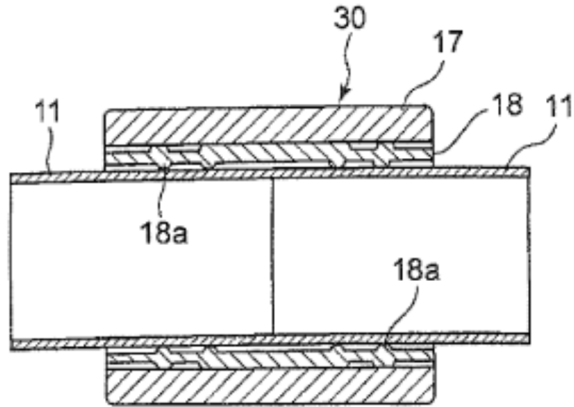


FIG. 9A

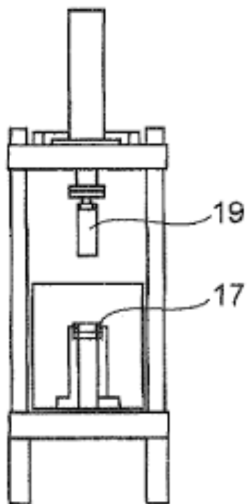


FIG. 9B

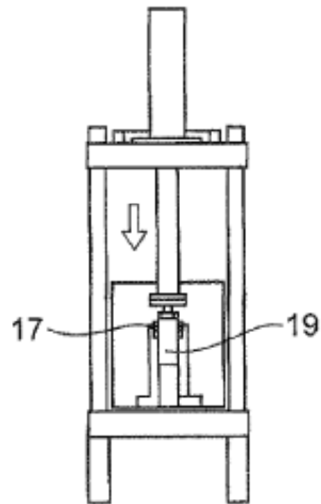


FIG. 9C

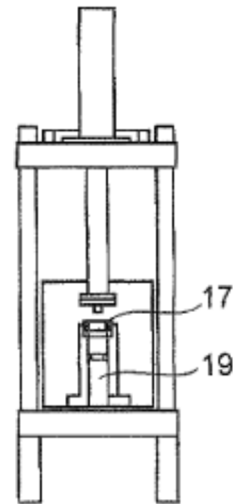


FIG. 10

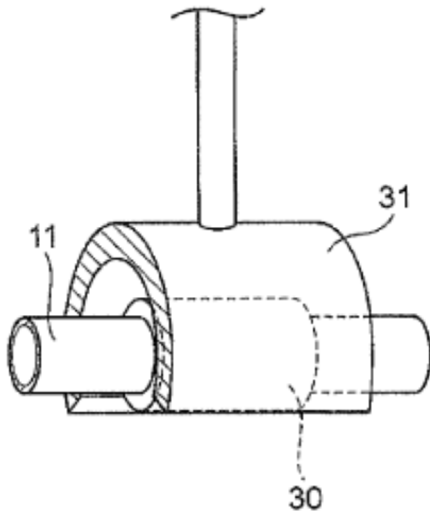


FIG. 11A

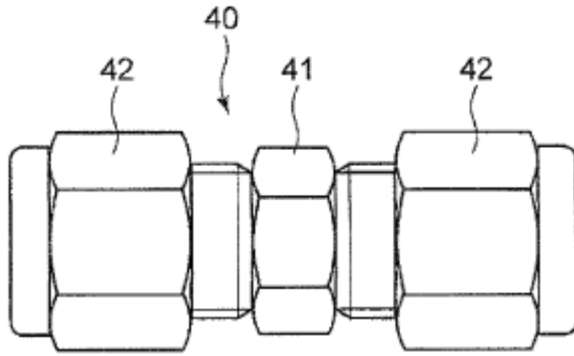


FIG. 11B

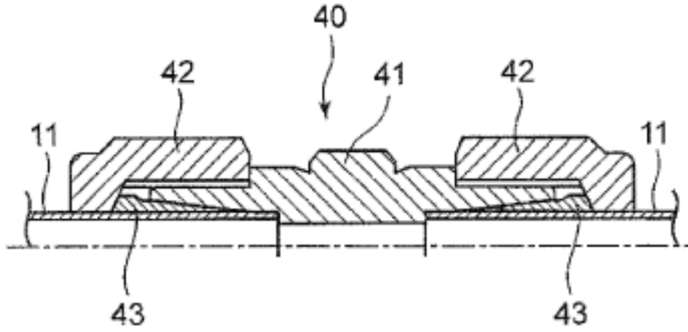


FIG. 12

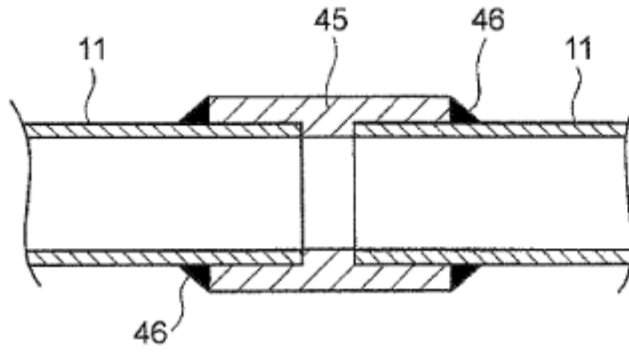


FIG. 1 3

TÉCNICA ANTERIOR

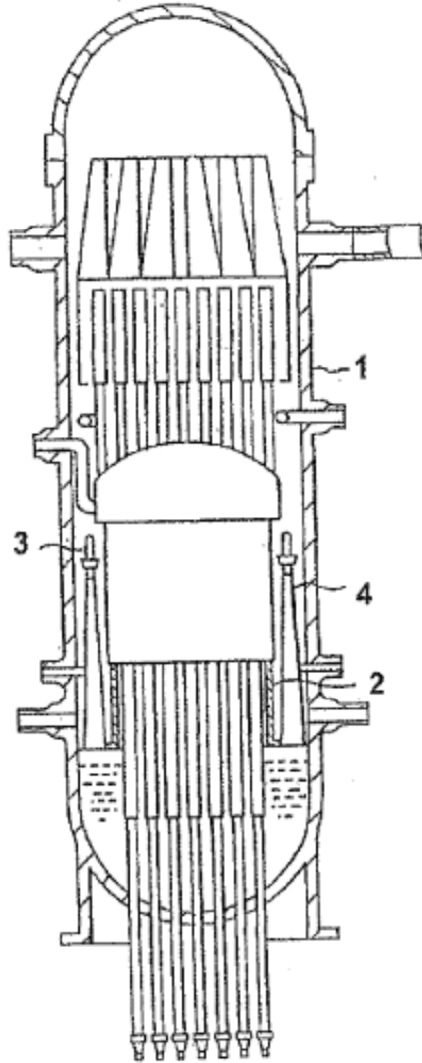


FIG. 1 4

TÉCNICA ANTERIOR

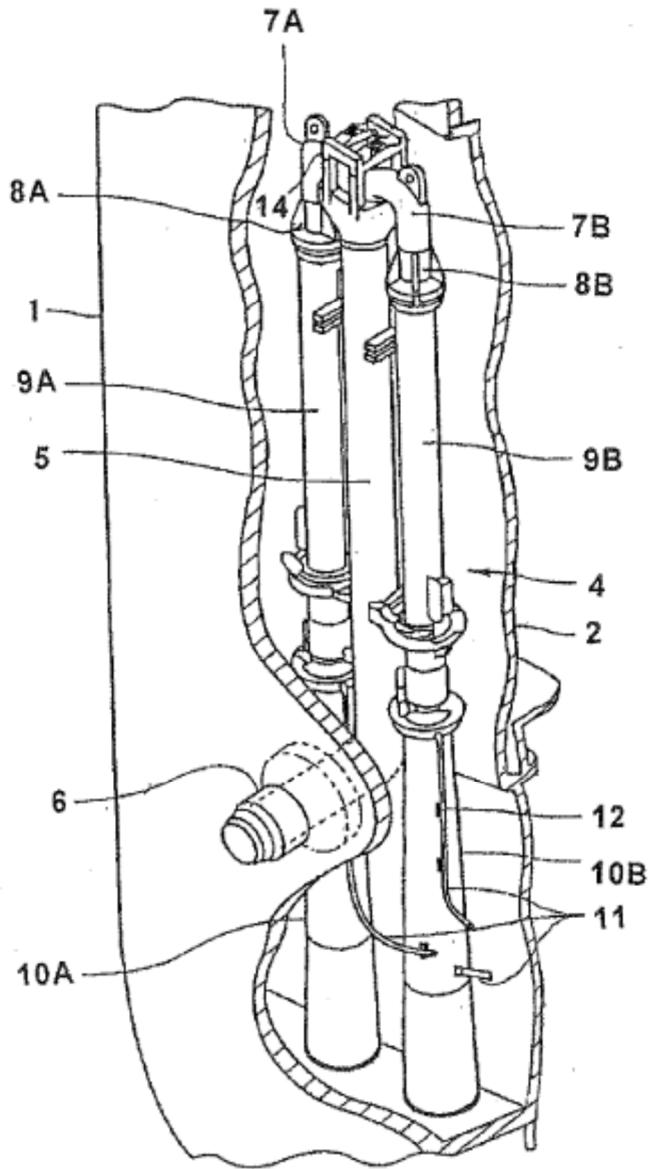


FIG. 1 5

TÉCNICA ANTERIOR

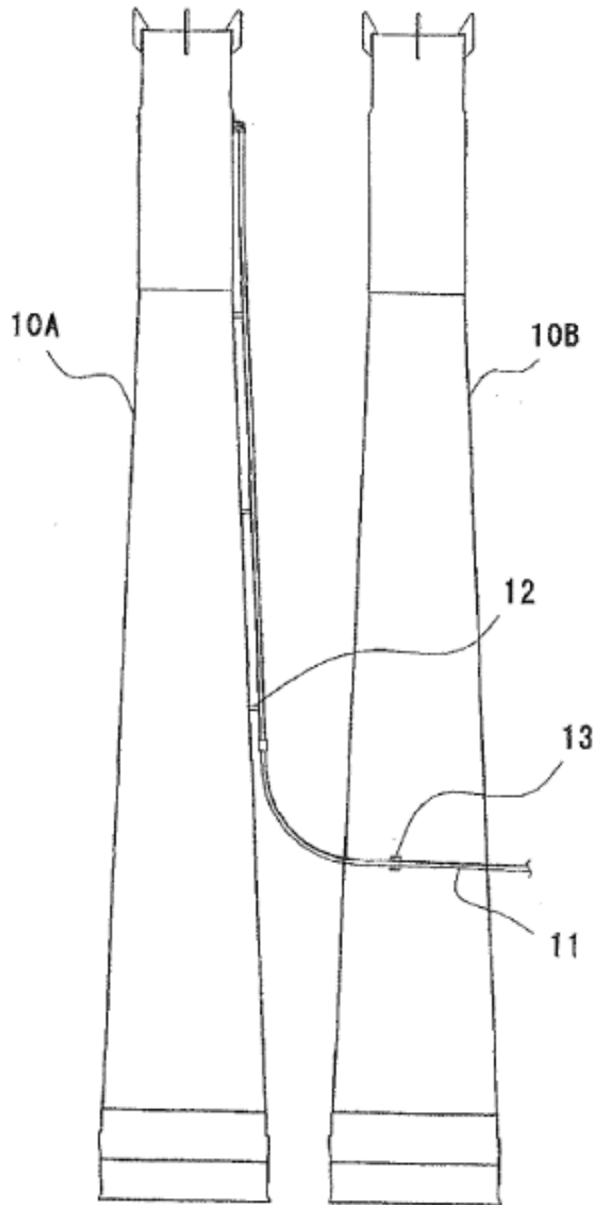


FIG. 16A

TÉCNICA ANTERIOR

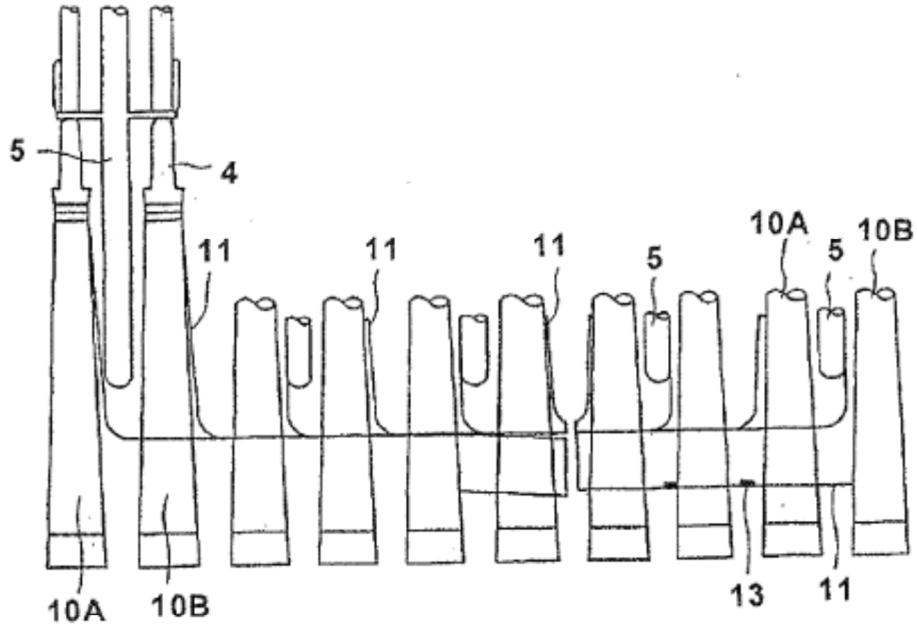


FIG. 16B

TÉCNICA ANTERIOR

