(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 937 964**

(51) Int. CI.:

G01N 23/18 (2008.01)
B23K 31/12 (2006.01)
B23K 37/053 (2006.01)
G01N 23/04 (2008.01)
B23K 101/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2019 PCT/JP2019/015535**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2019 WO19198733**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2019 E 19784726 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2022 EP 3779416**

(54) Título: **Método de conexión de empalme para tuberías largas y método para producir tuberías enrolladas con empalmes**

(30) Prioridad:

13.04.2018 JP 2018077855

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2023

(73) Titular/es:

NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP

(72) Inventor/es:

TSUTO, AKIRA y
KAITANI, HIROYUKI

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Método de conexión de empalme para tuberías largas y método para producir tuberías enrolladas con empalmes

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un método de conexión de empalme para una tubería larga, que puede conectar apropiadamente los empalmes que se utilizarán para realizar una prueba de presión hidráulica o similar a las partes extremas de una tubería larga. En la presente descripción, una tubería larga es una tubería que se forma realizando una soldadura circunferencial para soldar juntas las partes extremas de una pluralidad de tuberías, y se bobina alrededor de un carrete. La presente invención también se refiere a un método para producir tubo enrollado con empalmes que utiliza el método de conexión de empalme.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Como se revela en la Solicitud Internacional N.º de Publicación WO1998/31499 (Bibliografía de patentes 1), ya se conoce una tubería bobinada alrededor de un carrete que se denomina "tubo enrollado". El tubo enrollado se desbobina, por ejemplo, del carrete en el mar y se baja a un pozo de un yacimiento de petróleo en alta mar o de un yacimiento de gas en alta mar o similar. El tubo enrollado se utiliza, por ejemplo, como tubo umbilical que acomoda un cable umbilical que funciona como línea de control que conecta la instalación anfitriona en el océano y un pozo submarino. El tubo umbilical incluye en su interior un cable eléctrico, una manguera hidráulica de alta presión, un cable óptico y similares.

El tubo enrollado alrededor de un solo carrete es generalmente una tubería larga de más de 914 m (3.000 pies) de longitud y, por lo tanto, una tubería larga que se forma realizando soldadura circunferencial para soldar las partes extremas de una pluralidad de tuberías se usa ampliamente como tubo enrollado.
Una instalación de producción para una tubería larga que se utilizará como tubo enrollado generalmente incluye un sistema de transporte, un aparato de soldadura y un aparato de bobinado. El sistema de transporte transporta tuberías en dirección longitudinal. El aparato de soldadura se dispone a lo largo del sistema de transporte y realiza una soldadura circunferencial para soldar juntas las partes extremas de una pluralidad de tuberías transportadas por el sistema de transporte para formar así una tubería larga. El aparato de bobinado se dispone en el lado del extremo terminal del sistema de transporte y enrolla la tubería larga que es transportada por el sistema de transporte alrededor de un carrete.

En general, se utiliza un aparato de inspección por rayos X para inspeccionar las zonas de soldadura circunferencial de una tubería larga. Para llevar a cabo una inspección por rayos X de las zonas de soldadura circunferencial de una tubería larga, por ejemplo, es concebible transportar el tubo enrollado producido usando la instalación de producción antes mencionada a una instalación de inspección separada de la instalación de producción, desbobinar la tubería larga del carrete, e inspeccionar las zonas de soldadura circunferencial utilizando un aparato de inspección de rayos X provisto en la instalación de inspección.

Sin embargo, para aumentar la eficiencia del proceso general para producir tubo enrollado que también incluye una etapa de inspección, en la instalación de producción antes mencionada para una tubería larga es preferible bobinar la tubería larga alrededor del carrete después de someter las zonas de soldadura circunferencial a inspección de rayos X. En la de solicitud de patente japonesa N.º de publicación 2017-219315 que es la base del preámbulo de la reivindicación 1 (Bibliografía de patentes 2), se propone una instalación de producción para una tubería larga en la que es posible realizar una inspección por rayos X en las zonas de soldadura circunferencial de una tubería larga.

A este respecto, después de bobinarse alrededor de un carrete, una tubería larga que se utilizará como tubo enrollado se somete a una prueba de presión hidráulica con el fin de inspeccionar la calidad y similares de la tubería larga. Específicamente, los empalmes (empalmes de alta presión) se conectan a ambas partes extremas de la tubería larga, respectivamente, y el agua se introduce en el interior de la tubería larga a través de una de los empalmes, y el aire dentro de la tubería larga se descarga a través de la otra de los empalmes. Cuando se entra a un estado en el que el interior de la tubería larga está lleno de agua, el agua dentro de la tubería larga se presuriza a alta presión y ambos empalmes se bloquean con una válvula de aislamiento para mantener la presión. El estado de alta presión se mantiene durante un período de tiempo predeterminado y se observan los cambios en la presión del agua para determinar de este modo si se produce una fuga de agua debido a un defecto.

Un método que usa un empalme del tipo mandril de pinza se conoce como método para conectar un empalme para usar en la prueba de presión hidráulica antes mencionada a una parte extrema de una tubería larga. Según este método, un empalme se fija utilizando un mandril de pinza para agarrar la superficie exterior de una parte extrema de una tubería larga bobinada alrededor de un carrete.

Sin embargo, debido a que en algunos casos la sección transversal de una tubería larga no es un círculo perfecto, cuando se utiliza un empalme de tipo mandril de pinza existe el riesgo de que surja una holgura entre el empalme y la superficie exterior de la tubería larga. Por lo tanto, existe el riesgo de que se produzca una fuga de agua por la holgura mencionada anteriormente, y no se realizará una prueba de presión hidráulica adecuada.

Además, un método que utiliza una máquina de soldar manual se conoce como método para conectar un empalme a una parte extrema de una tubería larga. Según este método, la soldadura circunferencial de un empalme a una parte extrema de una tubería larga bobinada alrededor de un carrete se realiza manualmente.

Sin embargo, es difícil realizar una inspección por rayos X de una zona de soldadura de un empalme soldada después de bobinarse alrededor de un carrete, y no se puede confirmar adecuadamente si se forma o no una zona de soldadura circunferencial adecuada para que no se produzca una fuga de agua. Por lo tanto, existe una preocupación con respecto a la fiabilidad de la conexión del empalme.

El problema descrito anteriormente no se limita necesariamente al caso de someter una tubería larga a una prueba de presión hidráulica, y es un problema común a los casos en los que se alimenta agua al interior de una tubería larga a través de un empalme conectada a una parte extrema de la tubería larga, como en el caso de lavar el interior de una tubería larga.

La bibliografía de patente 3 describe un sistema de soldadura que utiliza un tapón de purga para la adquisición de datos. En un ejemplo, un tapón de purga incluye un componente de tapón de purga que tiene una estructura de sellado. La estructura de sellado se configura para hacer tope con una superficie de un dispositivo hueco y para formar un sello entre la estructura de sellado y el dispositivo hueco. El tapón de purga también incluye un sensor dispuesto al menos parcialmente en el componente de tapón de purga, la estructura de sellado o alguna combinación de los mismos. El componente de tapón de purga se configura para colocarse sobre una pieza de trabajo que tiene el dispositivo hueco para purgar un gas no deseado de la pieza de trabajo.

LISTA DE CITAS

BIBLIOGRAFÍA DE PATENTES

Bibliografía de Patentes 1: Publicación Internacional N.º WO1998/31499
Bibliografía de patentes 2: Publicación de solicitud de patente japonesa N.º 2017-219315 (JP 2017 219315 A)
Bibliografía de patentes 3: US 2014/333063 A1

COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

PROBLEMA TÉCNICO

La presente invención se ha realizado para solucionar el problema mencionado anteriormente de la técnica anterior. Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método de conexión de empalme para una tubería larga que pueda conectar apropiadamente los empalmes que se utilizarán para realizar una prueba de presión hidráulica o similar a las partes extremas de una tubería larga. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método para producir tubos enrollados con empalmes utilizando el método de conexión de empalme mencionado anteriormente.

SOLUCIÓN AL PROBLEMA

En la reivindicación 1 se define un método de conexión de empalme para una tubería larga según la presente invención. Este es un método que conecta una primer empalme y un segundo empalme a una parte extrema delantera y una parte extrema trasera de una tubería larga, respectivamente mediante el uso de una instalación de producción que incluye un sistema de transporte, un aparato de soldadura, un aparato de bobinado y un aparato de inspección por rayos X. El sistema de transporte transporta una tubería en dirección longitudinal. El aparato de soldadura se dispone a lo largo del sistema de transporte. El aparato de soldadura realiza una soldadura circunferencial que suelda juntas las partes extremas de una pluralidad de tuberías transportadas por el sistema de transporte para formar una tubería larga. El aparato de bobinado se dispone a lo largo del sistema de transporte. El aparato de bobinado enrolla la tubería larga que es transportada por el sistema de transporte alrededor de un carrete. El aparato de inspección por rayos X se dispone entre el aparato de soldadura y el aparato de bobinado a lo largo del sistema de transporte. El aparato de inspección por rayos X inspecciona una zona de soldadura circunferencial de la tubería larga.

El método de conexión de empalme incluye una primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, una primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, una segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme y una segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial. En la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente el primer empalme a la parte extrema delantera de la tubería larga. En la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una primera zona de soldadura circunferencial de empalme. En la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme, el segundo empalme se suelda circunferencialmente a la parte extrema trasera de la tubería larga mediante el aparato de soldadura. En la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una segunda zona de soldadura circunferencial de empalme.

Un método de producción según otro aspecto de la presente invención es un método para producir tubo enrollado con

empalmes como se define en la reivindicación 4, estando compuesta el tubo enrollado de una tubería larga que se bobina alrededor de un carrete, los empalmes se conectan a ambas partes extremas de la tubería, respectivamente, mediante el uso de una instalación de producción.

La instalación de producción antes mencionada incluye además, en la posición más alejada en un lado aguas abajo en una dirección de transporte de la tubería larga, rodillos de arrastre que sujetan y guían la tubería larga.

El método de producción incluye: una primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, una primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, una etapa de formación de tubería larga, una segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme, una segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, una etapa de unión de accesorio, etapa de soldadura circunferencial de accesorio, una etapa de corte y una etapa de separación de accesorio.

En la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente una primer empalme a la parte extrema delantera de una tubería que se transporta inicialmente. En la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una primera zona de soldadura circunferencial de empalme. En la etapa de formación de tubería larga, se forma una tubería larga repitiendo la etapas de realizar soldaduras circunferenciales para soldar juntas las partes extremas de las tuberías que siguen a la tubería a la que se suelda el primer empalme por medio del aparato de soldadura, e inspeccionar las zonas de soldadura circunferencial de las partes extremas por medio del aparato de inspección por rayos X. En la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente un segundo empalme a una parte extrema trasera de la tubería larga. En la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una segunda zona de soldadura circunferencial de empalme.

En la etapa de unión de accesorio, se une un accesorio a una parte extrema trasera del segundo empalme. En la etapa de soldadura circunferencial de accesorio, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente una parte extrema delantera de una tubería diferente a una parte extrema trasera del accesorio. En la etapa de corte, en un estado en el que el segundo empalme se encuentra en las inmediaciones de un aparato de bobinado, la parte extrema trasera de la tubería larga a la que se suelda circunferencialmente el segundo empalme se fija al aparato de bobinado, a partir de entonces, se corta una región de las diferentes tuberías situadas entre el aparato de bobinado y los rodillos de arrastre. En la etapa de separación de accesorio, el accesorio se desprende del segundo empalme.

EFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCIÓN

Según el método de conexión de empalme de la presente realización, los empalmes que se utilizarán para realizar una prueba de presión hidráulica o similar pueden conectarse apropiadamente a las partes extremas de una tubería larga. Además, según el método de producción de la presente realización, se pueden producir tubos enrollados con empalmes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[Figura 1] La Figura 1 es una vista en planta que ilustra esquemáticamente una configuración general de una instalación de producción para una tubería larga que se utiliza en un método de conexión de empalme para una tubería larga según una realización de la presente invención.

[Figura 2] La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un resumen de los procedimientos del método de conexión de empalme para una tubería larga según una realización de la presente invención.

[Figura 3A] La Figura 3A es una vista en planta que ilustra un estado en una primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11 que se muestra en la Figura 2.

[Figura 3B] La Figura 3B es una vista en planta que ilustra un estado en una primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S21 que se muestra en la Figura 2.

[Figura 3C] La Figura 3C es una vista que ilustra un estado cuando una primera circunferencia de empalme soldado a una parte extrema delantera de una tubería larga se fija a un carrete.

[Figura 4A] La Figura 4A es una vista en planta que ilustra un estado en una segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12 que se muestra en la Figura 2.

[Figura 4B] La Figura 4B es una vista en planta que ilustra un estado en una segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22 que se muestra en la Figura 2.

[Figura 4C] La Figura 4C es una vista en planta que ilustra un estado en una etapa de unión de accesorio S3 que se muestra en la Figura 2.

[Figura 4D] La Figura 4D es una vista en planta que ilustra un estado en una etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4.

[Figura 5A] La Figura 5A es una vista que ilustra un estado en una fase temprana de una etapa de corte S5 mostrada en la Figura 2.

[Figura 5B] La Figura 5B es una vista que ilustra un estado en una fase final de la etapa de corte S5 que se muestra en la Figura 2.

[Figura 5C] La Figura 5C es una vista que ilustra un estado en una etapa de separación de accesorio S6 mostrado en la Figura 2.

[Figura 6A] La Figura 6A es una vista que ilustra un ejemplo de configuración específica de un accesorio, que ilustra un estado en el que se ha desprendido una parte de los miembros que constituyen el accesorio.
[Figura 6B] La Figura 6B es una vista que ilustra un ejemplo de configuración específica de un accesorio, que ilustra un estado en el que el accesorio se une a una parte extrema trasera de un segundo empalme.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

A continuación se describen realizaciones de la presente invención. Obsérvese que, aunque las realizaciones de la presente invención se describen a modo de ejemplos en la siguiente descripción, la presente invención no se limita a los ejemplos descritos a continuación.

Como resultado de realizar estudios intensivos con miras a resolver el problema descrito anteriormente, los presentes inventores centraron su atención en utilizar una instalación de producción para una tubería larga capaz de realizar una inspección por rayos X de una zona de soldadura circunferencial de una tubería larga como se describe en la bibliografía de patentes 2. Específicamente, un aparato de soldadura incluido en la instalación de producción para una tubería larga es un aparato cuyo propósito original es usarse para realizar la soldadura circunferencial de las partes extremas de una pluralidad de tuberías para soldar las partes extremas para formar una tubería larga. Los presentes inventores tuvieron la idea de desviar el aparato de soldadura para su uso también en el caso de soldadura circunferencial de un empalme a una parte extrema de una tubería larga. Además, un aparato de inspección por rayos X incluido en la instalación de producción de una tubería larga es un aparato cuyo propósito original es usarse para inspeccionar una zona de soldadura circunferencial de una tubería larga. Los presentes inventores tuvieron la idea de desviar el aparato de inspección por rayos X para usarlo también en el caso de inspeccionar una zona de soldadura circunferencial de un empalme. Al desviar los aparatos antes mencionados para su uso como se ha descrito anteriormente, el aparato de soldadura puede soldar circunferencialmente un empalme a una parte extrema de una tubería larga. Además, antes de bobinar toda la longitud de la tubería larga alrededor de un carrete de un aparato de bobinado, el aparato de inspección por rayos X puede inspeccionar una zona de soldadura circunferencial del empalme formado por la soldadura circunferencial. Por lo tanto, los presentes inventores concibieron la posibilidad de permitir la conexión adecuada de un empalme a una parte extrema de una tubería larga desviando los aparatos antes mencionados para su uso como se ha descrito anteriormente, y así completaron la presente invención.

Un método de conexión de empalme para una tubería larga según una realización de la presente invención es un método para conectar una primer empalme y un segundo empalme a una parte extrema delantera y una parte extrema trasera de una tubería larga, respectivamente, mediante el uso de una instalación de producción que incluye un sistema de transporte, un aparato de soldadura, un aparato de bobinado y un aparato de inspección por rayos X. El sistema de transporte transporta una tubería en dirección longitudinal. El aparato de soldadura se dispone a lo largo del sistema de transporte. El aparato de soldadura realiza una soldadura circunferencial para soldar juntas las partes extremas de una pluralidad de tuberías transportadas por el sistema de transporte para formar así una tubería larga. El aparato de bobinado se dispone a lo largo del sistema de transporte. El aparato de bobinado enrolla la tubería larga que es transportada por el sistema de transporte alrededor de un carrete. El aparato de inspección por rayos X se dispone entre el aparato de soldadura y el aparato de bobinado a lo largo del sistema de transporte. El aparato de inspección por rayos X inspecciona una zona de soldadura circunferencial de la tubería larga.

El método de conexión de empalme incluye una primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, una primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, una segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme y una segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial. En la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente una primer empalme a una parte extrema delantera de una tubería larga. En la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una primera zona de soldadura circunferencial de empalme. En la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente un segundo empalme a una parte extrema trasera de la tubería larga. En la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una segunda zona de soldadura circunferencial de empalme.

Según el método de conexión de empalme de la presente realización, en la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme y la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura que incluye la instalación de producción para una tubería larga se usa para soldar circunferencialmente una primer empalme a una parte extrema delantera de una tubería larga y para soldar circunferencialmente un segundo empalme a una parte extrema trasera de la tubería larga. Por lo tanto, antes de bobinar toda la longitud de la tubería larga alrededor de un carrete del aparato de bobinado, es posible formar una primera zona de soldadura circunferencial de empalme y una segunda zona de soldadura circunferencial de empalme en las mismas condiciones de soldadura que en el caso de formar una zona de soldadura circunferencial de la tubería larga.

Además, en la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial y la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X que incluye la instalación de producción para una tubería larga se usa para inspeccionar una primera zona de soldadura circunferencial de empalme y para inspeccionar una segunda zona de soldadura circunferencial de empalme. Por lo tanto, antes de bobinar toda la

longitud de la tubería larga alrededor del carrete del aparato de bobinado, el aparato de inspección por rayos X inspecciona la primera zona de soldadura circunferencial de empalme y la segunda zona de soldadura circunferencial de empalme, y puede confirmarse adecuadamente si se forman o no zonas de soldadura circunferencial adecuadas para que no se produzca una fuga de agua. Así, se obtiene fiabilidad en cuanto a las conexiones del primer empalme y del segundo empalme.

Como se ha descrito anteriormente, según el método de conexión de empalme de la presente realización, una primer empalme y un segundo empalme se pueden conectar apropiadamente a una parte extrema delantera y una parte extrema trasera de una tubería larga, respectivamente.

Obsérvese que, en la presente descripción, el significado de los siguientes términos es el siguiente. El término "tubería larga" significa una tubería empalmada en la que las partes extremas de dos o más tuberías se sueldan entre sí. El término "zona de soldadura circunferencial de una tubería larga" significa una zona de soldadura circunferencial formada entre partes extremas de una pluralidad de tuberías para formar una tubería larga. El término "zona de soldadura circunferencial de una primer empalme" significa una zona de soldadura circunferencial formada entre una parte extrema delantera de una tubería larga y una primer empalme. El término "zona de soldadura circunferencial de un segundo empalme" significa una zona de soldadura circunferencial formada entre una parte extrema trasera de una tubería larga y un segundo empalme. El término "parte extrema delantera" significa la parte extrema en el lado de aguas abajo en la dirección de transporte de una tubería larga. El término "parte extrema trasera" significa la parte extrema en el lado de aguas arriba en la dirección de transporte de una tubería larga.

En el método de conexión de empalme de la presente realización, es preferible incluir los siguientes componentes. El sistema de transporte incluye rodillos de arrastre que aprietan y guían una tubería larga, en una posición que está más alejada en el lado aguas abajo en la dirección de transporte de la tubería larga. El método de conexión de empalme incluye además una etapa de unión de accesorios, una etapa de soldadura circunferencial de accesorios, una etapa de corte y una etapa de separación de accesorio. En la etapa de unión de accesorio, se une un accesorio a una parte extrema trasera del segundo empalme. En la etapa de soldadura circunferencial de accesorio, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente una parte extrema delantera de una tubería diferente a una parte extrema trasera del accesorio. En la etapa de corte, en un estado en el que el segundo empalme se encuentra en las inmediaciones del aparato de bobinado, la parte extrema trasera de la tubería larga a la que se suelda circunferencialmente el segundo empalme se fija al aparato de bobinado, a partir de entonces, se corta una región de dicha tubería diferente situada entre el aparato de bobinado y los rodillos de arrastre. En la etapa de separación de accesorio, el accesorio se desprende del segundo empalme.

En este caso, en la etapa de corte, la tubería larga, el segundo empalme, el accesorio y la tubería diferente se interponen entre el aparato de bobinado y los rodillos de arrastre. Además, la parte extrema trasera de la tubería larga en este estado se fija al aparato de bobinado. En otras palabras, la parte extrema trasera de la tubería larga se fija al aparato de bobinado en un estado en el que se aplica una fuerza de tracción a la tubería larga bobinada por el aparato de bobinado. Por lo tanto, en la etapa de corte, incluso cuando se corta la tubería diferente, se mantiene la fuerza de tracción de la tubería larga bobinada por el aparato de bobinado y la tubería larga no se afloja. A continuación, en la etapa de separación de accesorio, al separar el accesorio del segundo empalme, una región de la circunferencia de tubería diferente soldada al accesorio se separa simultáneamente del segundo empalme, y se entra a un estado en el que solo el segundo empalme se conecta a la parte extrema trasera de la tubería larga. Por lo tanto, es posible realizar fácilmente una prueba de presión hidráulica o similar.

Obsérvese que una tubería (tubería ficticia) que no será un producto se puede usar como la "tubería diferente" mencionada anteriormente. Sin embargo, otra tubería larga que sigue a la tubería larga que está bobinada por el aparato de bobinado también puede usarse como "tubería diferente".

En el método de conexión de empalme de la presente realización, preferiblemente la unión es una junta universal.

En este caso, debido a que el accesorio es una junta universal, incluso si la posición en la que la tubería larga se bobina por el aparato de bobinado y la posición en la que la tubería larga es pinzada por los rodillos de arrastre difieren entre sí en la dirección vertical, es difícil que surja un esfuerzo de flexión excesivo en el segundo empalme o en el accesorio. Por lo tanto, es posible evitar daños en el segundo empalme y el accesorio.

Un método de producción según una realización de la presente invención es un método para producir tubo enrollado con empalmes, el tubo enrollado se compone de una tubería larga que se bobina alrededor de un carrete, los empalmes se conectan a ambas partes extremas de la tubería, respectivamente, mediante el uso de una instalación de producción.

La instalación de producción antes mencionada incluye un sistema de transporte, un aparato de soldadura, un aparato de bobinado y un aparato de inspección por rayos X. El sistema de transporte transporta una tubería en dirección longitudinal. El aparato de soldadura se dispone a lo largo del sistema de transporte. El aparato de soldadura realiza una soldadura circunferencial para soldar juntas las partes extremas de una pluralidad de tuberías transportadas por

el sistema de transporte para formar así una tubería larga. El aparato de bobinado se dispone a lo largo del sistema de transporte. El aparato de bobinado enrolla la tubería larga que es transportada por el sistema de transporte alrededor de un carrete. El aparato de inspección por rayos X se dispone entre el aparato de soldadura y el aparato de bobinado a lo largo del sistema de transporte. El aparato de inspección por rayos X inspecciona una zona de soldadura circunferencial de la tubería larga. Además, el sistema de transporte incluye rodillos de arrastre que aprietan y guían la tubería larga, en una posición que está más alejada en el lado de aguas abajo en la dirección de transporte de la tubería larga.

El método de producción incluye una primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, una primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, una etapa de formación de tubería larga, una segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme, una segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, una etapa de unión de accesorio, una etapa de soldadura circunferencial de accesorio, una etapa de corte y una etapa de separación de accesorio.

En la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente una primer empalme a la parte extrema delantera de una tubería que se transporta inicialmente. En la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una primera zona de soldadura circunferencial de empalme. En la etapa de formación de tubería larga, se forma una tubería larga repitiendo la etapas de realizar soldaduras circunferenciales para soldar juntas las partes extremas de las tuberías que siguen a la tubería a la que se suelda el primer empalme por medio del aparato de soldadura, e inspeccionar las zonas de soldadura circunferencial de las partes extremas por medio del aparato de inspección por rayos X. En la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente un segundo empalme a una parte extrema trasera de la tubería larga. En la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial, el aparato de inspección por rayos X inspecciona una segunda zona de soldadura circunferencial de empalme.

En la etapa de unión de accesorio, se une un accesorio a una parte extrema trasera del segundo empalme. En la etapa de soldadura circunferencial de accesorio, el aparato de soldadura suelda circunferencialmente una parte extrema delantera de una tubería diferente a una parte extrema trasera del accesorio. En la etapa de corte, en un estado en el que el segundo empalme se encuentra en las inmediaciones de un aparato de bobinado, la parte extrema trasera de la tubería larga a la que se suelda circunferencialmente el segundo empalme se fija al aparato de bobinado, a partir de entonces, se corta una región de las diferentes tuberías situadas entre el aparato de bobinado y los rodillos de arrastre. En la etapa de separación de accesorio, el accesorio se desprende del segundo empalme.

Según el método de producción de la presente realización, el tubo enrollado con empalmes se puede producir compuesto de una tubería larga que se bobina alrededor de un carrete y en ambas partes extremas (una parte extrema delantera y una parte extrema trasera) cuyos empalmes (una primer empalme y un segundo empalme) se conectan, respectivamente.

A continuación, se describe un método de conexión de empalme para una tubería larga (en lo sucesivo, según corresponda, también puede denominarse simplemente "método de conexión de empalme") según una realización de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos. En primer lugar, se describe una instalación de producción para una tubería larga que se utiliza en el método de conexión de empalme según la presente realización.

<Instalación de producción de tubería larga>
La Figura 1 es una vista en planta que ilustra esquemáticamente una configuración general de una instalación de producción para una tubería larga que se usa en el método de conexión de empalme según la presente realización.

Como se ilustra en la Figura 1, una instalación de producción 100 en la presente realización incluye un sistema de transporte 1, un aparato de soldadura 2, un aparato de bobinado 3 y un aparato de inspección por rayos X 4. La instalación de producción 100 según la presente realización también incluye una unidad de control 10 que controla las operaciones del sistema de transporte 1, el aparato de soldadura 2, el aparato de bobinado 3 y el aparato de inspección por rayos X 4. Además, la instalación de producción 100 según la presente realización incluye un soporte de transporte 20 en el que se coloca una pluralidad de tuberías P.

En la instalación de producción 100 en la presente realización, el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 se configuran para moverse independientemente uno del otro a lo largo del sistema de transporte 1. En otras palabras, el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 se configuran para poder moverse independientemente uno de otro a lo largo de la dirección de transporte de la tubería P (dirección longitudinal de la tubería P). Específicamente, por ejemplo, los dispositivos de accionamiento (no ilustrados), como los cilindros neumáticos, se unen al aparato de soldadura 2 y al aparato de inspección por rayos X 4, respectivamente. Las ruedas (no ilustradas) se unen a la parte inferior del aparato de soldadura 2 y al aparato de inspección por rayos X 4, respectivamente. Además, en la superficie del piso de la instalación de producción 100, se proporciona un riel (no ilustrado) a lo largo de la dirección de transporte de la tubería P. El aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 se configuran de modo que, mediante los respectivos dispositivos de accionamiento accionados por la

unidad de control 10, las ruedas respectivas del aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 ruedan sobre el riel y, por lo tanto, el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 pueden moverse independientemente uno del otro a lo largo el sistema de transporte 1. Por lo tanto, como se describe más adelante, en el caso en que el aparato de inspección por rayos X 4 determine que una zona de soldadura circunferencial de una tubería larga es defectuosa, la soldadura y la reinspección se pueden realizar sin accionar el sistema de transporte 1 y el aparato de bobinado 3 en sentido inverso (transportando la tubería P en sentido inverso). Además, por ejemplo, ajustando la distancia de separación entre el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 según la longitud de la tubería P que se someterá a soldadura circunferencial para establecer la distancia de separación a una distancia que sea aproximadamente igual a la longitud de la tubería P, también es posible realizar simultáneamente una soldadura circunferencial por el aparato de soldadura 2 y la inspección de una zona de soldadura circunferencial por el aparato de inspección por rayos X 4.

La tubería P en la presente realización es, por ejemplo, una tubería de acero inoxidable. En el caso de que como tubo umbilical se vaya a utilizar una tubería larga PI formado realizando una soldadura circunferencial de la tubería P por medio del aparato de soldadura 2, la tubería P es preferiblemente una tubería de acero inoxidable dúplex (bifásico). La tubería P también puede ser una tubería soldado por resistencia eléctrica o puede ser un tubo sin costura.

El sistema de transporte 1 es un sistema que es accionado por la unidad de control 10 y transporta la tubería P a lo largo de una línea recta en la dirección longitudinal del mismo (dirección X ilustrada en la Figura 1). Específicamente, en la presente realización, una pluralidad de tuberías P que se colocan en el soporte de transporte 20 se transportan secuencialmente en una dirección ortogonal a la dirección longitudinal de la tubería P hacia el sistema de transporte 1 (dirección Y ilustrada en la Figura 1). La pluralidad de tuberías transportadas P son transportadas en la dirección longitudinal de la tubería P por el sistema de transporte 1. Obsérvese que el soporte de transporte 20 se equipa con un mecanismo de transporte predeterminado (no ilustrado), y una pluralidad de tuberías P se transportan secuencialmente cuando el mecanismo de transporte es accionado por la unidad de control 10.

El sistema de transporte 1 en la presente realización se equipa con rodillos de sujeción laterales 11 y rodillos en V 12.

Los rodillos de sujeción laterales 11 se disponen para apretar la tubería P en la dirección horizontal, en el lado de aguas arriba en la dirección de transporte (dirección X) de la tubería P con respecto al aparato de soldadura 2. Al girar un motor o similar como una fuente de accionamiento, los rodillos de sujeción laterales 11 imparten una fuerza de accionamiento en la dirección longitudinal de la tubería P.

Los rodillos en V 12 se disponen debajo de la tubería P (incluida la tubería larga PI) en una región desde una posición en la que la tubería P se transporta desde el soporte de transporte 20 hasta la posición del aparato de bobinado 3. Los rodillos en V 12 sostienen la tubería P desde abajo y giran acompañando el transporte de la tubería P en la dirección longitudinal.

Por medio de la configuración anterior, los rodillos de sujeción laterales 11 imparten una fuerza de accionamiento en la dirección longitudinal a la tubería P antes de que la tubería P se suelde circunferencialmente por el aparato de soldadura 2, y a la tubería larga P1 antes de bobinar la tubería larga PI alrededor de un carrete 31 por el aparato de bobinado 3. El aparato de bobinado 3 imparte una fuerza de accionamiento en la dirección longitudinal a la tubería larga P1 después de que la tubería larga P1 se bobine alrededor del carrete 31 por el aparato de bobinado 3. De este modo, la tubería P y la tubería larga PI son transportadas cada una en su dirección longitudinal.

El sistema de transporte 1 en la presente realización también se equipa con rodillos de arrastre 13 que aprietan y guían la tubería larga P1, en una posición más alejada en el lado aguas abajo en la dirección de transporte de la tubería larga P1.

Los rodillos de arrastre 13 en la presente realización se forman por un cuerpo elástico tal como caucho, y se disponen de manera que pinzan la tubería larga PI en la dirección vertical.

Obsérvese que, aunque en la presente realización se describe una configuración que incluye los rodillos de sujeción laterales 11 que imparten una fuerza de accionamiento y los rodillos en V 12 y los rodillos de arrastre 13 que solo se accionan sin impartirles una fuerza de accionamiento, se describe como un ejemplo de la sistema de transporte 1, la presente realización no se limita a esta configuración. Por ejemplo, puede adoptarse una configuración en la que una fuente de accionamiento, como un motor, esté conectada a los rodillos de arrastre 13, de modo que, al hacer que los rodillos de arrastre 13 giren, se pueda impartir una fuerza de accionamiento en la dirección longitudinal a la tubería larga PI después de ser apretada por los rodillos de arrastre 13. En este caso, no es necesario que el aparato de bobinado 3 imparta una fuerza de accionamiento en la dirección longitudinal a la tubería larga PI, y es suficiente para hacer que el aparato de bobinado 3 gire para mantener una fuerza de tracción entre los rodillos de arrastre 13 y el aparato de bobinado 3. Además, es posible adoptar diversas configuraciones como sistema de transporte en la presente realización siempre que la configuración pueda transportar la tubería P en la dirección longitudinal, como, por ejemplo, una configuración en la que se adopta un empujador que empuja la tubería P desde el lado de aguas arriba hacia el lado de aguas abajo en la dirección de transporte en lugar de los rodillos de sujeción laterales 11.

El aparato de soldadura 2 se dispone a lo largo del sistema de transporte 1. El aparato de soldadura 2 es un aparato que es accionado por la unidad de control 10 y realiza una soldadura circunferencial para soldar las partes extremas de una pluralidad de tuberías P que son transportadas por el sistema de transporte 1 para formar así la tubería larga PI.

El aparato de soldadura 2 en la presente realización incluye una máquina de soldadura circunferencial (máquina de soldadura circunferencial) 21 y un par de aparatos de agarre 22a y 22b que se disponen a lo largo de la dirección de transporte de la tubería P (dirección longitudinal de la tubería P) de manera que intercala la máquina de soldadura circunferencial 21. El aparato de soldadura 2 en la presente realización también incluye un aparato de refrigeración (no ilustrado). Por ejemplo, el enfriamiento por aire forzado se puede mencionar como un ejemplo del método de enfriamiento del aparato de enfriamiento.

En el momento en que una parte extrema de cada una de las tuberías P ha alcanzado la posición en la que se dispone la máquina de soldadura circunferencial 21, la unidad de control 10 detiene el funcionamiento del sistema de transporte 1 y el aparato de bobinado 3 y acciona los respectivos aparatos de agarre 22a y 22b. Por este medio, los respectivos aparatos de agarre 22a y 22b agarran una parte extrema de cada tubería P. En otras palabras, una parte extrema delantera Pf de la tubería P que se coloca en el lado de aguas arriba en la dirección de transporte es agarrada por el aparato de agarre 22a que se dispone en el lado de aguas arriba en la dirección de transporte de la tubería P. Una parte extrema trasera P1r de la tubería P (la tubería larga PI) que se coloca en el lado de aguas abajo en la dirección de transporte es agarrada por el aparato de agarre 22b que se dispone aguas abajo en la dirección de transporte. Además, los respectivos aparatos de agarre 22a y 22b ajustan las posiciones de las respectivas tuberías P de modo que las líneas centrales axiales de las respectivas tuberías P coincidan entre sí. A continuación, la unidad de control 10 acciona la máquina de soldadura circunferencial 21, y la máquina de soldadura circunferencial 21 realiza la soldadura circunferencial para soldar juntas las partes extremas de los respectivas tuberías P cuyas posiciones se han ajustado. Finalmente, la unidad de control 10 acciona el aparato de refrigeración, y el aparato de refrigeración enfría una zona de soldadura circunferencial PW así formada. Después de que finaliza el enfriamiento de la zona de soldadura circunferencial PW, la unidad de control 10 suelta el agarre de los respectivos aparatos de agarre 22a y 22b, y acciona el sistema de transporte 1 y el aparato de bobinado 3 para transportar la tubería larga PI.

El aparato de bobinado 3 se dispone a lo largo del sistema de transporte 1, en el lado de aguas abajo en la dirección de transporte de la tubería P (la tubería larga PI) en relación con el aparato de soldadura 2. El aparato de bobinado 3 es un aparato que es accionado por la unidad de control 10 para bobinar la tubería larga PI que es transportada por el sistema de transporte 1 alrededor del carrete 31.

Específicamente, el aparato de bobinado 3 en la presente realización incluye un mecanismo de rotación (no ilustrado) que hace que el carrete 31 gire alrededor de su propio eje central, y un mecanismo de movimiento (no ilustrado) que hace que el carrete 31 se mueva hacia delante y hacia atrás en la dirección del eje central (dirección Y). El aparato de bobinado 3 hace que el carrete 31 gire por medio del mecanismo de rotación y también hace que el carrete 31 se mueva por medio del mecanismo de movimiento, para bobinar así la tubería larga P1 en la superficie exterior del carrete 31.

El aparato de inspección por rayos X 4 se dispone a lo largo del sistema de transporte 1, entre el aparato de soldadura 2 y el aparato de bobinado 3. El aparato de inspección por rayos X 4 es un aparato que es accionado por la unidad de control 10 e inspecciona la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga P1.

En una temporización en la que la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga P1 formada por el aparato de soldadura 2 ha alcanzado la posición en la que se dispone el aparato de inspección por rayos X (específicamente, una posición en la que los rayos X son emitidos por una fuente de rayos X que incluye el aparato de inspección por rayos X 4), la unidad de control 10 detiene el funcionamiento del sistema de transporte 1 y el aparato de bobinado 3.

Por este medio, la unidad de control 10 detiene la tubería larga PI. La unidad de control 10 acciona entonces el aparato de inspección por rayos X 4.

El aparato de inspección por rayos X 4 incluye un cuerpo principal del aparato de inspección por rayos X 41 y mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 que se montan en las inmediaciones de las partes de apertura en un lado de entrada y un lado de salida del cuerpo principal de aparato de inspección por rayos X 41. El cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X inspecciona la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI en un estado en el que la tubería larga PI sobresale hacia el exterior desde las partes de abertura en el lado de entrada (lado aguas arriba en el dirección de transporte de la tubería larga PI) y el lado de salida (lado aguas abajo en la dirección de transporte de la tubería larga PI) del cuerpo principal del aparato de inspección por rayos X 41. Los mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 suprimen las fugas de rayos X al exterior desde las partes de abertura en el lado de entrada y el lado de salida del cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X mientras que la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI está siendo inspeccionada por el cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X.

El cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X incluye una carcasa 41a, un par de manguitos 41b que se proporcionan en el lado de entrada y en el lado de salida de la carcasa 41a, respectivamente, y se comunican con la carcasa 41a, y una máquina de inspección por rayos X 41c que se dispone dentro de la carcasa 41a. El cuerpo principal del aparato de inspección por rayos X 41 inspecciona la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI por medio de la máquina de inspección por rayos X 41c, en un estado en el que la tubería larga PI se inserta a través del interior de la máquina de inspección por rayos X 41c dispuesta dentro de la carcasa 41a, y los respectivos manguitos 41b.

La máquina de inspección por rayos X 41c incluye una parte de mecanismo de rotación (no ilustrada), una fuente de rayos X (no ilustrada), un detector de imágenes de rayos X (no ilustrado) y un aparato de procesamiento de imágenes (no ilustrado).

La fuente de rayos X se une a la parte de mecanismo de rotación, y cuando la parte de mecanismo de rotación gira, la fuente de rayos X gira en la dirección circunferencial de la tubería larga PI (es decir, alrededor del eje central de la tubería larga PI).

El detector de imágenes de rayos X se dispone en una posición que mira hacia la fuente de rayos X con la tubería larga PI interpuesta entre ellos, y es un aparato que detecta los rayos X emitidos por la fuente de rayos X y transmitidos a través de la tubería larga PI y forma una imagen basada en los rayos X detectados. El detector de imágenes de rayos X también se une a la parte de mecanismo de rotación, y cuando la parte de mecanismo de rotación gira, el detector de imágenes de rayos X gira en la dirección circunferencial de la tubería larga PI integralmente con la fuente de rayos X. Durante la rotación de la parte de mecanismo de rotación, la fuente de rayos X y el detector de imágenes de rayos X mantienen un estado en el que la fuente de rayos X y el detector de imágenes de rayos X se enfrentan entre sí con la tubería larga P1 interpuesta entre ellos.

El aparato de procesamiento de imágenes es un aparato que realiza el procesamiento de imágenes en una imagen de rayos X captada por el detector de imágenes de rayos X e inspecciona una zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI. Al realizar el procesamiento de imágenes en una imagen de rayos X, el aparato de procesamiento de imágenes, por ejemplo, extrae una región de elementos de imagen en la que la densidad de elementos de imagen es grande (brillante) como una región defectuosa. A continuación, el aparato de procesamiento de imágenes evalúa la magnitud del área de la región defectuosa extraída y determina si la calidad de la zona de soldadura circunferencial PW es buena o mala.

Como se ha mencionado anteriormente, los mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 se montan en las inmediaciones de las partes de abertura en el lado de entrada y salida del cuerpo principal del aparato de inspección de rayos X 41. Específicamente, los mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 se montan en las inmediaciones de partes de abertura aproximadamente circulares del par de manguitos 41b que incluye el cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X. Más específicamente, entre el par de manguitos 41b, con respecto al manguito 41b provisto en el lado de aguas arriba en la dirección de transporte de la tubería larga PI, un mecanismo de supresión de fugas de rayos X 42 se monta en las inmediaciones de la parte de apertura en el lado aguas arriba del mismo, y con respecto al manguito 41b dispuesto en el lado aguas abajo en la dirección de transporte de la tubería larga P1, el otro mecanismo supresor de fugas de rayos X 42 se monta cerca de la parte de abertura en el lado aguas abajo del mismo. Los respectivos mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 que se montan en el lado de entrada y en el lado de salida del cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X tienen la misma configuración.

Cada uno de los mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 incluye un miembro de bloqueo constituido por una pluralidad de miembros que son capaces de abrirse y cerrarse en la dirección radial (dirección radial de la tubería larga PI).

Cuando la pluralidad de miembros incluidos en el miembro de bloqueo están en una posición de cierre en la dirección radial, se forma una parte de abertura aproximadamente circular a través de la que se inserta la tubería larga PI en el lado interior del mismo.

Cuando una zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI va a ser inspeccionada por el cuerpo principal 41 del aparato de inspección de rayos X (es decir, cuando los rayos X van a ser emitidos desde la fuente de rayos X), la unidad de control 10 acciona los mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 de modo que la pluralidad de miembros que constituyen los respectivos miembros de bloqueo se muevan a la posición de cierre en la dirección radial. Por lo tanto, después de que la pluralidad de miembros llegue a la posición de cierre en la dirección radial, si el cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X inspecciona una zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI, es posible suprimir la fuga de rayos X hacia el exterior desde las partes abiertas del cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X (partes abiertas de los manguitos 41b).

Por otro lado, cuando finaliza la inspección de la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga P1 por parte del cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X (es decir, se detiene la irradiación de rayos X de la fuente

de rayos X) y la tubería larga PI va a ser transportado por el sistema de transporte 1, la unidad de control 10 acciona los mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42. Por este medio, la pluralidad de miembros que constituyen los miembros de bloqueo se mueven a una posición de apertura en la dirección radial. Cuando la pluralidad de miembros está en la posición de apertura en la dirección radial, los elementos de bloqueo respectivos están en una posición en la que los elementos de bloqueo no interfieren con la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI. Por lo tanto, después de que finaliza la inspección por rayos X realizada por el cuerpo principal 41 del aparato de inspección por rayos X, incluso si se transporta la tubería larga PI, no hay riesgo de que la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI se vea interferida por los miembros de bloqueo, y el transporte de la tubería larga PI no se ve obstaculizado.

Obsérvese que, en la presente realización, para suprimir aún más la fuga de rayos X, como se ilustra en la Figura 1, un par de mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42A que tienen la misma configuración que los mecanismos de supresión de fugas de rayos X 42 se montan dentro del alojamiento 41a.

En un caso en el que una zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI es inspeccionada por el aparato de inspección por rayos X 4 descrito anteriormente y se determina que la zona de soldadura circunferencial PW es normal, la unidad de control 10 acciona el sistema de transporte 1 y el aparato de bobinado 3. Por este medio, la tubería larga PI se transporta y se bobina alrededor del carrete 31.

Por otra parte, en caso de que el aparato de inspección por rayos X 4 determine que la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI es defectuosa, se ejecutan los procedimientos que se muestran en los siguientes (a) a (c). En ese momento, como se ha descrito anteriormente, debido a que el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 son capaces de moverse independientemente uno del otro a lo largo del sistema de transporte 1, la unidad de control 10 hace que el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 se muevan apropiadamente en la dirección de transporte de la tubería larga PI. Por este medio, es posible ejecutar los procedimientos que se muestran en los siguientes (a) a (c) sin transportar la tubería larga PI en la dirección inversa. Sin embargo, en su caso, también es posible ejecutarlos después de transportar la tubería larga PI en sentido inverso.

(a) Cortar y quitar la zona de soldadura circunferencial que se haya determinado como defectuosa.
(b) Volver a realizar la soldadura circunferencial en el lugar de corte.
(c) Inspeccionar la zona de soldadura circunferencial en la que se reforma la tubería larga.

Obsérvese que, con respecto a una configuración más específica del aparato de inspección por rayos X 4 que incluye la instalación de producción 100 en la presente realización, es posible adoptar los mismos contenidos que en la instalación de producción descrita en la bibliografía de patente 2. Además, con respecto a los procedimientos de movimiento y similares con respecto al aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 cuando se determina mediante el aparato de inspección por rayos X 4 que la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI también es defectuosa, es posible adoptar los mismos contenidos que en la instalación de producción descrita en la Bibliografía de Patentes 2. Por lo tanto, aquí se omite una descripción más específica de la configuración y dichos procedimientos y similares.

Sin embargo, una instalación de producción para una tubería larga que puede aplicar el método de conexión de empalme según la presente realización que se describe a continuación no se limita a la instalación de producción descrita en la Bibliografía de Patente 2, y es suficiente que el sistema de transporte 1, el aparato de soldadura 2, el aparato de inspección por rayos X 4 y el aparato de bobinado 3 se dispongan en ese orden hacia el lado de aguas abajo en la dirección de transporte de la tubería larga PI. La instalación de producción también puede ser un sistema en el que el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 no se configuran para moverse independientemente uno del otro a lo largo del sistema de transporte 1.

<Método de conexión de empalme>
A continuación, se describe el método de conexión de empalme según la presente realización que utiliza la instalación de producción 100 antes mencionada.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un resumen de los procedimientos del método de conexión de empalme según la presente realización. El método de conexión de empalme según la presente realización es un método que conecta una primer empalme y un segundo empalme para someter la tubería larga P1 a una prueba de presión hidráulica o similar a la parte extrema delantera y la parte extrema trasera de la tubería larga PI, respectivamente, utilizando la instalación de producción 100.

Como se ilustra en la Figura 2, el método de conexión de empalme según la presente realización incluye una etapa de soldadura circunferencial de empalme S1, una etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial S2, una etapa de unión de accesorio S3, una etapa de soldadura circunferencial de empalme S4, una etapa de corte S5 y una etapa de separación de accesorio S6. La etapa de soldadura circunferencial de empalme S1 incluye una primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11 de soldadura circunferencial de una primer empalme a la parte extrema delantera de la tubería larga P1, y una segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12 de soldadura

circunferencial de un segundo empalme a la parte extrema trasera de la tubería larga P1. La etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial S2 incluye una primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S21 para inspeccionar una primera zona de soldadura circunferencial de empalme, y una segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22 para inspeccionar una segunda zona de soldadura circunferencial de empalme. A continuación, cada una de estas etapas se describirá a su vez.

[Primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11 (etapa de soldadura circunferencial de empalme S1)]
La Figura 3A a la Figura 3C son vistas que ilustran esquemáticamente la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11 y la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S21. La Figura 3A es una vista en planta que ilustra un estado en la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11. La Figura 3B es una vista en planta que ilustra un estado en la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S21. La Figura 3C es una vista que ilustra un estado cuando un primer empalme 5 soldado circunferencialmente a una parte extrema delantera P1f de la tubería larga PI se fija al carrete 31. En la Figura 3C, se muestra una vista lateral vista desde una dirección horizontal ortogonal a la dirección de transporte (dirección X) de la tubería larga PI. Obsérvese que, en la Figura 3A a la Figura 3C, los elementos constitutivos que son los mismos que los elementos constitutivos de la instalación de producción 100 ilustrada en la Figura 1 se indican con los mismos caracteres de referencia que en la Figura 1. Esto se aplica de manera similar con respecto a la Figura 4A a la Figura 4D y la Figura 5A a la Figura 5C que se describirá más adelante.

En la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11, como se ilustra en la Figura 3A, el primer empalme 5 se suelda de forma circunferencial a la parte extrema delantera P1f de la tubería larga PI mediante el aparato de soldadura 2. Específicamente, la unidad de control 10 (véase la Figura 1) detiene el funcionamiento del sistema de transporte 1 (véase la Figura 1) en un momento en el que la parte extrema delantera P1f de la tubería larga PI (o la tubería P antes de ser soldada circunferencialmente como se ilustra en la Figura 1) alcanza la posición en la que se dispone la máquina de soldadura circunferencial 21 incluida en el aparato de soldadura 2. La tubería larga PI en este caso es, básicamente, la tubería P que se transporta inicialmente. A continuación, la unidad de control 10 acciona el aparato de soldadura 2 según los mismos procedimientos que en el caso de realizar una soldadura circunferencial (formando una zona PW de soldadura circunferencial (véase la Figura 1)) para soldar juntas las partes extremas de la pluralidad de tuberías P (véase la Figura 1) descritas anteriormente. Por este medio, la parte extrema delantera P1f de la tubería larga P1 y la parte extrema trasera 5r del primer empalme 5 se sueldan circunferencialmente, y se forma una zona de soldadura circunferencial W1 en la parte extrema delantera P1f de la tubería larga PI (la parte extrema trasera 5r del primer empalme 5).

Más específicamente, cuando se realiza la soldadura circunferencial del primer empalme 5 a la tubería larga PI, el aparato de agarre 22a dispuesto en el lado de aguas arriba en la dirección de transporte agarra la parte terminal delantera P1f de la tubería larga PI. Por otro lado, el primer empalme 5 se coloca en el aparato de agarre 22b dispuesto en el lado de aguas abajo en la dirección de transporte, y el aparato de agarre 22b agarra la parte extrema trasera 5r del primer empalme 5. Los respectivos aparatos de agarre 22a y 22b ajustan la posición de la parte extrema delantera P1f de la tubería larga PI y la posición de la parte extrema trasera 5r del primer empalme 5 para hacer que sus líneas centrales axiales coincidan entre sí. La parte extrema delantera P1f de la tubería larga PI y la parte extrema trasera 5r del primer empalme 5 se sueldan circunferencialmente a cada una mediante la máquina de soldadura circunferencial 21.

Obsérvese que la parte extrema trasera 5r (parte extrema en el lado derecho en la Figura 3A) del primer empalme 5 se forma preferiblemente por un material del mismo tipo y que tiene el mismo diámetro que la tubería larga PI. Por este medio, es posible formar fácilmente la zona de soldadura circunferencial W1 en las mismas condiciones de soldadura que en el caso de formar la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga PI. La parte extrema delantera (parte extrema del lado izquierdo en la Figura 3A) del primer empalme 5 tiene, por ejemplo, una estructura conocida que, cuando se realiza una prueba de presión hidráulica en la tubería larga PI, se puede conectar (atornillar) a una tubería (no ilustrada) que suministra agua para la prueba de presión hidráulica y puede mantener el rendimiento de sellado incluso a alta presión. Por ejemplo, el primer empalme 5 es una conexión roscada que se puede conectar a una tubería para usar en una prueba de presión hidráulica.

[Inspección de la primera zona de soldadura circunferencial de empalme, etapa S21 (inspección de la zona de soldadura circunferencial, etapa S2)]
En la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S21, como se ilustra en la Figura 3B, la zona de soldadura circunferencial W1 del primer empalme 5 es inspeccionada por el aparato de inspección por rayos X 4. Específicamente, la unidad de control 10 (véase la Figura 1) detiene el funcionamiento del sistema de transporte 1 (véase la Figura 1) en un momento en el que la zona de soldadura circunferencial W1 del primer empalme 5 ha llegado a la posición en la que se dispone el aparato de inspección por rayos X 4 (específicamente, la posición en la que los rayos X son emitidos por la fuente de rayos X del aparato de inspección por rayos X 4). De esta manera, se detiene la tubería larga PI. La unidad de control 10 acciona entonces el aparato de inspección por rayos X 4 según los mismos procedimientos que en el caso de inspección de la zona de soldadura circunferencial PW (véase la Figura 1) descrito anteriormente. De este modo, se inspecciona la zona de soldadura circunferencial W1 de la primer empalme 5.

En un caso en el que se inspecciona la zona de soldadura circunferencial W1 y se determina que la zona de soldadura circunferencial W1 es normal, como se ilustra en la Figura 3C, la unidad de control 10 (véase la Figura 1) acciona el sistema de transporte 1 (véase la Figura 1). Por este medio, la tubería larga PI se transporta y se transporta al carrete 31. El primer empalme 5 se fija luego a una ubicación predeterminada del aparato de bobinado 3 (por ejemplo, la superficie exterior de un bastidor del carrete 31) usando una herramienta de fijación predeterminada (no ilustrada). Posteriormente, la tubería larga PI se bobina alrededor del carrete 31.

Por otro lado, en un caso en el que se determina que la zona de soldadura circunferencial W1 está defectuosa, de manera similar al caso de la zona de soldadura circunferencial PW mencionada anteriormente, se corta y se retira la zona de soldadura circunferencial W1 determinada como defectuosa. En este caso, basta con realizar de nuevo la soldadura circunferencial en el lugar de corte y con inspeccionar la zona de soldadura circunferencial W1 formada una vez más. En este caso, según sea necesario, la unidad de control 10 puede hacer que el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 se muevan en la dirección de transporte de la tubería larga P1.

Después de la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11 y la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S21, se realiza la soldadura circunferencial para soldar las partes extremas de las respectivas tuberías P que siguen a la tubería larga PI a la que se suelda circunferencialmente el primer empalme 5. La soldadura circunferencial en este caso se realiza según los mismos procedimientos que en el caso de realizar la soldadura circunferencial para soldar juntas las partes extremas de la pluralidad de tuberías P (véase la Figura 1) descrita anteriormente. Además, cada vez que las partes extremas se sueldan entre sí de forma circunferencial, se inspecciona la zona de soldadura circunferencial en la que las partes extremas se sueldan entre sí. La inspección en este caso se realiza según los mismos procedimientos que en el caso de inspección de la zona de soldadura circunferencial PW (véase la Figura 1) descrito anteriormente. La tubería larga PI que tiene una longitud predeterminada se forma repitiendo estas etapas de inspección y soldadura circunferencial.

[Segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12 (etapa de soldadura circunferencial de empalme S1)]
La Figura 4A a la Figura 4D son vistas que ilustran esquemáticamente la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12, la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22, la etapa de unión de accesorio S3 y la etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4. La Figura 4A es una vista que ilustra un estado en la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12. La Figura 4B es una vista que ilustra un estado en la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22. La Figura 4C es una vista que ilustra un estado en la etapa de unión de accesorio S3. La Figura 4D es una vista que ilustra un estado en la etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4. Las vistas mostradas en la Figura 4A a la Figura 4D son cada uno una vista en planta.

En la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12, como se ilustra en la Figura 4A, el aparato de soldadura 2 suelda circunferencialmente una segundo empalme 6 a la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI. Específicamente, la unidad de control 10 (véase la Figura 1) detiene el funcionamiento del sistema de transporte 1 (véase la Figura 1) y el aparato de bobinado 3 en un momento en el que la parte extrema trasera P1r de la tubería larga P1 ha llegado a la posición en la que se dispone la máquina de soldadura circunferencial 21 incluida en el aparato de soldadura 2. A continuación, la unidad de control 10 acciona el aparato de soldadura 2 según los mismos procedimientos que en el caso de realizar una soldadura circunferencial (formando la zona de soldadura circunferencial PW (véase la Figura 1)) para soldar las partes extremas de la pluralidad de tuberías P (véase la Figura 1) descritas anteriormente. Por este medio, la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI y la parte extrema delantera 6f del segundo empalme 6 se sueldan circunferencialmente entre sí, y se forma una zona de soldadura circunferencial W2 en la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI (la parte extrema delantera 6f del segundo empalme 6).

Más específicamente, cuando se realiza la soldadura circunferencial del segundo empalme 6 a la tubería larga PI, el aparato de sujeción 22b dispuesto en el lado aguas abajo en la dirección de transporte agarra la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI. Por otro lado, el segundo empalme 6 se coloca en el aparato de agarre 22a dispuesto en el lado de aguas arriba en la dirección de transporte, y el aparato de agarre 22a agarra la parte extrema delantera 6f del segundo empalme 6. Los respectivos aparatos de agarre 22a y 22b ajustan la posición de la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI y la posición de la parte extrema delantera 6f del segundo empalme 6 para hacer que sus líneas centrales axiales coincidan entre sí. La parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI y la parte extrema delantera 6f del segundo empalme 6 se sueldan juntas por la máquina de soldadura circunferencial 21.

Obsérvese que la parte extrema delantera 6f (parte extrema en el lado izquierdo en la Figura 4A) del segundo empalme 6 se forma preferiblemente por un material del mismo tipo y que tiene el mismo diámetro que la tubería larga PI. Por este medio, es posible formar fácilmente la zona de soldadura circunferencial W2 en las mismas condiciones de soldadura que en el caso de formar la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga P1. La parte extrema trasera (parte extrema del lado derecho en la Figura 4A) del segundo empalme 6 tiene, por ejemplo, una estructura conocida que, al realizar una prueba de presión hidráulica en la tubería larga PI, se puede conectar (atornillar) a una tubería (no ilustrada) que descarga el agua y el aire utilizados para la prueba de presión hidráulica y puede mantener el rendimiento del sellado incluso a alta presión. Por ejemplo, el segundo empalme 6 es una conexión roscada que se

puede conectar a una tubería para usar en una prueba de presión hidráulica.

[Segunda etapa de inspección zona de soldadura circunferencial de empalme S22 (etapa inspección de zona de soldadura circunferencial S2)]

En la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22, como se ilustra en la Figura 4B, la zona de soldadura circunferencial W2 del segundo empalme 6 es inspeccionada por el aparato de inspección por rayos X 4. Específicamente, la unidad de control 10 (véase la Figura 1) detiene el funcionamiento del sistema de transporte 1 (véase la Figura 1) y el aparato de bobinado 3 en un momento en el que la zona de soldadura circunferencial W2 del segundo empalme 6 ha llegado a la posición en la que se dispone el aparato de inspección por rayos X 4 (específicamente, la posición en la que los rayos X son emitidos por la fuente de rayos X del aparato de inspección por rayos X 4). De esta manera, se detiene la tubería larga PI. La unidad de control 10 acciona entonces el aparato de inspección por rayos X 4 según los mismos procedimientos que en el caso de inspección de la zona de soldadura circunferencial PW (véase la Figura 1) descrito anteriormente. De este modo, se inspecciona la zona de soldadura circunferencial W2 del segundo empalme 6.

En el caso de que se inspeccione la zona de soldadura circunferencial W2 y se determine que la zona de soldadura circunferencial W2 es normal, se ejecuta la etapa de unión de accesorio S3 (véase la Figura 2).

Por otro lado, en un caso en el que se determina que la zona de soldadura circunferencial W2 está defectuosa, de manera similar al caso de la zona de soldadura circunferencial PW mencionada anteriormente, se corta y se retira la zona de soldadura circunferencial W2 determinada como defectuosa. En este caso, basta con realizar de nuevo una soldadura circunferencial en el lugar de corte, y con inspeccionar la zona de soldadura circunferencial W2 formada una vez más. En este caso, según sea necesario, la unidad de control 10 puede hacer que el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 se muevan en la dirección de transporte de la tubería larga P1.

[Etapa de unión de accesorio S3]

En la etapa de unión de accesorio S3, como se ilustra en la Figura 4C, un accesorio 7 se une a una parte extrema trasera 6r del segundo empalme 6. La unión del accesorio 7 se puede realizar, por ejemplo, haciendo que el aparato de soldadura 2 y el aparato de inspección por rayos X 4 se muevan al lado aguas arriba en la dirección de transporte de la tubería larga PI por medio de la unidad de control 10, y luego realizar la unión manual del accesorio 7 en la posición en la que se encuentra el aparato de inspección por rayos X 4 antes de moverse. Aunque un ejemplo de configuración específico del accesorio 7 se describe más tarde, por ejemplo, una parte de rosca interna se forma en una parte extrema delantera 7f (parte extrema en el lado izquierdo en la Figura 4C) del accesorio 7, y el accesorio 7 se conecta a la parte extrema trasera 6r del segundo empalme al enroscar juntas la parte de rosca interna y una parte de rosca externa formada en la parte extrema trasera 6r del segundo empalme 6.

En otras palabras, el accesorio 7 se une de manera separable por medio de una estructura de conexión roscada al segundo empalme 6.

[Etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4]

En la etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4, como se ilustra en la Figura 4D, una parte extrema delantera Pdf de una tubería ficticia (una tubería que no será un producto) Pd se suelda de forma circunferencial a una parte extrema trasera 7r (parte extrema en el lado derecho en la Figura 4D) del accesorio 7 mediante el aparato de soldadura 2. En concreto, por ejemplo, la unidad de control 10 (véase la Figura 1) hace que el aparato de soldadura 2 se mueva hasta que la parte extrema trasera 7r del accesorio 7 llegue a la posición en la que se dispone la máquina de soldadura circunferencial 21 incluida en el aparato de soldadura 2. A continuación, la unidad de control 10 acciona el aparato de soldadura 2 según los mismos procedimientos que en el caso de formar la zona de soldadura circunferencial PW (véase la Figura 1) descrita anteriormente. Por este medio, la tubería ficticia Pd se suelda circunferencialmente a la parte extrema trasera 7r del accesorio 7, y se forma una zona de soldadura circunferencial W3 en la parte extrema trasera 7r del accesorio 7 (la parte extrema delantera Pdf de la tubería ficticia PD).

Más específicamente, cuando se realiza la soldadura circunferencial de la tubería ficticia Pd al accesorio 7, el aparato de agarre 22b dispuesto en el lado de aguas abajo en la dirección de transporte agarra la parte extrema trasera 7r del accesorio 7. Por otro lado, la tubería ficticia Pd se coloca en el aparato de agarre 22a dispuesto aguas arriba en la dirección de transporte, y el aparato de agarre 22a agarra la parte extrema delantera Pdf de la tubería ficticia Pd. Los respectivos aparatos de agarre 22a y 22b ajustan la posición de la parte extrema trasera 7r del accesorio 7 y la posición de la parte extrema delantera Pdf de la tubería ficticia Pd para hacer que sus líneas centrales axiales coincidan entre sí. La parte extrema trasera 7r del accesorio 7 y la parte extrema delantera Pdf de la tubería ficticia Pd se sueldan circunferencialmente entre sí por la máquina de soldadura circunferencial 21.

Obsérvese que, como tubería ficticia Pd, se utiliza preferiblemente una tubería formada por un material del mismo tipo y que tiene el mismo diámetro que la tubería larga PI. Además, la parte extrema trasera 7r del accesorio 7 se forma preferiblemente por un material del mismo tipo y que tiene el mismo diámetro que la tubería larga PI. Por este medio, es posible formar fácilmente la zona de soldadura circunferencial W3 en las mismas condiciones de soldadura que en el caso de formar la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga P1. Obsérvese que, para confirmar la

solidez de la soldadura, también es deseable realizar una inspección por medio del aparato de inspección por rayos X 4 con respecto a la zona de soldadura circunferencial W3. Sin embargo, debido a que el accesorio 7 no se usa cuando se realiza una prueba de presión hidráulica o similar en la tubería larga PI, no es necesario realizar una inspección por medio del aparato de inspección por rayos X 4, y puede realizarse una inspección por observación visual o similar en su lugar.

[Etapa de corte S5]
La Figura 5A a la Figura 5C son vistas que ilustran esquemáticamente la etapa de corte S5 y la etapa de separación de accesorio S6. La Figura 5A es una vista que ilustra un estado en una fase temprana de la etapa de corte S5. La Figura 5B es una vista que ilustra un estado en la fase final de la etapa de corte S5. La Figura 5C es una vista que ilustra un estado en la etapa de separación de accesorio S6. En cada una de la Figura 5A a la Figura 5C, se muestra una vista lateral vista desde una dirección horizontal ortogonal a la dirección de transporte (dirección X) de la tubería larga PI.

En la etapa de corte S5, como se ilustra en la Figura 5A, se entra en un estado en el que el segundo empalme 6 se coloca en las inmediaciones del aparato de bobinado 3. Específicamente, la unidad de control 10 (véase la Figura 1) detiene el funcionamiento del sistema de transporte 1 (véase la Figura 1) y el aparato de bobinado 3 en un momento en el que el segundo empalme 6 (la parte extrema trasera P1r de la tubería larga P1) ha alcanzado una posición en las inmediaciones del carrete 31 incluido en el aparato de bobinado 3.

A continuación, como se ilustra en la Figura 5B, la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI a la que se suelda de forma circunferencial el segundo empalme 6 se fija al aparato de bobinado 3 (bastidor del carrete 31) usando una herramienta de fijación predeterminada 8. A continuación, se corta una región de la tubería ficticia Pd, que es una región situada entre el aparato de bobinado 3 y los rodillos de arrastre 13. Por ejemplo, como herramienta de fijación 8 se puede utilizar una herramienta que tenga una configuración en la que un extremo se une (sujetado con pernos) al aparato de bobinado 3 y el otro extremo aprisiona la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI de la tubería ficticia. El corte de la tubería ficticia Pd puede ser realizado, por ejemplo, manualmente por un trabajador usando una máquina de corte portátil.

Obsérvese que, como se ilustra en la Figura 5A y la Figura 5B, la tubería ficticia Pd tiene al menos una longitud de manera que, cuando el segundo empalme 6 alcanza una posición en las inmediaciones del aparato de bobinado 3 (el carrete 31), la tubería ficticia Pd puede ser apretada por los rodillos de arrastre 13 en un estado en el que la tubería ficticia Pd se suelda circunferencialmente a la parte extrema trasera 7r de la unión 7.

[Etapa de separación de accesorio S6]
En la etapa de separación de accesorio S6, como se ilustra en la Figura 5C, el accesorio 7 se separa del segundo empalme 6. Basta con realizar el desacoplamiento del accesorio 7 soltando manualmente la conexión roscada entre la parte de rosca interna formada en la parte extrema delantera 7f del accesorio 7 y la parte de rosca externa formada en la parte extrema trasera 6r del segundo empalme 6. En ese momento, una parte Pda de la tubería ficticia Pd soldada circunferencialmente a la parte extrema trasera 7r del accesorio 7 también se separará junto con el accesorio 7.

Obsérvese que, en el caso de reutilización del accesorio 7, si bien el accesorio 7 se puede usar después de retirar la parte Pda de la tubería ficticia Pd soldado circunferencialmente al mismo, también es posible usar el accesorio 7 en una condición en la que la parte Pda de la tubería ficticia Pd no se quita y permanece soldada al mismo. En otras palabras, también es posible utilizar la parte restante Pda de la tubería ficticia Pd como la parte extrema trasera 7r del accesorio 7.

De esta manera, se puede producir tubo enrollado con empalmes en los que el tubo enrollado se compone de la tubería larga PI que rodearía el carrete 31 y ambas partes extremas (la parte extrema delantera P1f y la parte extrema trasera P1r) de las cuales los empalmes (el primer empalme 5 y el segundo empalme 6) se conectan, respectivamente.

La Figura 6A y la Figura 6B son vistas que ilustran un ejemplo de configuración específica del accesorio 7 en la presente realización. La Figura 6A es una vista que ilustra un estado en el que se ha separado un miembro (un tercer miembro 73) entre los miembros que constituyen el accesorio 7. La Figura 6B es una vista que ilustra un estado en el que el accesorio 7 se une a la parte extrema trasera del segundo empalme 6.

Como se ilustra en la Figura 6A y la Figura 6B, el accesorio 7 incluye un primer miembro 71 que es sustancialmente circular en sección transversal, un segundo miembro 72 que es sustancialmente circular en sección transversal, un tercer miembro 73 que es sustancialmente circular en sección transversal, y un miembro de vástago 74 constituido por un perno o una tuerca. Las formas respectivas de la sección transversal del primer miembro 71 y el segundo miembro 72 no están particularmente limitadas y pueden ser sustancialmente rectangulares. El primer miembro 71 y el segundo miembro 72 se conectan de manera que el primer miembro 71 y el segundo miembro 72 pueden girar alrededor de un eje central C del miembro de vástago 74. En otras palabras, el accesorio 7 es una junta universal (junta universal de un solo vástago) en la que el primer miembro 71 y el segundo miembro 72 pueden girar libremente alrededor del eje central C. Una parte extrema trasera 73r (parte extrema en el lado derecho en la Figura 6A y la Figura 6B) del tercer

miembro 73 se forma preferiblemente por un material del mismo tipo y que tiene el mismo diámetro que la tubería ficticia Pd.

Se forma una parte de rosca interna 721 en una parte extrema trasera 72r (parte extrema en el lado derecho en la Figura 6A y Figura 6B) del segundo miembro 72. Se forma una parte de rosca externa en una parte extrema delantera 73f (parte extrema en el lado izquierdo en la Figura 6A y la Figura 6B) del tercer miembro 73. Como se ilustra en la Figura 6B, el accesorio 7 se ensambla atornillando manualmente la parte de rosca externa antes mencionada y la parte de rosca interna 721. En otras palabras, el tercer miembro 73 se une de forma desmontable al segundo miembro 72 por medio de una conexión roscada.

De manera similar, se forma una parte de rosca interna 711 en una parte extrema delantera 71f (parte extrema en el lado izquierdo en la Figura 6A y Figura 6B) del primer miembro 71. Se forma una parte de rosca externa en la parte extrema trasera 6r del segundo empalme 6. Como se ilustra en la Figura 6B, el accesorio 7 se une a la parte extrema trasera 6r del segundo empalme 6 atornillando manualmente la parte de rosca externa antes mencionada y la parte de rosca interna 711. En otras palabras, el accesorio 7 se une de forma desmontable al segundo empalme 6 por medio de una conexión roscada.

Según el método de conexión de empalme de la presente realización descrito anteriormente, antes de bobinar toda la longitud de la tubería larga PI alrededor del carrete 31 del aparato de bobinado 3, es posible formar la zona de soldadura circunferencial W1 del primer empalme 5 y la zona de soldadura circunferencial W2 del segundo empalme 6 por medio del aparato de soldadura 2 en las mismas condiciones de soldadura que en el caso de formar la zona de soldadura circunferencial PW de la tubería larga P1.

Además, antes de bobinar toda la longitud de la tubería larga PI alrededor del carrete 31 del aparato de bobinado 3, la zona de soldadura circunferencial W1 del primer empalme 5 y la zona de soldadura circunferencial W2 del segundo empalme 6 son inspeccionadas por el aparato de inspección por rayos X 4, y se puede confirmar adecuadamente si las zonas de soldadura circunferencial W1 y W2 están formadas o no de manera apropiada para que no se produzca una fuga de agua. Por lo tanto, se obtiene fiabilidad con respecto a las conexiones del primer empalme 5 y el segundo empalme 6.

Así, según el método de conexión de empalme de la presente realización, el primer empalme 5 y el segundo empalme 6 se pueden conectar apropiadamente a la parte extrema delantera P1f y a la parte extrema trasera P1r de la tubería larga P1, respectivamente.

Además, según el método de conexión de empalme de la presente realización, en la etapa de corte S5, como se ilustra en la Figura 5B, la tubería larga P1, el segundo empalme 6, el accesorio 7 y la tubería ficticia Pd están entreyacentes entre el aparato de bobinado 3 y los rodillos de arrastre 13. En este estado, la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI a la que se conecta el segundo empalme 6 ha sido soldada circunferencialmente se fija al aparato de bobinado 3 utilizando la herramienta de fijación 8. En otras palabras, en un estado en el que se aplica una fuerza de tracción a la tubería larga PI bobinada por el aparato de bobinado 3, la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI se fija al aparato de bobinado 3. Por lo tanto, en la etapa de corte S5, incluso cuando se corta la tubería ficticia Pd, la fuerza de tracción de la tubería larga PI bobinada por el aparato de bobinado 3 se mantiene y la tubería larga P1 no se afloja. En otras palabras, se puede mantener un estado en el que la tubería larga P1 se bobina fuertemente y el estado de bobinado no se deshace. Posteriormente, en la etapa de separación de accesorio S6, como se ilustra en la Figura 5C, al separar el accesorio 7 del segundo empalme 6, se entra en un estado en el que solamente el segundo empalme 6 se conecta a la parte extrema trasera P1r de la tubería larga P1. Por lo tanto, es posible realizar fácilmente una prueba de presión hidráulica o similar.

Además, según el método de conexión de empalme de la presente realización, el accesorio 7 es una junta universal. Por lo tanto, como se ilustra en la Figura 5B, incluso si la posición en la que la tubería larga PI es bobinada por el aparato de bobinado 3 y la posición en la que la tubería ficticia Pd es apretada por los rodillos de arrastre 13 difieren entre sí en la dirección vertical, es difícil que surja un excesivo esfuerzo de flexión en el segundo empalme 6 o en el accesorio 7. Por lo tanto, es posible evitar daños en el segundo empalme 6 y el accesorio 7.

Obsérvese que, en la presente realización, aunque la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12, la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22, la etapa de unión de accesorio S3 y la etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4 se ejecutan en este orden, la presente realización no se limita a lo mismo. Por ejemplo, es posible ejecutar la etapa de unión de accesorio S3 y, a continuación, ejecutar la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12. En este caso, en la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12, al soldar circunferencialmente el segundo empalme 6 a la parte extrema trasera P1r de la tubería larga PI por medio del aparato de soldadura 2, el segundo empalme 6 y el accesorio 7 se conectarán al mismo tiempo a la parte extrema trasera P1r de la tubería larga P1. Además, en este caso, después de la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme S12, puede ejecutarse primero cualquier etapa entre la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22 y la etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4. Sin embargo, en caso de que se determine como resultado de ejecutar la segunda etapa de inspección

de zona de soldadura circunferencial de empalme S22 que la zona de soldadura circunferencial W2 está defectuosa, es necesario realizar una operación tal como cortar la zona de soldadura circunferencial W2. Por lo tanto, cuando se tiene en cuenta la facilidad de realizar las operaciones, es preferible ejecutar la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial de empalme S22 antes de ejecutar la etapa de soldadura circunferencial de accesorio S4.

Obsérvese que una tubería que se va a utilizar como tubería para soldar circunferencialmente a la parte extrema trasera P1r del accesorio 7 no se limita a la tubería ficticia Pd, y también es posible utilizar otra tubería larga (una tubería larga que es un producto) PI que sigue la tubería larga P1 que está bobinada por el aparato de bobinado 3.

En el caso de que se use otra tubería larga PI que sigue a la tubería larga PI que es bobinada por el aparato de bobinado 3 como la tubería que se va a soldar circunferencialmente a la parte extrema trasera P1r del accesorio 7, y no la tubería ficticia Pd que se utiliza en la presente realización, el método de conexión de empalme según la presente realización se ejecuta también en orden desde la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11 con respecto a la otra siguiente tubería larga PI. Cuando se ejecuta la etapa de separación de accesorio S6 con respecto a la tubería larga P1 bobinada por el aparato de bobinado 3, la otra siguiente tubería larga PI se encuentra en un estado en el que es pinzada por los rodillos de arrastre 13. Por lo tanto, cuando se ejecuta la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme S11 con respecto a otra siguiente tubería larga P1, es suficiente transportar otra siguiente tubería larga P1 en la dirección inversa hasta que la parte extrema delantera P1f de otra siguiente tubería larga PI alcance la posición en la que se dispone la máquina de soldadura circunferencial 21.

Además, según el método de producción de la presente realización, al utilizar el método de conexión de empalme de la presente realización, se puede producir tubo enrollado con empalmes en los que el tubo enrollado se compone de la tubería larga PI que se enrolla alrededor del carrete 31 y a ambas partes extremas (la parte extrema delantera P1f y la parte extrema trasera P1r) cuyos empalmes (el primer empalme 5 y el segundo empalme 6) se conectan, respectivamente.

LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

1	Sistema de transporte
2	Aparato de soldadura
3	Aparato de bobinado
4	Aparato de inspección por rayos X
5	Primer empalme
6	Segundo empalme
7	Accesorio
8	Herramienta de fijación
10	Unidad de control
31	Carrete
100	Instalación de producción de tubería
P	Tubería
PI	Tubería larga
Pd	Tubería diferente (Tubería ficticia)
PW, W1, W2, W3	Zona de soldadura circunferencial

REIVINDICACIONES

1. Un método de conexión de empalme para una tubería larga (P1) para conectar un primer empalme (5) y un segundo empalme (6) a una parte extrema delantera (P1f) y una parte extrema trasera (P1r) de la tubería larga (P1), respectivamente, utilizando una instalación de producción (100) que comprende: un sistema de transporte (1) que transporta una tubería (P) en una dirección longitudinal; un aparato de soldadura (2) que se dispone a lo largo del sistema de transporte (1) y que realiza una soldadura circunferencial que suelda juntas las partes extremas de una pluralidad de tuberías (P) transportadas por el sistema de transporte (1) para formar una tubería larga (PI); un aparato de bobinado (3) que se dispone a lo largo del sistema de transporte (1) y que bobina la tubería larga (P1) que es transportada por el sistema de transporte (1) alrededor de un carrete (31); y un aparato de inspección por rayos X (4) que se dispone entre el aparato de soldadura (2) y el aparato de bobinado (3) a lo largo del sistema de transporte (1) y que inspecciona una zona de soldadura circunferencial (PW) de la tubería larga (PI);
el método de conexión de empalme **caracterizado por** las siguientes etapas:

una primera etapa de soldadura circunferencial de empalme (S11) de soldadura circunferencial del primer empalme (5) a una parte extrema delantera (P1f) de la tubería larga (P1) por medio del aparato de soldadura (2),
una primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial (S21) de inspección de una zona de soldadura circunferencial (W1) del primer empalme (5) por medio del aparato de inspección por rayos X (4),
una segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme (S12) de soldadura circunferencial del segundo empalme (6) a una parte extrema trasera (P1r) de la tubería larga (P1) por medio del aparato de soldadura (2), y
una segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial (S22) de inspeccionar una zona de soldadura circunferencial (W2) del segundo empalme (6) por medio del aparato de inspección por rayos X (4).

2. El método de conexión de empalme para una tubería larga (P1) según la reivindicación 1, en donde:

el sistema de transporte (1) comprende rodillos de arrastre (13) que aprietan y guían la tubería larga (P1), en una posición que está más alejada en el lado aguas abajo en una dirección de transporte de la tubería larga (P1), y
el método de conexión de empalme comprende además:

una etapa de unión de accesorios (S3) para unir un accesorio (7) a una parte extrema trasera (6r) del segundo empalme (6);
una etapa de soldadura circunferencial de accesorio (S4) de soldadura circunferencial de una parte extrema delantera (Pdf) de una tubería diferente (Pd) a una parte extrema trasera (7r) del accesorio (7) por medio del aparato de soldadura (2);
una etapa de corte (S5) de, en un estado en el que el segundo empalme (6) se encuentra en las inmediaciones del aparato de bobinado (3), fijar la parte extrema trasera (P1r) de la tubería larga (P1) a la que el segundo empalme (6) se suelda circunferencialmente al aparato de bobinado (3), y después se corta una región de la tubería diferente (Pd) situada entre el aparato de bobinado (3) y los rodillos de arrastre (13); y
una etapa de separación de accesorio (S6) para separar el accesorio (7) del segundo empalme (6).

3. El método de conexión de empalme para una tubería larga (P1) según la reivindicación 2, en donde:

el accesorio (7) es una junta universal.

4. Un método para producir tubo enrollado con empalmes en los que el tubo enrollado se compone de una tubería larga (P1) bobinada alrededor de un carrete (31), el método **caracterizado por que**:

estando conectadas los empalmes a ambas partes extremas de la tubería (P1), respectivamente, mediante un método de conexión de empalme según la reivindicación 1,
y **caracterizado** además **por que**:

el sistema de transporte (1) comprende rodillos de arrastre (13) que aprietan y guían la tubería larga (P1), en una posición más alejada en un lado aguas abajo en una dirección de transporte de la tubería larga (PI); y en donde,
En la primera etapa de soldadura circunferencial de empalme (S11), el primer empalme (5) se suelda circunferencialmente a una parte extrema delantera de la tubería (P) que se transporta inicialmente, y el método **caracterizado por que** comprende las etapas de:

después de la primera etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial (S21), y antes de la segunda etapa de soldadura circunferencial de empalme (S12), una etapa de formación de tubería larga para formar la tubería larga (P1) repitiendo las etapas de realizar la soldadura

circunferencial para soldar juntas las partes extremas de las tuberías (P) que siguen a la tubería (P) a la que se suelda circunferencialmente el primer empalme (5) por medio del aparato de soldadura (2), y además inspeccionar las zonas de soldadura circunferencial (PW) de las partes extremas por medio del aparato de inspección por rayos X (4),

después de la segunda etapa de inspección de zona de soldadura circunferencial (S22), una etapa de unión de accesorio (S3) de unir un accesorio (7) a una parte extrema trasera (6r) del segundo empalme (6),

una etapa de soldadura circunferencial de accesorio (S4) de soldadura circunferencial de una parte extrema delantera (Pdf) de una tubería diferente (Pd) a una parte extrema trasera (7r) del accesorio (7) por medio del aparato de soldadura (2),

una etapa de corte (S5) de, en un estado en el que el segundo empalme (6) se encuentra en las inmediaciones del aparato de bobinado (3), fijar la parte extrema trasera (P1r) de la tubería larga (P1) a la que el segundo empalme (6) se suelda circunferencialmente al aparato de bobinado (3), y después se corta una región de la tubería diferente (Pd) situada entre el aparato de bobinado (3) y los rodillos de arrastre (13); y

una etapa de separación de accesorio (S6) para separar el accesorio (7) del segundo empalme (6).

FIG.1

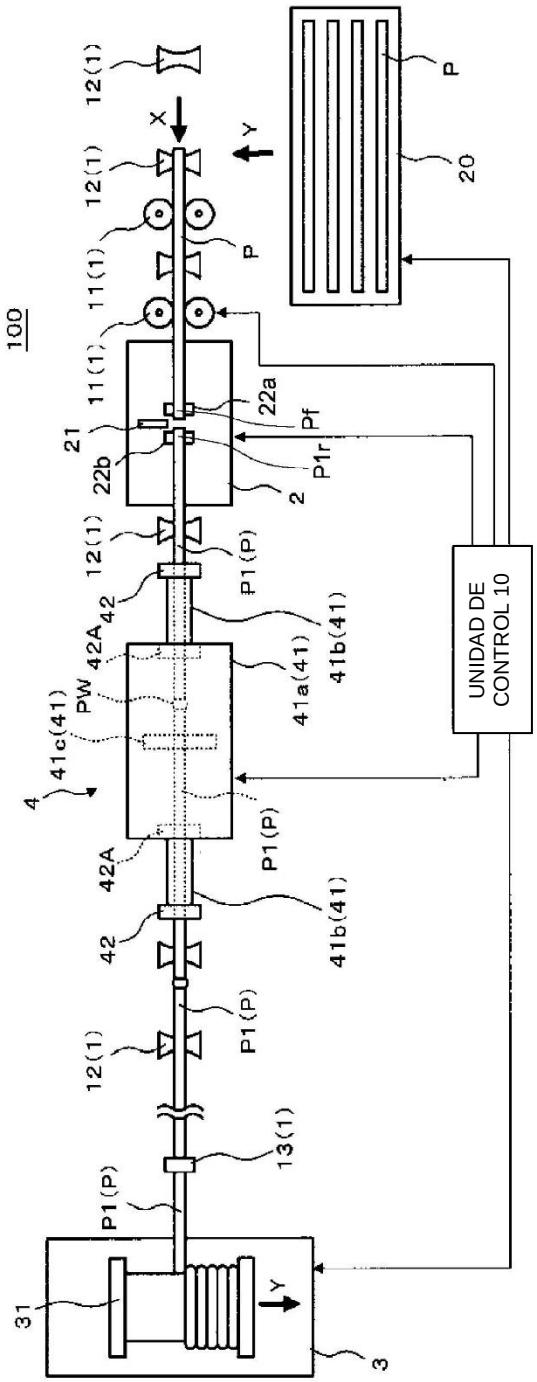

100
12(1)
X
Y
P
20
11(1)
22a
Pf
21
22b
P1r
2
P1(P)
42
41b(41)
42A
41a(41)
PW
41c(41)
4
13(1)
31
3
UNIDAD DE CONTROL 10

FIG.2

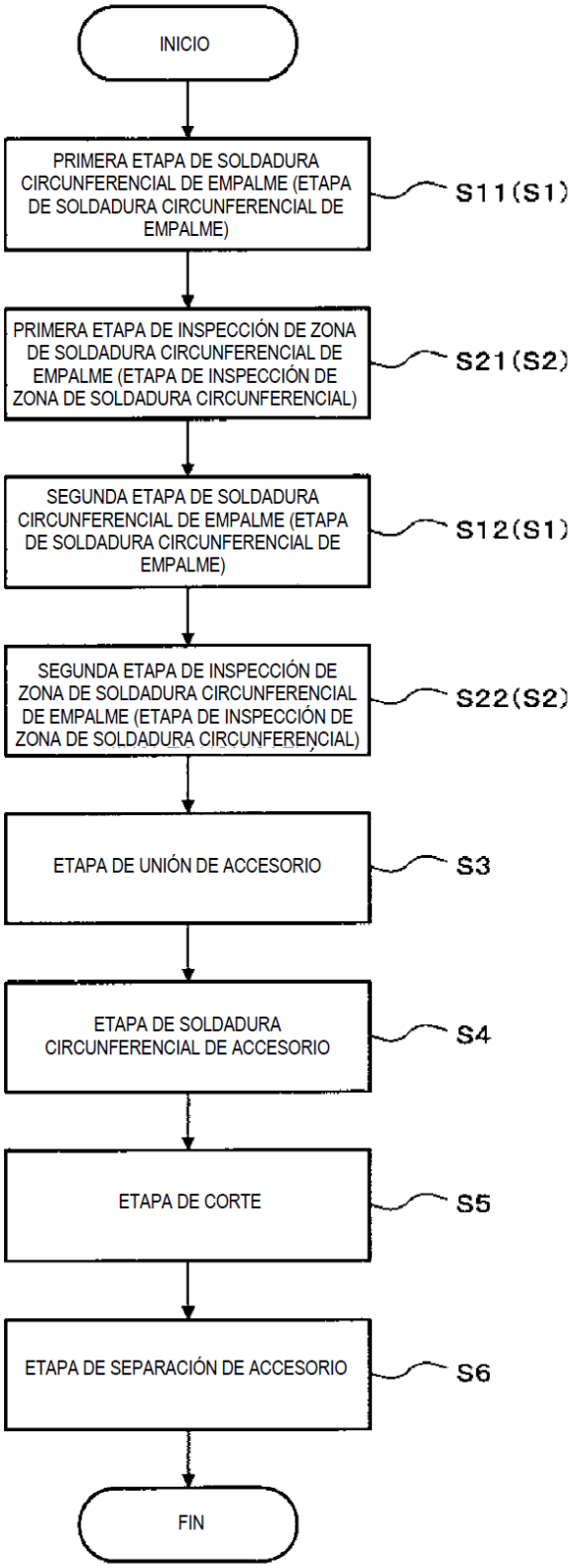

INICIO
PRIMERA ETAPA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE EMPALME (ETAPA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE EMPALME)
S11(S1)
PRIMERA ETAPA DE INSPECCIÓN DE ZONA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE EMPALME (ETAPA DE INSPECCIÓN DE ZONA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL)
S21(S2)
SEGUNDA ETAPA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE EMPALME (ETAPA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE EMPALME)
S12(S1)
SEGUNDA ETAPA DE INSPECCIÓN DE ZONA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE EMPALME (ETAPA DE INSPECCIÓN DE ZONA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL)
S22(S2)
ETAPA DE UNIÓN DE ACCESORIO
S3
ETAPA DE SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE ACCESORIO
S4
ETAPA DE CORTE
S5
ETAPA DE SEPARACIÓN DE ACCESORIO
S6
FIN

FIG.3A

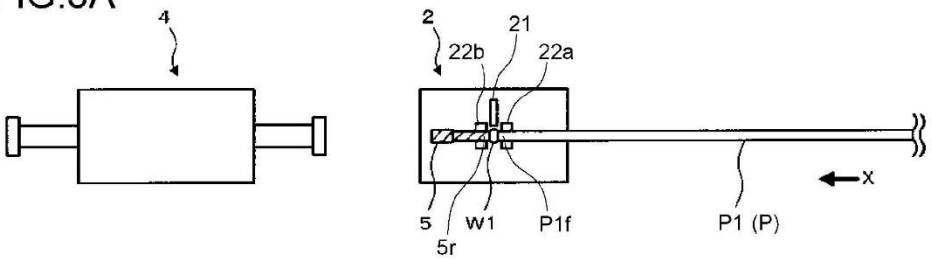


FIG.3B

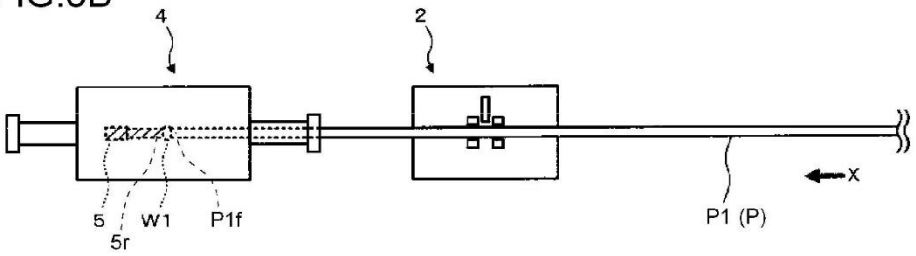


FIG.3C

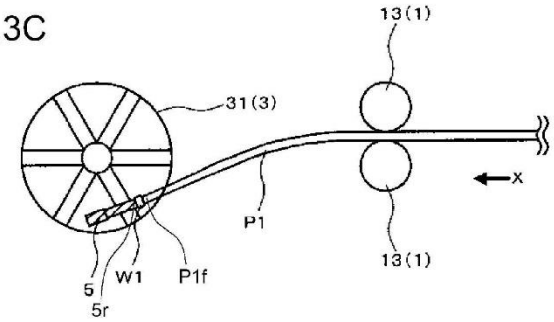


FIG.4A

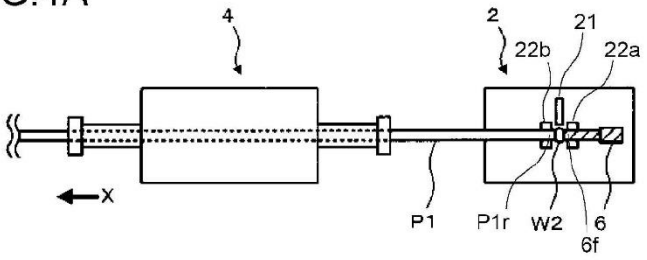


FIG.4B

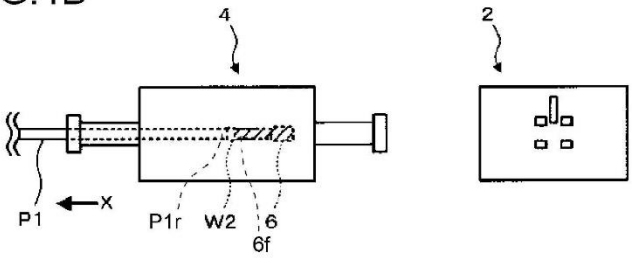


FIG.4C

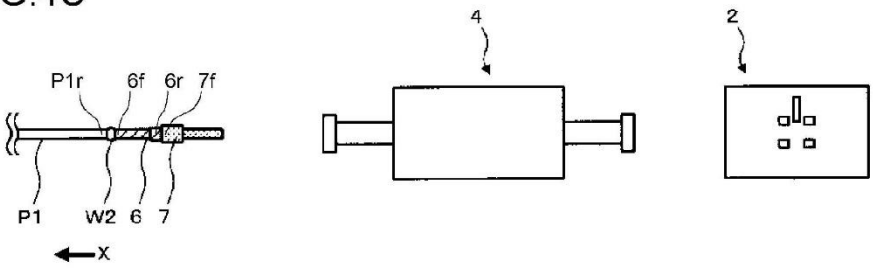


FIG.4D

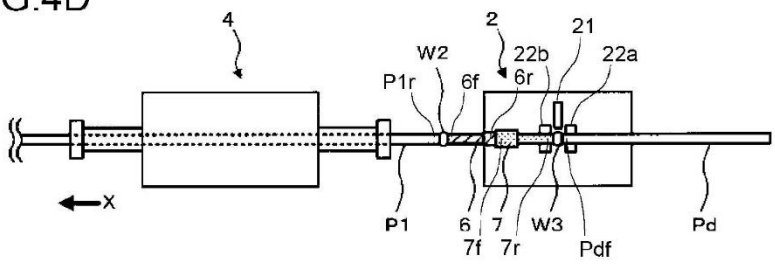


FIG.5A

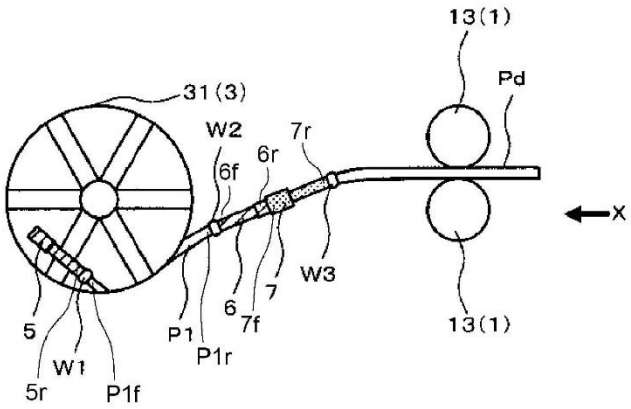


FIG.5B

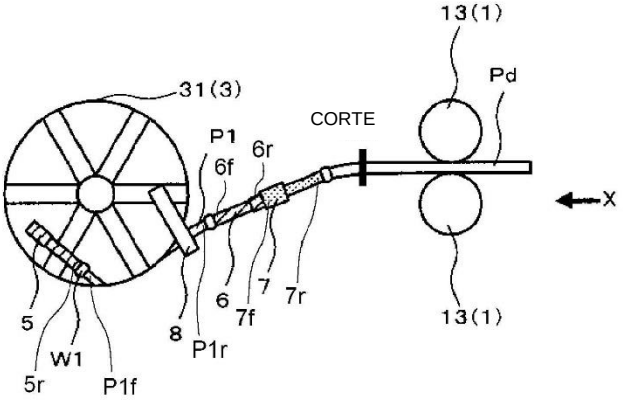


FIG.5C

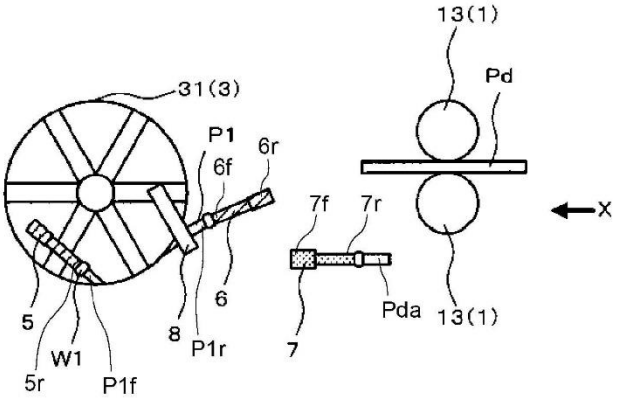


FIG.6A

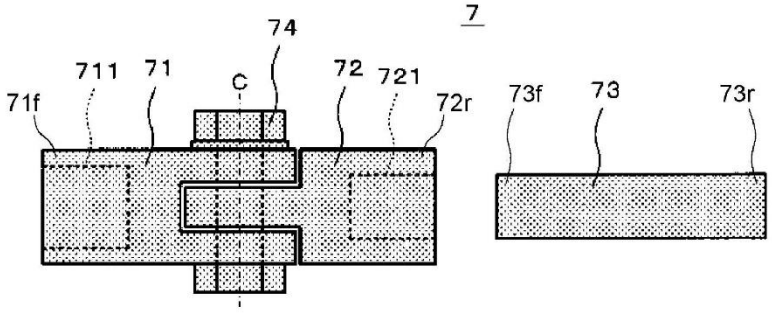
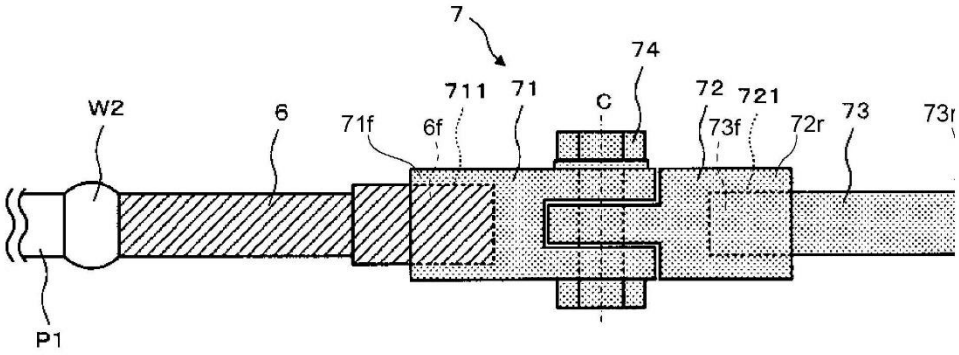

7
74
711
71
C
72
721
71f
72r
73f
73
73r

FIG.6B


7
74
W2
6
711
71
C
72
721
71f
6f
73f
72r
73
P1