(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 629 581**

(51) Int. CI.:

F16L 58/02 (2006.01)
F16L 57/00 (2006.01)
G01N 17/00 (2006.01)
F16L 59/20 (2006.01)
F16L 13/06 (2006.01)
F16L 53/00 (2006.01)
G01N 33/20 (2006.01)
G21D 3/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.01.2015 PCT/JP2015/050882**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15174101**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2015 E 15762469 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2975314**

(54) Título: **Método para prolongar la esperanza de vida de tuberías de alta temperatura y estructura de prolongación de la esperanza de vida de tuberías de alta temperatura**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.08.2017

(73) Titular/es:

MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD. (100.0%)
3-1, Minatomirai 3-chome Nishi-Ku, Yokohama-shiKanagawa 220-8401, JP

(72) Inventor/es:

WATANABE, DAIGO;
SAKATA, FUMITOSHI;
TOKIYOSHI, TAKUMI;
CHUMAN, YASUHARU;
FUKAHORI, TAKUYA;
KANEMAKI, YUICHI;
OHYAMA, HIROYUKI;
MATSUMOTO, SHINTARO;
FUJITA, MASAAKI y
OHTSU, ICHIRO

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

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 para prolongar la esperanza de vida de tuberías de alta temperatura y estructura de prolongación de la esperanza de vida de tuberías de alta temperatura

Campo

La presente invención se refiere a un método para prolongar la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura tales como una tubería de alta temperatura y una vasija de presión, por ejemplo, usadas en centrales nucleares y térmicas, plantas químicas y similares y una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura.

Antecedentes

Ya que, por ejemplo, una caldera o similar que constituye una central térmica funciona en un entorno de alta temperatura y alta presión, puede acumularse un daño debido a fluencia o similar en un acero resistente al calor como un material que forma la caldera, al ser operado durante un largo plazo. Por consiguiente, en el momento de operación de este tipo de planta, es importante mantener la fiabilidad de una unidad resistente a presión realizando la evaluación de la esperanza de vida altamente precisa del acero resistente al calor para garantizar una operación estable durante un largo plazo.

Aunque una tubería de alta temperatura usada en una central térmica o similar tiene una función de transportar vapor calentado en la caldera a una turbina de vapor, un daño por fluencia progresa por un uso a alta temperatura y largo plazo y se produce un vacío de fluencia, se produce una grieta debido a vacíos continuos, y finalmente, la tubería se rompe.

Para evitar la rotura final, se obtiene un grado de daño por fluencia de cada elemento analizando un grado del crecimiento del vacío de fluencia a través de una inspección no destructiva regular, realizando de este modo la evaluación de la esperanza de vida restante del elemento (Bibliografías de patente 1 y 2). Ya que existe un alto riesgo de ruptura por fluencia de la porción soldada de tubería en general en comparación con un metal base, una posición a inspeccionar es principalmente una porción soldada.

Lista de citas

Bibliografía de patentes

Documento de patente 1: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 2004-85347
Documento de patente 2: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 2008-122345

Sumario

Problema técnico

Cuando existe un elemento con un alto grado de daño por fluencia como resultado de la inspección no destructiva, y por lo tanto el riesgo de la ruptura por fluencia es alto hasta la siguiente inspección regular, se toman medidas para reducir el riesgo de ruptura por fluencia, realizando sustitución del elemento o bajando la temperatura operativa de toda la planta para bajar la temperatura de metal de toda la tubería.

Sin embargo, cuando se baja la temperatura operativa general de la planta, existe un problema de una disminución en la eficiencia operativa de la planta.

Por lo tanto, existe un serio deseo para un aspecto de técnica que es capaz de prolongar la esperanza de vida restante del elemento de alta temperatura, sin disminuir la temperatura operativa general de la planta y sin bajar la eficiencia operativa de la planta.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para prolongar la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura y una estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura capaz de prolongar la esperanza de vida restante del elemento de alta temperatura, sin disminuir la temperatura operativa general de la planta y sin bajar la eficiencia operativa de la planta.

Solución al problema

Un primer aspecto de la presente invención para resolver los problemas descritos anteriormente es un método para prolongar la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura, incluye, cuando se determina que un uso estacionario continuado no puede realizarse mediante una evaluación de la esperanza de vida restante de una ruptura por fluencia de una porción soldada de la tubería de alta temperatura, eliminar una parte de un material de

aislamiento térmico que cubre una ubicación que tiene un riesgo alto de ruptura por fluencia en la tubería de alta temperatura y reducir una temperatura de superficie exterior de la tubería de alta temperatura localmente para prolongar la esperanza de vida de la ubicación que tiene el riesgo alto de ruptura por fluencia, en el que una anchura de una porción expuesta obtenida eliminando una parte de un material de aislamiento térmico está al doble o más de distancia desde una porción de extremo desprendida de la porción expuesta a una porción en la que una tensión de compresión es asintótica a 0 después de que se produzca un cambio en tensión, entre una tensión de tracción y la tensión de compresión que tiene lugar en la tubería de alta temperatura debido a la eliminación del material de aislamiento térmico, de la tensión de tracción a la tensión de compresión, y la distancia a la que la tensión de compresión es asintótica a 0, después de que se produzca un cambio en tensión de la tensión de tracción a la tensión de compresión, se basa en la siguiente fórmula (1),

$$\beta x = 5 \quad \ldots \quad (1)$$

β se expresa mediante la siguiente fórmula (2),

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{a^2 h^2}} \qquad (2)$$

en este documento, ν es un coeficiente de Poisson y el símbolo a es un radio promedio de la tubería y el símbolo h es un grosor de placa de la tubería.

Un segundo aspecto de la invención es el método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el primer aspecto de la invención, en el que se enfría la superficie del elemento en la que se ha eliminado el material de aislamiento térmico.

Un tercer aspecto de la invención es el método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el segundo aspecto de la invención, en el que el enfriamiento es enfriamiento mediante aire o enfriamiento mediante agua de refrigeración.

Un cuarto aspecto de la invención es el método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el primer aspecto de la invención, en el que se instala un elemento disipador de calor en la superficie del elemento en la que se ha eliminado el material de aislamiento térmico.

Un quinto aspecto de la invención es el método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el primer aspecto de la invención, en el que la temperatura de la superficie del elemento en la que se ha eliminado el material de aislamiento térmico se mide para determinar que la capacidad de enfriamiento es apropiada.

Un sexto aspecto de la invención es el método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el quinto aspecto de la invención, en el que, cuando la capacidad de enfriamiento no es apropiada, se cambia la capacidad de enfriamiento para que sea apropiada.

Un séptimo aspecto de la invención es una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura, incluye, cuando se determina que un uso estacionario continuado no puede realizarse mediante una evaluación de la esperanza de vida restante de una ruptura por fluencia de la tubería de alta temperatura, eliminar una parte de un material de aislamiento térmico que cubre una ubicación que tiene un riesgo alto de ruptura por fluencia en la tubería de alta temperatura, reducir una temperatura de superficie exterior de la tubería de alta temperatura localmente, en el que una anchura de una porción expuesta obtenida eliminando una parte de un material de aislamiento térmico está al doble o más de distancia desde una porción de extremo desprendida de la porción expuesta a una porción en la que una tensión de compresión es asintótica a 0 después de que se produzca un cambio en tensión, entre una tensión de tracción y la tensión de compresión que tiene lugar en la tubería de alta temperatura debido a la eliminación del material de aislamiento térmico, de la tensión de tracción a la tensión de compresión, y la distancia a la que la tensión de compresión es asintótica a 0, después de que se produzca un cambio en tensión de la tensión de tracción a la tensión de compresión, se basa en la siguiente fórmula (1),

$$\beta x = 5 \quad \ldots \quad (1)$$

β se expresa mediante la siguiente fórmula (2),

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{a^2h^2}} \qquad (2)$$

en este documento, ν es un coeficiente de Poisson y el símbolo a es un radio promedio de la tubería y el símbolo h es un grosor de placa de la tubería.

Un octavo aspecto de la invención es la estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el séptimo aspecto de la invención, que incluye una unidad de enfriamiento que enfría una superficie del elemento en la que se ha eliminado el material de aislamiento térmico.

Un noveno aspecto de la invención es la estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el octavo aspecto de la invención, en la que la unidad de enfriamiento es una unidad de enfriamiento por aire mediante aire o una unidad de enfriamiento por agua mediante agua de refrigeración.

Un décimo aspecto de la invención es la estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura en el séptimo aspecto de la invención, en la que se instala un elemento disipador de calor en la superficie del elemento en la que se ha eliminado el material de aislamiento térmico.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, bajando la temperatura de metal de la tubería, se extiende la esperanza de vida por ruptura por fluencia de la tubería y es posible prolongar la esperanza de vida restante de la tubería.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una primera realización.
La Figura 2 es un diagrama que ilustra una porción de una tubería en la que se desprende un material de aislamiento térmico.
La Figura 3 es un diagrama que ilustra una relación entre una distancia de una ubicación en la que se desprende el material de aislamiento térmico y una tensión de tracción y una tensión de compresión aplicadas a un interior de tubería.
La Figura 4 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una segunda realización.
La Figura 5 es una vista en perspectiva de la Figura 4.
La Figura 6 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de otra tubería de alta temperatura de acuerdo con la segunda realización.
La Figura 7 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una tercera realización.
La Figura 8 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo de una unidad de suministro de aire que suministra un aire de refrigeración.
La Figura 9 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una cuarta realización.
La Figura 10 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de otra tubería de alta temperatura de acuerdo con la cuarta realización.
La Figura 11 es un diagrama esquemático de una estructura protectora de una porción expuesta de la tubería de alta temperatura.
La Figura 12 es un diagrama de procesos de un método de controlar una temperatura de metal de la tubería de alta temperatura.

Descripción de las realizaciones

Realizaciones preferidas de la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. La presente invención no pretende limitarse por las realizaciones y cuando existen realizaciones plurales, la presente invención también incluye una configuración en la que las realizaciones se combinan entre sí.

[Primera Realización]

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una primera realización.

Como se ilustra en la Figura 1, de acuerdo con una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con la presente realización, cuando se comprueba una ubicación que tiene

un riesgo alto de ruptura por fluencia (una porción soldada que tiene un alto grado de daño por fluencia) y se determina que el uso estacionario continuado no puede realizarse, mediante una evaluación de la esperanza de vida restante de una ruptura por fluencia de una porción soldada 12 de una tubería de alta temperatura (en lo sucesivo, denominada como "tubería") 11 como un elemento de alta temperatura, una parte de un material de aislamiento térmico 13 que cubre la ubicación que tiene el riesgo alto de ruptura por fluencia en la tubería 11 se elimina en una dirección de rotación para formar una porción expuesta 14, una temperatura de superficie exterior de la tubería 11 se baja localmente y se logra la prolongación de la esperanza de vida de la ubicación de ruptura por fluencia.

En la Figura 1, el número de referencia 15 ilustra un vapor de caldera, por ejemplo, un vapor de alta temperatura de 600 °C fluye a través de la tubería 11.

En la porción soldada 12 de la tubería 11 que se determina que tiene un riesgo alto de ruptura por fluencia mediante la inspección no destructiva, eliminando el material de aislamiento térmico 13 que se instala permanentemente para formar una porción expuesta 14 como se ilustra en la Figura 1, el calor se libera de la porción expuesta 14 y por lo tanto se baja la temperatura de metal de la tubería 11.

En este caso, eliminando el material de aislamiento térmico 13 para formar la porción expuesta 14, se efectúa la transferencia de calor por convección natural con el aire exterior (por ejemplo, 100 °C) y el coeficiente de transferencia de calor se convierte a aproximadamente 2 a 12 W/m^2K.

De esta manera, bajando la temperatura de metal de la tubería 11, se extiende la esperanza de vida por ruptura por fluencia de la tubería 11 y es posible prolongar la esperanza de vida restante de la tubería.

Como resultado, ya que es posible lograr la prolongación de la esperanza de vida únicamente mediante una caída local en la temperatura de la tubería, es posible solucionar los efectos dañinos que se baje la temperatura de metal de toda la tubería bajando la temperatura operativa de toda la planta y la eficiencia operativa de la planta se reduce debido a una reducción en el riesgo de ruptura por fluencia, como en la técnica relacionada.

De esta manera, de acuerdo con esta realización, cuando se comprueba una ubicación que tiene un alto riesgo de daño por fluencia en la tubería de alta temperatura, eliminando el material de aislamiento térmico 13 que cubre la tubería 11 únicamente mediante una anchura (L) de una distancia predeterminada para formar una porción expuesta 14, la temperatura de metal se baja para reducir el riesgo de daño por fluencia, y por lo tanto, es posible lograr la prolongación de la esperanza de vida, sin reducir la eficiencia operativa de toda la planta. En este documento, la reducción en la temperatura de metal es también efectiva en la prolongación de la esperanza de vida de crecimiento de grieta, así como la esperanza de vida por ruptura por fluencia.

En este documento, cuando un diámetro exterior de la tubería 11 es, por ejemplo, 460 mm, la anchura L de la eliminación del material de aislamiento térmico 13 está preferentemente dentro de un intervalo de aproximadamente 900 mm o más como se describe a continuación. Sin embargo, dependiendo de la anchura de la eliminación del material de aislamiento térmico 13, también es posible generar una tensión de compresión mediante la deformación externa de superficie local y esperar la prolongación de la esperanza de vida debido a la reducción de tensión.

A continuación, se describirá la anchura L de la eliminación de una parte del material de aislamiento térmico 13.

En la Figura 2, se describirá una distancia (L/2) desde un extremo x_0 en el que se elimina el material de aislamiento térmico 13 en un estado en el que la porción izquierda del material de aislamiento térmico 13 se elimina de la tubería 11 hasta el material de aislamiento térmico 13 a eliminar.

Ya que la tensión de tracción y la tensión de compresión se aplican a la tubería 11 eliminando el material de aislamiento térmico 13, cuando la distancia desde la ubicación x_0 en la que el material de aislamiento térmico 13 se desprende se establece a x (x_1, x_2 y x_3), la distancia en la que un cambio en tensión es asintótico a 0 se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$\beta x = 5 \quad \ldots \quad (1)$$

En este documento, ya que β se expresa mediante la siguiente fórmula (2), puede obtenerse el valor de x.

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{a^2h^2}} \qquad (2)$$

En este documento, ν es características de material tales como un coeficiente de Poisson y un material de metal de la tubería general 11 es aproximadamente de 0,3. También, el símbolo a es un radio promedio y el símbolo h es un

grosor de placa.

Por ejemplo, cuando el diámetro exterior de la tubería 11 es 460 mm y el grosor de placa es 70 mm, a es 195 mm y h es 70 mm, el valor de x en el momento de $\beta x = 2,4$ es 218 mm y el valor de x es 454 mm en el momento de $\beta x = 5$. Además, ya que $\beta \propto 1/\sqrt{(ah)}$, el valor de x y $\sqrt{(ah)}$ se convierte a valores asociados y cuando a y h se cambian, el valor de x se cambia.

Por lo tanto, por ejemplo, cuando el diámetro exterior es 460 mm y el grosor de placa es 70 mm, x se convierte de 218 a 454 mm.

La distancia (L) en la que el material de aislamiento térmico 13 se desprende para formar la porción expuesta 14 de la tubería 11 se describirá con referencia a las Figuras 2 y 3.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra una porción de la tubería en la que se desprende el material de aislamiento térmico. Aunque se desprende el material de aislamiento térmico alrededor de la porción soldada, la Figura 2 ilustra la porción desprendida izquierda.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra una relación entre la distancia (mm) desde la ubicación x_0 en la que se desprende el material de aislamiento térmico y una tensión de tracción y una tensión de compresión aplicada en el interior de la tubería.

En la tubería de la Figura 2, se proporcionará la descripción de un caso en el que el diámetro exterior de la tubería es 460 mm y el grosor de placa de la tubería es 70 mm.

Como se ilustra en la Figura 3, cuando la ubicación 0 mm de la tubería en la que se desprende el material de aislamiento térmico se establece a x_0, como se ha descrito anteriormente, la tensión de tracción a una distancia predeterminada x_1 (= 218 mm) es cero. La tensión de compresión se convierte a máxima a una distancia predeterminada x_2 (= 273 mm) más lejos desde una distancia predeterminada x_1. La tensión de compresión se convierte a cero y converge en una distancia predeterminada adicional x_3 (= 454 mm) desde una distancia predeterminada x_2.

Cuando se combina la porción desprendida izquierda de la tubería 11 con la porción desprendida derecha, la porción desprendida se convierte al doble, de modo que la distancia L a desprender se convierte a 454 mm x 2 = 908 mm.

Por lo tanto, la distancia L a desprender se establece preferentemente a aproximadamente 900 mm o más.

También, en el caso de lograr adicionalmente la prolongación de la esperanza de vida mediante la tensión de compresión, el intervalo de la eliminación del material de aislamiento térmico 13 puede determinarse basándose en la siguiente fórmula (3).

$$2,4 \leq \beta x < 5 \quad \ldots \quad (3)$$

Por ejemplo, en el caso del diámetro exterior de 460 mm y el grosor de placa de 70 mm, es necesario desprender el material de aislamiento térmico al menos por una distancia x_1 (= 218 mm) en la que la tensión de tracción no se aplica y no existe necesidad de desprender el material de aislamiento térmico en la constancia convergente x_3 (454 mm) o más.

[Segunda Realización]

La Figura 4 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una segunda realización. La Figura 5 es una vista en perspectiva de la Figura 4. Además, los mismos elementos que los de la configuración de acuerdo con la primera realización se indican mediante los mismos números de referencia y se omitirán las descripciones de los mismos. Como se ilustra en las Figuras 4 y 5, una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con la segunda realización se proporciona de modo que una aleta de múltiples capas 17 que sirve como un elemento disipador de calor entra en contacto cercano con respecto a una circunferencia de una porción expuesta 14 obtenida eliminando un material de aislamiento térmico 13 en la primera realización.

Como se ilustra en la Figura 5, una aleta superior 17A que tiene una pluralidad de aletas 18 y una aleta inferior 17B que tiene una pluralidad de aletas 18 se sujetan mediante un elemento de sujeción 20 combinando rebordes 19 entre sí.

Un grosor (d_{11}) de la aleta 18 es, por ejemplo, 70 mm, y una altura (h_{11}) es aproximadamente 300 mm para formar una estructura de aleta de múltiples capas.

En esta realización, en la porción soldada de la tubería de alta temperatura que se determina que tiene un riesgo alto de ruptura por fluencia mediante la inspección no destructiva, eliminando el material de aislamiento térmico 13 que se instala permanentemente como se ilustra en las Figuras 4 y 5 para formar la porción expuesta 14, y la aleta superior 17A y la aleta inferior 17B se instalan entrar en contacto cercano con la porción expuesta 14. Por lo tanto, es posible bajar la temperatura de metal de la tubería que la de la primera realización, aumentando el área de liberación de calor usando la estructura de aleta de múltiples capas.

De acuerdo con esta realización, se elimina el material de aislamiento térmico 13, el área de liberación de calor se aumenta mediante la aleta de múltiples capas 17 instalada en la porción expuesta 14, el flujo de calor aumenta en proporción a la tasa de aumento de área y es posible enfriar rápidamente la temperatura de metal en comparación con la primera realización.

Como resultado, la esperanza de vida por ruptura por fluencia de la tubería 11 se extiende bajando la temperatura de metal y es posible prolongar la esperanza de vida restante de la tubería.

La Figura 6 es un diagrama esquemático de la estructura de prolongación de la esperanza de vida de otra tubería de alta temperatura de acuerdo con una segunda realización.

Como se ilustra en la Figura 6, una aleta de múltiples capas 17 se instala en una tubería de unión longitudinal 11A mediante una porción soldada longitudinal 12. Por lo tanto, aumentando el flujo de calor en la instalación de la aleta de múltiples capas 17 y enfriando la tubería mediante la transferencia de calor por convección natural con el aire exterior, se añade tensión de compresión a la tubería 11 mediante la diferencia de expansión térmica entre la aleta de múltiples capas 17 y la tubería 11 y es posible lograr un efecto de reducción de tensión.

[Tercera Realización]

La Figura 7 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una tercera realización. Además, los mismos elementos que los de la configuración de acuerdo con la primera realización se indican mediante los mismos números de referencia y no se proporcionará la descripción de los mismos. Como se ilustra en la Figura 7, en la estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura de acuerdo con la tercera realización, la superficie de la porción expuesta 14 obtenida eliminando el material de aislamiento térmico 13 en la primera realización se enfría mediante un medio refrigerante (por ejemplo, aire) 21. En este documento, como el medio refrigerante 21, también es posible usar un gas efluente rutinario, un gas inerte o similar diferente de aire.

La Figura 8 es una vista en perspectiva que ilustra un ejemplo de una unidad de suministro de aire que suministra el aire de refrigeración.

Como se ilustra en la Figura 8, se proporciona una unidad de suministro de aire anular 22 a lo largo de una periferia exterior de la porción expuesta 14 de la tubería 11 para soplar un aire 23 por toda la periferia desde un agujero de inyección de aire (no ilustrado) de la unidad de suministro de aire anular 22, realizando de este modo el enfriamiento forzado.

La velocidad de viento del aire enfriado a la fuerza por el medio refrigerante 21 es preferentemente, por ejemplo, aproximadamente 10 m/s.

En la porción soldada de la tubería de alta temperatura que se determina que tiene el riesgo alto de ruptura por fluencia mediante la inspección no destructiva, como se ilustra en las Figuras 7 y 8, eliminando el material de aislamiento térmico 13 que se instala permanentemente y enfría a la fuerza la porción soldada mediante el medio refrigerante (aire) 21, se disipa el calor, de este modo bajando la temperatura de metal de la tubería 11.

En este caso, eliminando el material de aislamiento térmico 13 y realizando el enfriamiento forzado en la porción expuesta 14 mediante el medio refrigerante (aire) 21, se realiza la transferencia de calor por convección forzada con el aire exterior y la tasa de transferencia de calor se convierte a aproximadamente 20 a 100 W/m^2K.

En la tercera realización, a diferencia de la primera y segunda realizaciones, bajando a la fuerza la temperatura de metal mediante el medio refrigerante 21, se extiende la esperanza de vida por ruptura por fluencia de la tubería 11 y es posible prolongar la esperanza de vida restante de la tubería.

[Cuarta Realización]

La Figura 9 es un diagrama esquemático de una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura de acuerdo con una cuarta realización. Además, los mismos elementos que los de la configuración de acuerdo con la primera realización se indican mediante los mismos números de referencia y se omitirá la descripción de los mismos. Como se ilustra en la Figura 9, en la estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura de acuerdo con la cuarta realización, se proporciona una camisa

de agua 31 que sirve como una unidad de enfriamiento alrededor de la porción expuesta 14 obtenida eliminando el material de aislamiento térmico 13 en la primera realización. Instalando la camisa de agua 31 para enfriar la tubería mediante la transferencia de calor natural con el agua, se realiza el intercambio de calor con el fluido interno para reducir la temperatura de metal.

En la porción soldada de la tubería que se determina que tiene el riesgo alto de ruptura por fluencia mediante la inspección no destructiva, como se ilustra en la Figura 9, eliminando el material de aislamiento térmico 13 que se instala permanentemente y liberando a la fuerza el calor usando la camisa de agua 31 o similar, se baja la temperatura de metal de la tubería.

En este caso, la transferencia de calor por convección natural con el agua de refrigeración se realiza eliminando el material de aislamiento térmico 13 y disponiendo la camisa de agua 31 en la porción expuesta 14 y la tasa de transferencia de calor se convierte a aproximadamente 500 a 600 W/m^2K. Como resultado, se baja la temperatura de metal, se extiende la esperanza de vida por ruptura por fluencia de la tubería 11 y es posible prolongar la esperanza de vida restante de la tubería.

La Figura 10 es un diagrama esquemático de la estructura de prolongación de la esperanza de vida de otra tubería de alta temperatura de acuerdo con la cuarta realización.

En la Figura 10, una tubería de refrigeración 32 se dispone en la superficie de la porción expuesta 14 obtenida eliminando el material de aislamiento térmico 13 y el calor se disipa mediante un agua de refrigeración 33 provocando que el agua de refrigeración 33 fluya a través del mismo para lograr una reducción en la temperatura de metal de la tubería 11.

La velocidad del agua de refrigeración 33 para el enfriamiento forzado es preferentemente, por ejemplo, aproximadamente 1 m/s. Además, el diámetro de la tubería de refrigeración 32 a enrollar puede ser de, por ejemplo, aproximadamente 20 mm.

La Figura 11 es un diagrama esquemático de una estructura protectora de la porción expuesta de la tubería de alta temperatura.

Además, como se ilustra en la Figura 11, para evitar un estado en el que la porción expuesta 14 se expone a lluvia debido a la eliminación del material de aislamiento térmico 13 de la tubería 11, se prefiere instalar el elemento protector 29, tal como vierteaguas, en un intervalo que es más largo que el intervalo L de la porción expuesta 14 para no ser una barrera térmica con respecto a la tubería 11. Adicionalmente, instalando el elemento protector 29 distinto de las medidas de barrera térmicas, se evita la influencia térmica debido al sol para asegurar el enfriamiento apropiado.

[Quinta Realización]

La Figura 12 es un diagrama de procesos de un método de controlar una temperatura de metal de la tubería de alta temperatura.

En esta realización, cuando se enfría la tubería mediante la unidad de enfriamiento tales como el medio refrigerante 21 y el agua de refrigeración, la temperatura de la superficie de la tubería en la que se ha eliminado el material de aislamiento térmico 13 se mide mediante la unidad de medición de temperatura y se determina que la capacidad de enfriamiento es apropiada.

En la porción soldada de la tubería de alta temperatura que se determina que tiene el riesgo alto de ruptura por fluencia mediante la inspección no destructiva, después de eliminar el material de aislamiento térmico 13 que se instala permanentemente, se fija un termopar de la unidad de medición de temperatura a una parte de la porción expuesta 14 para medir la temperatura de metal de la tubería 11 y evaluar la esperanza de vida restante. Se prefiere que la instalación del termopar se instale en una pluralidad de posiciones espaciadas alejadas de la porción afectada térmicamente de 10 a 20 mm.

En este caso, es posible determinar si la esperanza de vida restante requerida puede lograrse midiendo la temperatura y combinando el enfriamiento forzado debido al soplado de la tercera realización con la camisa de agua de la cuarta realización es posible controlar la capacidad de enfriamiento para satisfacer la esperanza de vida restante requerida, prolongando de este modo la esperanza de vida de la tubería.

Por ejemplo, si el tiempo restante hasta la siguiente comprobación periódica es de 10.000 horas, en un caso en el que el enfriamiento forzado se realiza mediante el agua de refrigeración 33 en la tubería de refrigeración 32 enrollada como se ilustra en la Figura 10 y se determina que existe una necesidad de bajar la temperatura en aproximadamente 50 °C, si la temperatura disminuye únicamente en 30 °C a través de la medición de temperatura en el enfriamiento debido al agua de refrigeración actual 33, realizando el enfriamiento que adicionalmente baja la temperatura en la insuficiente temperatura de 20 °C, por ejemplo, realizando el enfriamiento forzado debido al

enfriamiento de aire o el control (control tal como bajar adicionalmente la temperatura del agua de refrigeración mediante el refrigerante) de la capacidad de enfriamiento del medio refrigerante, es posible prolongar la esperanza de vida de la tubería para tener la esperanza de vida restante requerida.

A continuación, se describirá un proceso de un método de control de la temperatura de metal de una tubería de alta temperatura de este tipo con referencia a la Figura 12.

En una primera etapa, en la porción soldada de la tubería que se determina que tiene el riesgo alto de ruptura por fluencia mediante la inspección no destructiva, el material de aislamiento térmico 13 de la tubería 11 se elimina para transmitir una función de enfriamiento de la tercera o cuarta realización (S-1).

En una segunda etapa, la temperatura de metal de la porción expuesta 14 de la tubería 11 se mide durante operación (S-2).

Como una determinación de un resultado de la medición de temperatura de la segunda etapa (S-2), se determina si la esperanza de vida de tuberías satisface la esperanza de vida restante requerida mediante la medición de temperatura (S-3).

En una tercera etapa (S-3), en el caso de satisfacer la esperanza de vida restante (Sí), la operación se realiza tal cual sin cambiar la capacidad de enfriamiento (S- 4).

En contraste, en una tercera etapa (S-3), cuando la esperanza de vida restante no se satisface (No), una operación de bajar la temperatura a la temperatura de metal para satisfacer la esperanza de vida requerida se realiza mejorando la capacidad de enfriamiento (S-5).

Como resultado, es posible implementar una operación firme hasta la esperanza de vida restante.

También, realizando la medición de temperatura, es posible determinar si el enfriamiento actual es firme.

Lista de signos de referencia

11 TUBERÍA DE ALTA TEMPERATURA (TUBERÍA)
12 PORCIÓN SOLDADA
13 MATERIAL DE AISLAMIENTO TÉRMICO
14 PORCIÓN EXPUESTA
15 VAPOR DE CALDERA

REIVINDICACIONES

1. Un método para prolongar la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura (11) para usarse cuando se determina que no puede realizarse un uso estacionario continuado mediante una evaluación de la esperanza de vida restante de una ruptura por fluencia de una porción soldada (12) de la tubería de alta temperatura (11), comprendiendo el método:

eliminar una parte de un material de aislamiento térmico (13) que cubre una ubicación que tiene un riesgo alto de ruptura por fluencia en la tubería de alta temperatura (11) y reducir una temperatura de superficie exterior de la tubería de alta temperatura (11) localmente para prolongar la esperanza de vida de la ubicación que tiene el riesgo alto de ruptura por fluencia,
en donde una anchura (L) de una porción expuesta (14) obtenida eliminando una parte de un material de aislamiento térmico (13) está al doble o más de una distancia desde una porción de extremo desprendida de la porción expuesta (14) a una porción en la que una tensión de compresión es asintótica a 0 después de que se produzca un cambio en tensión, entre una tensión de tracción y la tensión de compresión que tiene lugar en la tubería de alta temperatura (11) debido a que la eliminación del material de aislamiento térmico (13), de la tensión de tracción a la tensión de compresión, y la distancia (x) a la que la tensión de compresión es asintótica a 0, después de que se produzca un cambio en tensión de la tensión de tracción a la tensión de compresión, se basa en la siguiente fórmula (1):

$$\beta x = 5 \quad \ldots \quad (1)$$

en la que β se expresa mediante la siguiente fórmula (2):

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{a^2h^2}} \qquad (2)$$

ν es aquí un coeficiente de Poisson y el símbolo a es un radio promedio de la tubería (11) y el símbolo h es un grosor de placa de la tubería (11).

2. El método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se enfría la superficie del elemento en el que se ha eliminado el material de aislamiento térmico (13).

3. El método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el enfriamiento es enfriamiento mediante aire (23) o enfriamiento mediante agua de refrigeración (33).

4. El método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se instala un elemento disipador de calor en la superficie del elemento en el que se ha eliminado el material de aislamiento térmico (13).

5. El método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se mide la temperatura de la superficie del elemento en el que se ha eliminado el material de aislamiento térmico (13) para determinar que la capacidad de enfriamiento es apropiada.

6. El método para prolongar la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que, cuando la capacidad de enfriamiento no es apropiada, se cambia la capacidad de enfriamiento para que sea apropiada.

7. Una estructura de prolongación de la esperanza de vida de una tubería de alta temperatura (11) para usarse cuando mediante una evaluación de la esperanza de vida restante de una ruptura por fluencia de la tubería de alta temperatura (11) se determina que no puede realizarse un uso estacionario continuado, obteniéndose la estructura de prolongación de la esperanza de vida eliminando una parte de un material de aislamiento térmico (13) que cubre una ubicación que tiene un riesgo alto de ruptura por fluencia en la tubería de alta temperatura (11) y reduciendo localmente una temperatura de superficie exterior de la tubería de alta temperatura (11), en donde una anchura (L) de una porción expuesta (14) obtenida eliminando una parte de un material de aislamiento térmico (13) está al doble o más de distancia desde una porción de extremo desprendida de la porción expuesta (14) a una porción en la que una tensión de compresión es asintótica a 0 después de que se produzca un cambio en tensión, entre una tensión de tracción y la tensión de compresión que tiene lugar en la tubería de alta temperatura (11) debido a la eliminación del material de aislamiento térmico (13), de la tensión de tracción a la tensión de compresión, y la distancia (x) a la

que la tensión de compresión es asintótica a 0, después de que se produzca un cambio en tensión de la tensión de tracción a la tensión de compresión, se basa en la siguiente fórmula (1):

$$\beta x = 5 \quad \ldots \quad (1)$$

en la que β se expresa mediante la siguiente fórmula (2):

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{a^2 h^2}} \qquad (2)$$

ν es aquí un coeficiente de Poisson y el símbolo a es un radio promedio de la tubería (11) y el símbolo h es un grosor de placa de la tubería (11).

8. La estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende:

una unidad de enfriamiento que enfría una superficie del elemento en el que se ha eliminado el material de aislamiento térmico (13).

9. La estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que la unidad de enfriamiento es una unidad de enfriamiento por aire mediante aire (23) o una unidad de enfriamiento por agua mediante agua de refrigeración (33).

10. La estructura de prolongación de la esperanza de vida de la tubería de alta temperatura (11) de acuerdo con la reivindicación 7, en la que hay instalado un elemento disipador de calor en la superficie del elemento en el que se ha eliminado el material de aislamiento térmico (13).

FIG.1

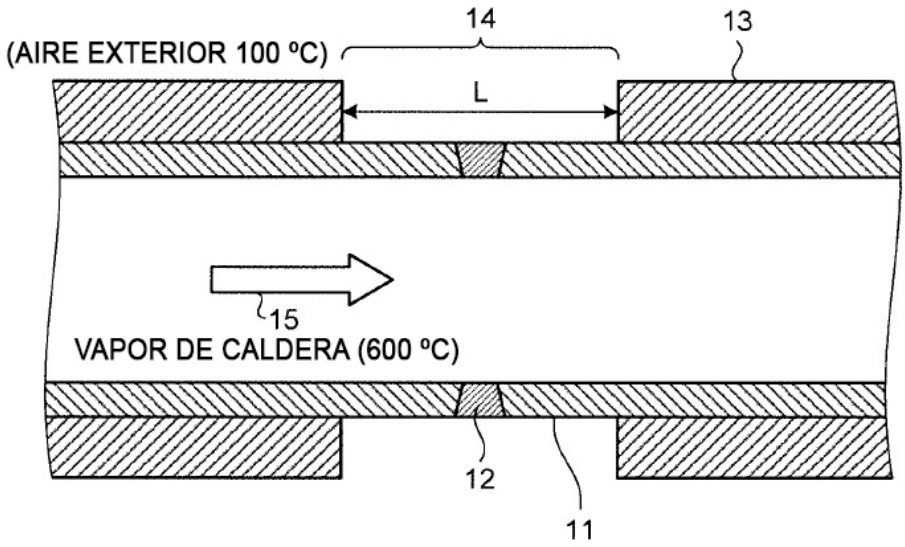
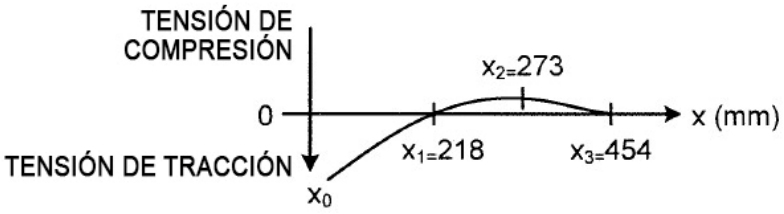

14
13
(AIRE EXTERIOR 100 ºC)
L
15
VAPOR DE CALDERA (600 ºC)
12
11

FIG.2


TENSIÓN DE COMPRESIÓN
0
TENSIÓN DE TRACCIÓN
x0
x1=218
x2=273
x3=454
x (mm)

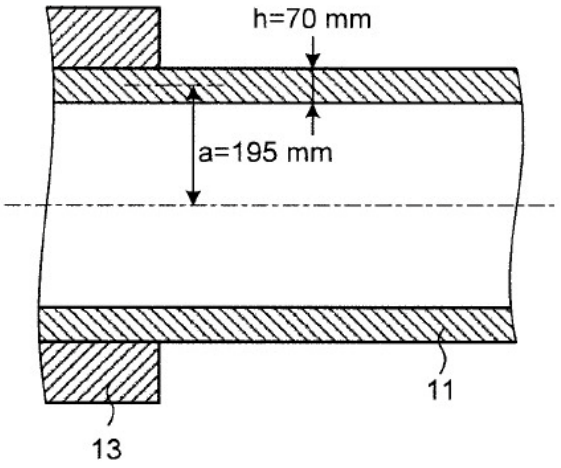

h=70 mm
a=195 mm
11
13

FIG.3

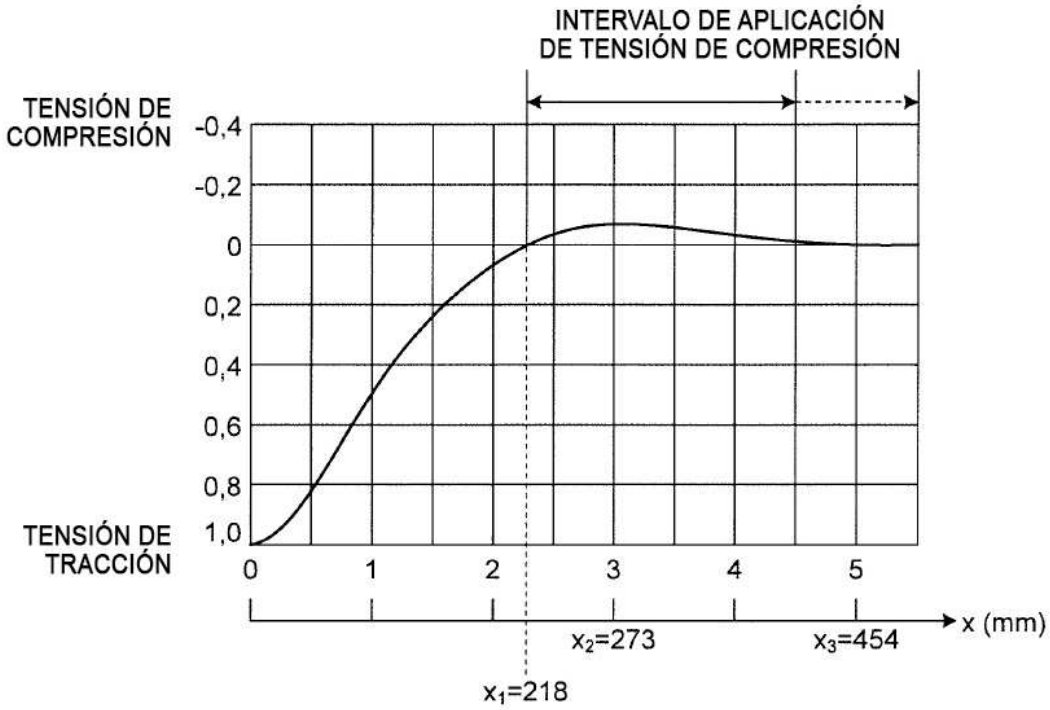

INTERVALO DE APLICACIÓN
DE TENSIÓN DE COMPRESIÓN
TENSIÓN DE
COMPRESIÓN
TENSIÓN DE
TRACCIÓN
-0,4
-0,2
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
0
1
2
3
4
5
x (mm)
x2=273
x3=454
x1=218

FIG.4

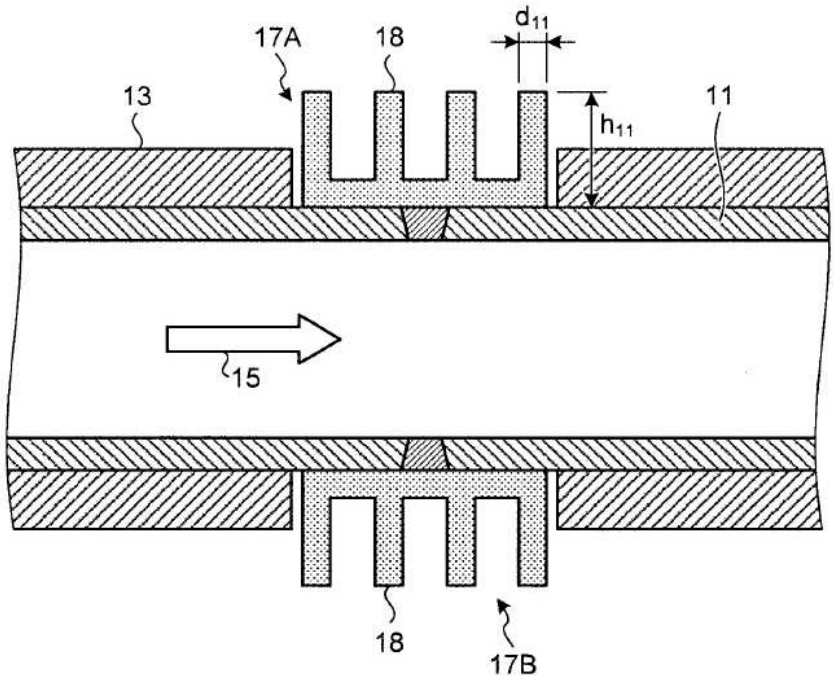

17A
18
d11
13
h11
11
15
18
17B

FIG.5

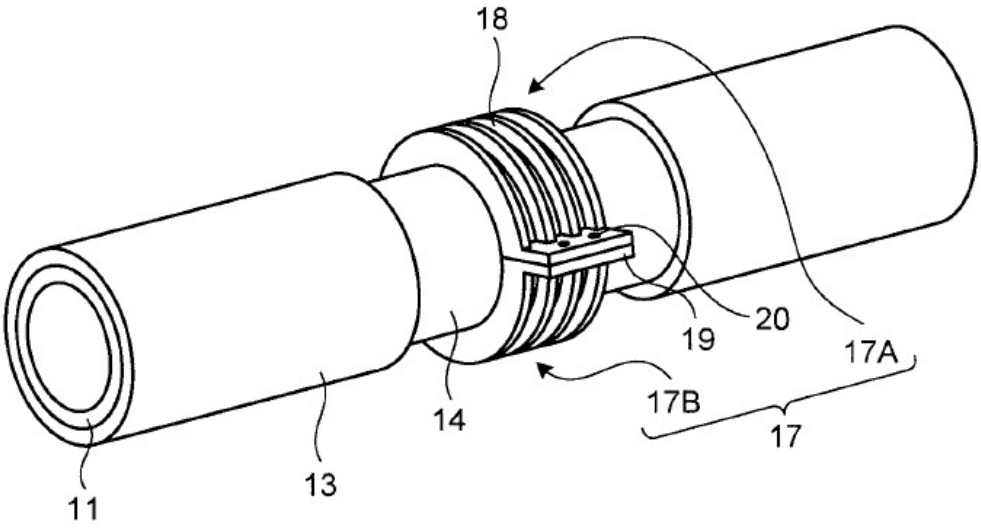


FIG.6

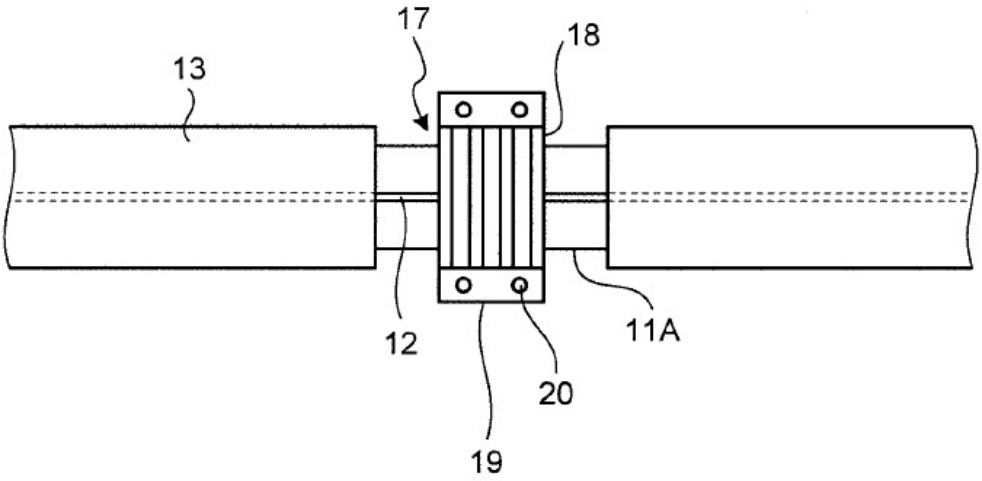


FIG.7

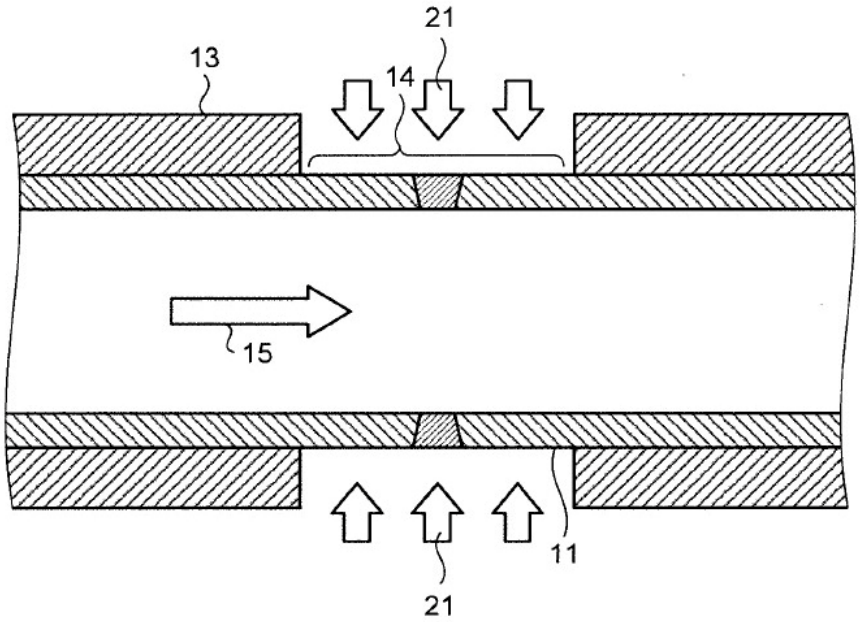


FIG.8

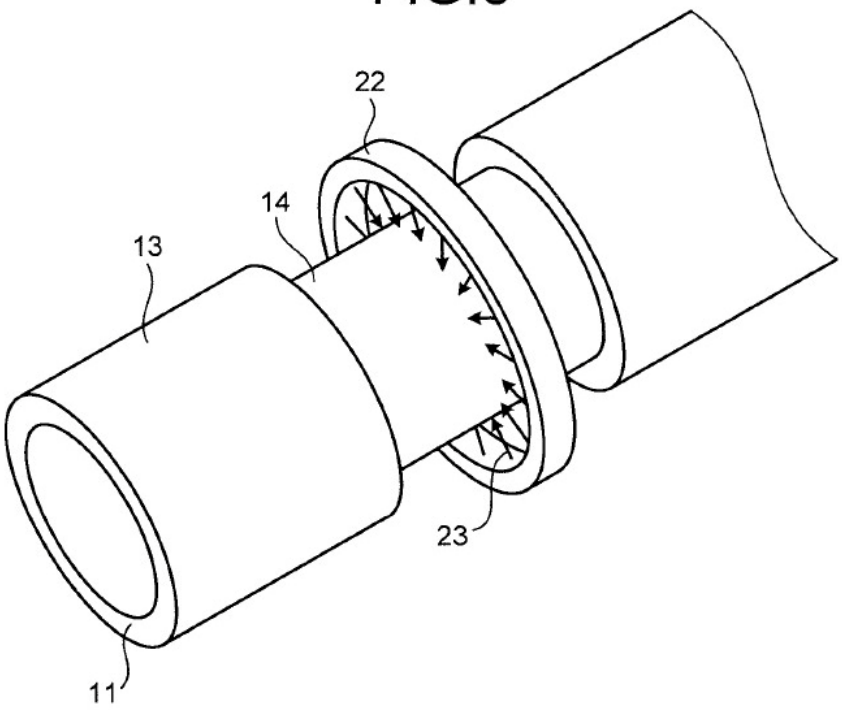


FIG.9

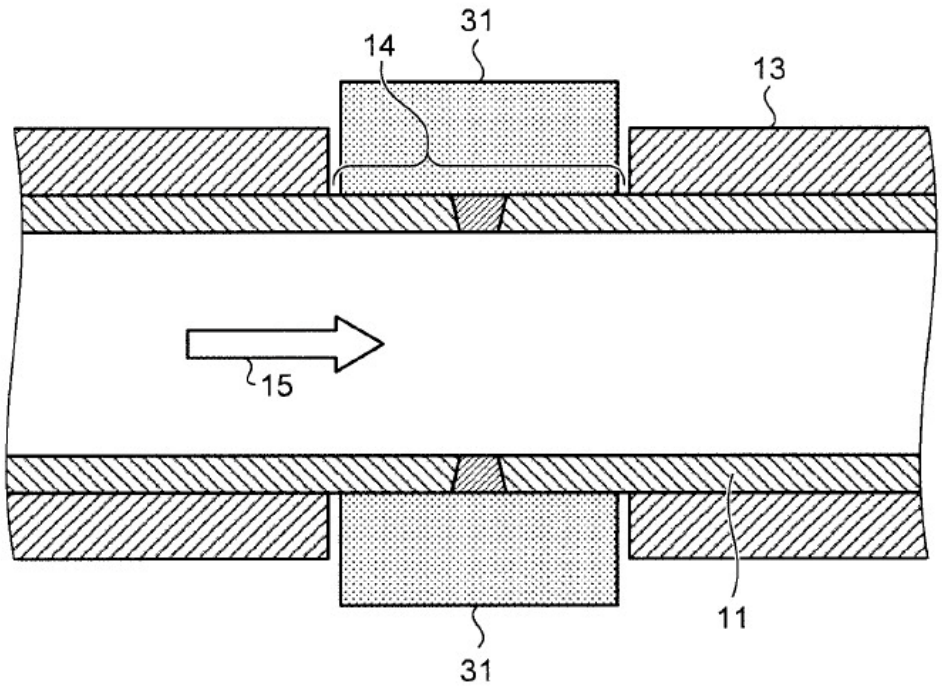


FIG.10

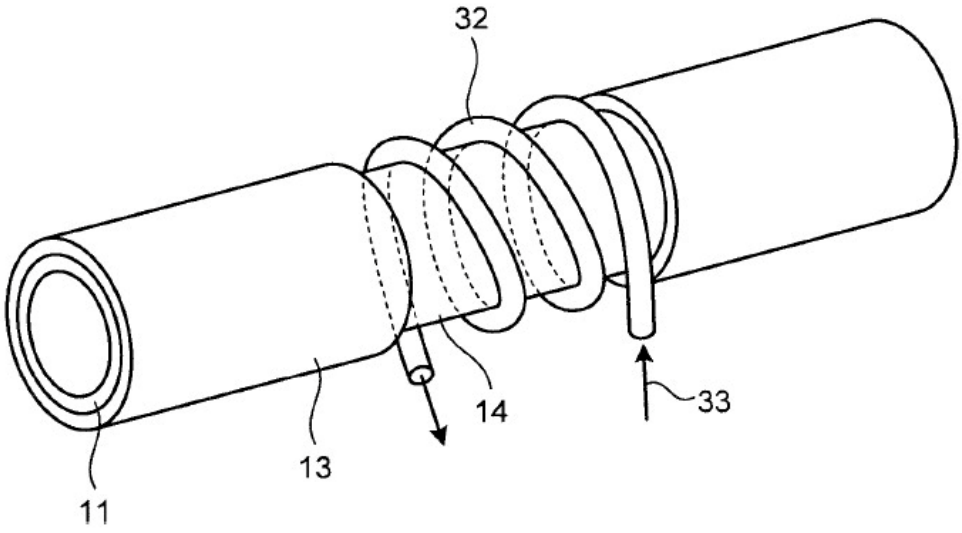


FIG.11

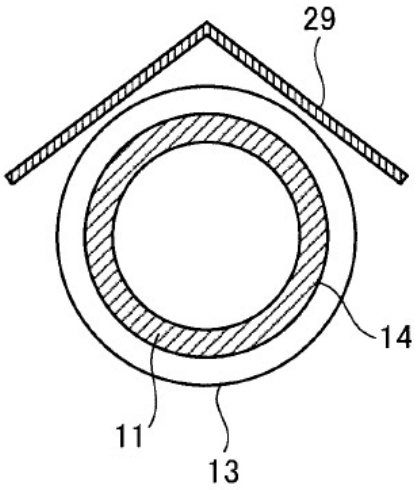
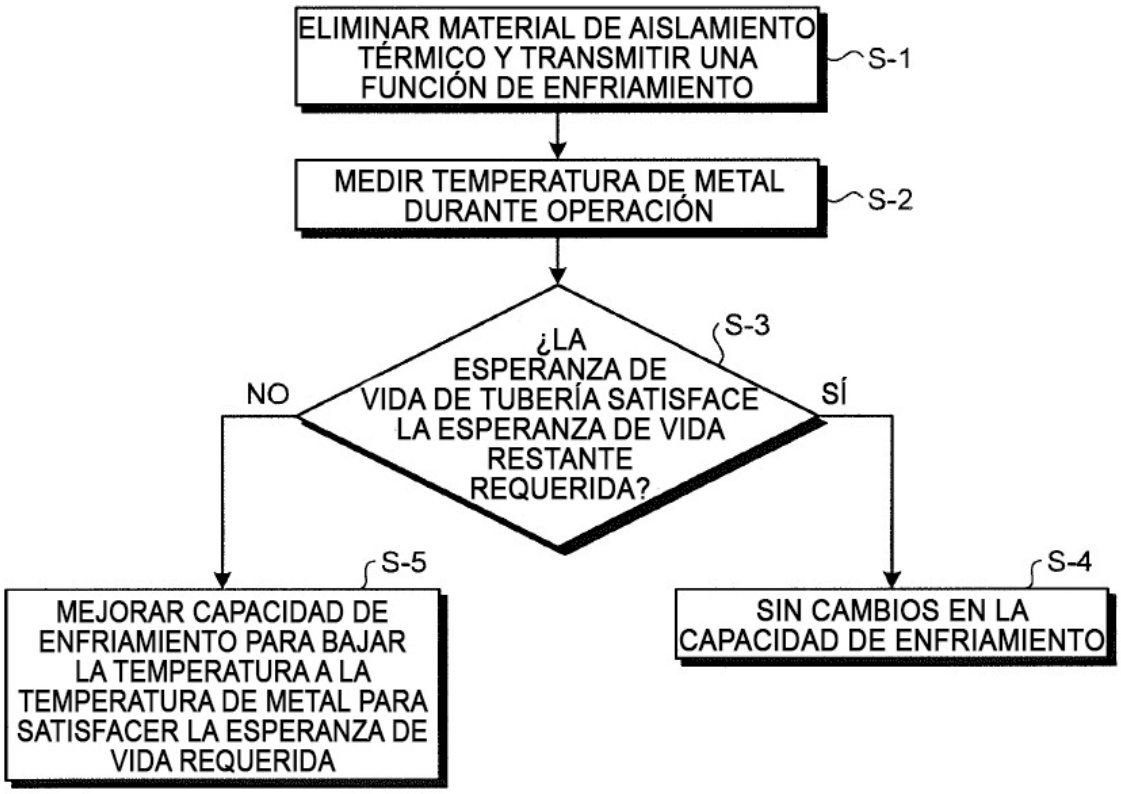

29
14
11
13

FIG.12


ELIMINAR MATERIAL DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y TRANSMITIR UNA FUNCIÓN DE ENFRIAMIENTO
S-1
MEDIR TEMPERATURA DE METAL DURANTE OPERACIÓN
S-2
¿LA ESPERANZA DE VIDA DE TUBERÍA SATISFACE LA ESPERANZA DE VIDA RESTANTE REQUERIDA?
S-3
NO
SÍ
MEJORAR CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO PARA BAJAR LA TEMPERATURA A LA TEMPERATURA DE METAL PARA SATISFACER LA ESPERANZA DE VIDA REQUERIDA
S-5
SIN CAMBIOS EN LA CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO
S-4