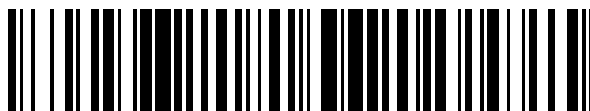


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 932**

51 Int. Cl.:

G01N 3/08 (2006.01)

G01N 3/18 (2006.01)

G01N 33/20 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2014 PCT/JP2014/076285**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016 WO16051558**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2014 E 14903099 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3203211**

54 Título: **Procedimiento de estimación de vida restante para estimar la vida restante de una tubería de acero con alto contenido de cromo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2021

73 Titular/es:
THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.
(100.0%)
4-33 Komachi Naka-ku
Hiroshima-shi, Hiroshima 730-8701, JP

72 Inventor/es:
NISHIDA, HIDETAKA

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 817 932 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de estimación de vida restante para estimar la vida restante de una tubería de acero con alto contenido de cromo

[Campo Técnico]

5 La presente descripción se refiere a un procedimiento de estimación de vida restante para estimar la vida restante de una tubería de acero con alto contenido de cromo a través de la cual se permite que fluya un fluido a alta temperatura y alta presión (por ejemplo, vapor para generar energía) usado para una caldera, etc.

[Antecedentes de la Técnica]

10 Las tuberías de vapor se utilizan para una caldera y una turbina de vapor en una central eléctrica. El vapor para generar energía que fluye a través de tal tubería de vapor incluye, por ejemplo, vapor a alta temperatura y alta presión a una temperatura de 280 °C o más a una presión de 6 Mpa o más. En una central térmica, se tiende a utilizar vapor de mayor temperatura y mayor presión para mejorar la eficiencia de generación de energía.

15 Una tubería para fluido a alta temperatura y alta presión, tal como una tubería de vapor, se somete a alta temperatura y alta presión durante un largo periodo de tiempo y, por consiguiente, está sometida a fatiga por fluencia causada por estrés térmico. Para mejorar la resistencia bajo fatiga por fluencia, se usa adecuadamente el acero con alto contenido de cromo (acero de cromo-molibdeno con una tasa de contenido de cromo mayor que el acero común), tal como el acero 9Cr o el acero 12Cr, para una tubería. Esta tubería está formada de tal manera que los elementos de base de tipo placa hechos de acero con alto contenido de cromo se curvan en forma circular y dichos elementos de base se integran mediante soldadura. Sin embargo, en una porción de soldadura en acero con alto contenido de cromo, el

20 daño, tal como una grieta, apenas ocurre hasta la etapa final de su vida, dando como resultado dificultades para estimar su vida restante.

A continuación, en un procedimiento descrito en la Bibliografía 1 de patente, dicha vida restante se estima usando ductilidad de fluencia y deformación por fluencia. Además, en un procedimiento descrito en la Bibliografía 2 de patente, se obtiene una constante en el análisis de Monkman-Grant utilizando un espécimen de tubería de acero que imita una

25 tubería de acero con alto contenido de cromo.

[Lista de menciones]

[Bibliografía de patentes]

[PTL 1] Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º 2008-122345

[PTL 2] Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública N.º

30 2013-117485

[Resumen de la invención]

[Problema Técnico]

35 La estimación de la vida restante utilizando el análisis de Monkman-Grant hace posible diagnosticar la vida restante desde una etapa temprana. Dado que el procedimiento descrito en la Bibliografía 2 de patente utiliza un espécimen de tubería de acero que imita una tubería de acero con alto contenido de cromo para obtener una constante, propone un procedimiento útil para estimar la vida restante utilizando el análisis de Monkman-Grant. Aquí, en la estimación de vida restante utilizando el análisis de Monkman-Grant, es extremadamente importante un valor de constante.

La presente invención se ha realizado en vista de las circunstancias anteriores, y un aspecto de la misma es definir con precisión un valor de constante utilizado en el análisis de Monkman-Grant.

40 [Solución al problema]

Con el fin de lograr un objeto descrito anteriormente, la presente descripción es un procedimiento de estimación de vida restante para estimar la vida restante de una tubería de acero con alto contenido de cromo a través del cual se permite que fluya un fluido a alta temperatura y alta presión, estando la tubería de acero con alto contenido de cromo formada por la integración de elementos de base integrantes hechos de acero con alto contenido de cromo mediante

45 soldadura, comprendiendo el procedimiento:

una etapa de obtención para obtener una constante que indica un producto de una tasa de deformación y un tiempo de ruptura en el análisis de Monkman-Grant;

50 una etapa de medición para medir una deformación de una superficie de una tubería de acero midiendo una distancia entre dos puntos en una superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo, utilizando un sensor montado en la superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo en ambos lados de

un material de soldadura intercalado entre ambos lados;

una etapa de registro para registrar, en una pluralidad de veces, información de deformación que indica una deformación de la superficie exterior de la tubería de acero, en asociación con información de tiempo que indica un tiempo de medición; y

5 una etapa de estimación para estimar la vida restante de la tubería de acero con alto contenido de cromo, a partir de la constante y una pluralidad de conjuntos de la información de deformación y la información de tiempo. La etapa de obtención incluye obtener la constante multiplicando una ductilidad de ruptura uniaxial obtenida a partir de un espécimen de la tubería de acero con alto contenido de cromo, un primer coeficiente para transformar la ductilidad de ruptura uniaxial en ductilidad de ruptura multiaxial, obteniéndose la ductilidad de ruptura uniaxial a partir de un espécimen de la tubería de acero con alto contenido de cromo, un segundo coeficiente para modificar la vida consumida del espécimen, y un tercer coeficiente para modificar una presión de medición a una presión de evaluación.

10 Según la presente descripción, una constante utilizada en el análisis de Monkman-Grant se obtiene a partir de la ductilidad de ruptura uniaxial utilizando un primer a tercer coeficiente, en la etapa de obtención de una constante. Por lo tanto, la constante se puede definir con precisión.

15 En el procedimiento de estimación de vida restante descrito anteriormente, es preferible que la etapa de medición incluya

medir una distancia entre dos puntos en la superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo, utilizando

20 una base unida al elemento de base por un lado intercalando el material de soldadura, una placa reflectante unida a otro lado, y

un medidor de desplazamiento láser montado de forma desmontable en la base, estando el medidor de desplazamiento láser configurado para aplicar un rayo láser hacia la placa reflectante y recibir luz reflejada desde la placa reflectante.

25 En este procedimiento, la medición se puede implementar con mayor precisión utilizando el medidor de desplazamiento láser.

En el procedimiento de estimación de vida restante descrito anteriormente, es preferible que la etapa de estimación incluya

30 estimar la vida restante de la tubería de acero con alto contenido de cromo a partir de la constante y una pluralidad de conjuntos de la información de deformación y la información de tiempo, y

cuando la vida restante estimada es menor que una vida predeterminada,

35 calcular la vida restante según un procedimiento Omega, utilizando datos de deformación y tasa de deformación que correlacionan una deformación y una tasa de deformación de una pluralidad de conjuntos de la información de tensión y la información de tiempo. En este procedimiento, cuando se usa el análisis de Monkman-Grant para estimar que la vida restante se encuentra en la etapa final de la vida, se usa el procedimiento Omega para calcular la vida restante. Por lo tanto, es posible mejorar la precisión de la estimación de la vida restante en la etapa final de la vida.

[Efectos Ventajosos]

40 Según la presente descripción, es posible definir con precisión una constante para estimar la vida restante de una tubería de acero con alto contenido de cromo a través de la cual se permite que fluya un fluido a alta temperatura y alta presión.

[Breve descripción de los dibujos]

[Fig. 1]

La figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para estimar la vida restante.

45 [Fig. 2]

Las figuras 2A y 2B son diagramas que ilustran un espécimen de medición y un medidor de desplazamiento láser en una prueba de fluencia acelerada, la figura 2A es un diagrama visto desde una dirección plana, y la figura 2B es un diagrama visto desde una dirección lateral.

[Fig. 3]

La figura 3 es un diagrama que ilustra la relación entre la deformación y la tasa de consumo de vida por fluencia (t/tr) en una prueba de fluencia acelerada.

[Fig. 4]

5 La figura 4 es un diagrama que ilustra la relación entre la tensión de prueba y la deformación límite.

[Fig. 5]

La figura 5 es un diagrama que ilustra la relación (curva maestra) entre la tasa de consumo de vida por fluencia (t/tr) y el producto del tiempo operativo y la tasa de deformación por fluencia ($t \cdot \epsilon'_{min}$).

[Fig. 6]

10 La figura 6 es un diagrama que ilustra la relación entre la tasa de deformación y la deformación utilizada en el procedimiento Omega.

[Fig. 7]

La figura 7 es un diagrama que ilustra una curva maestra utilizada en otro procedimiento.

[Fig. 8]

15 La figura 8 es un diagrama que ilustra un aspecto en el que se monta un medidor de desplazamiento láser en un momento de inspección periódica. [Descripción de la realización]

En lo sucesivo en esta invención, se describirá una realización según la presente descripción con referencia a los dibujos adjuntos. En un procedimiento de estimación de vida restante según una presente realización, como se ilustra en la figura 1, se realizan una prueba de fluencia acelerada (S1), una etapa de montaje de base (S2), una primera etapa de medición (S3), una segunda etapa de medición (S5), una etapa de estimación de vida restante (S6), una etapa de información (S7) y una etapa de reemplazo (S9).

20 Se describirá el esquema del procedimiento de estimación de vida restante. En este procedimiento de estimación de vida restante, en primer lugar, las mediciones se realizan en la prueba de fluencia acelerada (S1) utilizando un espécimen de una tubería de acero con alto contenido de cromo (que se describirá más adelante). Es decir, el espécimen se somete a un entorno de prueba en el que la temperatura y la presión se ajustan a la temperatura de prueba y la presión de prueba, respectivamente, el calentamiento y la presurización del espécimen se detienen cada vez que transcurre un periodo de tiempo especificado, y se miden una deformación, un vacío de fluencia, etc. A continuación, a partir de dichos valores de medición obtenidos, se obtienen una constante y un parámetro L, etc., que se utilizan en el análisis de Monkman-Grant. Por lo tanto, esta prueba de fluencia acelerada corresponde a una etapa de obtención de constante.

25 A continuación, en la etapa de montaje de base (S2), se montan una base y una placa reflectante en una tubería de acero con alto contenido de cromo a medir. Esta base está configurada para acoplarse de forma desmontable con un medidor de desplazamiento láser, que se describirá más adelante. La placa reflectante está configurada para reflejar un rayo láser aplicado a partir del medidor de desplazamiento láser hacia el medidor de desplazamiento láser. Una vez que se ha montado la base, se miden una distancia de un intervalo predeterminado, un vacío de fluencia y una grieta formada en el interior en el estado inicial en la tubería de acero con alto contenido de cromo en la primera etapa de medición (S3). Una vez medidos los distintos valores iniciales, se determina si se ha alcanzado el tiempo de inspección periódica (S4). Cuando se ha alcanzado el tiempo para la inspección periódica, la etapa se cambia a la segunda etapa de medición (S5). En esta segunda etapa de medición, se realizan una etapa de obtención de deformación (S5a), una etapa de medición de vacío (S5b) y una etapa de medición de grieta (5c).

30 En la etapa de obtención de deformación en la etapa S5a, se mide una distancia del intervalo predeterminado en la tubería de acero con alto contenido de cromo en el momento de la inspección periódica utilizando el medidor de desplazamiento láser que está montado en la base. La información de tal distancia medida se registra con la información de la fecha y hora de la medición. La distancia medida en esta etapa representa una deformación en la tubería de acero con alto contenido de cromo. Por lo tanto, la etapa de obtención de deformación en la etapa S5a corresponde a una etapa de medición de deformación y una etapa de registro de información de deformación según la presente descripción. En la etapa de medición de vacío en la etapa S5b, se mide un vacío de fluencia formado cerca de una porción de soldadura en la tubería de acero con alto contenido de cromo. A continuación, dichos resultados de medición (ubicación, área, número, etc., de vacío o vacíos de fluencia) se registran con la información de tiempo. En la etapa de medición de grieta en la etapa S5c, la detección ultrasónica de grietas de una porción límite entre un elemento de base y un material de soldadura en la tubería de acero con alto contenido de cromo se realiza mediante un detector de grietas ultrasónico de disposición en fase. A continuación, dichos resultados de medición (la altura, longitud, ubicación, etc., de una grieta) se registran con la información de tiempo.

En la etapa de estimación de vida restante (S6), en primer lugar, se estima la vida restante de la tubería de acero con alto contenido de cromo según el análisis de Monkman-Grant. En este momento, se utilizan la constante obtenida en la prueba de fluencia acelerada en la etapa S1 y una pluralidad de conjuntos de información de deformación y la información de tiempo. A continuación, cuando la vida restante estimada según el análisis de Monkman-Grant indica la etapa final de la vida de la tubería de acero con alto contenido de cromo, la vida restante se estima basándose en el procedimiento Omega. Es decir, los datos de deformación y tasa de deformación (véase la figura 6) que correlacionan una deformación con una tasa de deformación se utilizan para calcular la vida restante según el procedimiento Omega. Además, incluso en un caso en el que la vida restante estimada según el análisis de Monkman-Grant no indica la etapa final de la vida de la tubería de acero con alto contenido de cromo, la vida restante se estima basándose en el procedimiento Omega, si al menos uno de un parámetro L , una densidad del número de vacíos y la vida restante obtenida aplicando información de grieta a una curva maestra, indica la etapa final de la vida de la tubería de acero con alto contenido de cromo.

En la etapa de información (S7), la vida restante estimada en la etapa de estimación de vida restante se informa, por ejemplo, mostrándose en una pantalla de un sistema informático, imprimiéndose en papel, o similares. Cabe señalar que, cuando la vida restante calculada mediante el análisis de Monkman-Grant se modifica en la vida restante calculada usando otros procedimientos, la vida restante modificada debe informarse con la información indicativa de la etapa final de la vida (mensaje, etc.).

Cuando se determina que no se ha alcanzado el tiempo para la inspección periódica en la etapa S4, o se ha informado la vida restante en la etapa S7, se determina si se ha alcanzado el tiempo para desplazar la tubería de acero con alto contenido de cromo (S8). A continuación, cuando se ha alcanzado el tiempo para dicho desplazamiento, la tubería de acero con alto contenido de cromo se reemplaza por una nueva tubería en la etapa de reemplazo (S9). Posteriormente, en la etapa S2, los procedimientos en y después de la etapa de montaje de base han de realizarse repetidamente. Mientras que, cuando no se ha alcanzado el tiempo para el desplazamiento, se determina si se ha alcanzado el tiempo para la inspección periódica en la etapa S4.

A continuación, se describirán las características del procedimiento de estimación de vida restante. En este procedimiento de estimación de vida restante, dado que la prueba de fluencia acelerada (S1) tiene una característica especial, la descripción se hará centrándose en la prueba de aceleración.

En la prueba de fluencia acelerada (S1), se utiliza un espécimen de la tubería de acero con alto contenido de cromo. Este espécimen se corta de una tubería de vapor que se ha utilizado para que el vapor de alta temperatura y alta presión fluya a través de la misma en las instalaciones de generación de energía y se reemplaza. Por lo tanto, se conoce el periodo de tiempo durante el cual se usa la tubería hasta su reemplazo. Como se ilustra en las figuras 2A y 2B, tal espécimen 1 se corta de manera que los elementos de base 3 se posicionen en ambos lados de un material de soldadura 2 intercalado entre los mismos. Es decir, el espécimen 1 se corta de manera que los elementos de base 3 correspondientes tengan cada uno una forma sustancialmente rectangular en vista en planta, y el material de soldadura 2 y una zona 4 afectada por el calor tengan una forma prismática. Además, las porciones de soporte de metal 5 se sueldan respectivamente a las porciones de borde, en los elementos de base 3, en el lado opuesto al material de soldadura 2. Debería observarse que los elementos designados cada uno por un número de referencia 6 en las figuras 2A y 2B son materiales de soldadura para soldar las partes de soporte 5 y los elementos de base 3, respectivamente.

Además, mientras el material de soldadura 2 está emparedado, una base 7 se suelda a una superficie del elemento de base 3 en un lado y una placa reflectante 8 se suelda a una superficie del elemento de base 3 en el otro lado. La base 7 es un objeto en el que el medidor de desplazamiento láser 9 se va a montar de forma desmontable. La base 7 está hecha del mismo material metálico que el de una base 17 que está soldada al acero con alto contenido de cromo objetivo en la etapa de montaje de base (S2), y tienen la misma forma. La placa reflectante 8 es un elemento de placa metálica configurado para reflejar un rayo láser LX aplicado desde el medidor de desplazamiento láser 9, hacia el medidor de desplazamiento láser 9. Esta placa reflectante 8 también está hecha del mismo material metálico que el de una placa reflectante 18 que está soldada en la etapa de montaje de base, y tienen la misma forma. Una distancia W entre la base 7 (medidor de desplazamiento láser 9) y la placa reflectante 8 se ajusta a un valor especificado, y la distancia W se ajusta al mismo valor también en la etapa de montaje de base que se describirá más adelante.

Una vez montadas la base 7 y la placa reflectante 8, se realizan las mediciones en el punto de inicio de la prueba de aceleración. Aquí, el medidor de desplazamiento láser 9 se monta en la base 7 y se mide una distancia del intervalo predeterminado a la placa reflectante 8. Además, un vacío de fluencia y una grieta formados en el interior también se miden con respecto a este espécimen 1. Se mide un vacío de fluencia, por ejemplo, de modo que se toma una réplica de la superficie exterior del espécimen 1 y esta réplica se mide observándose con un microscopio. Además, se mide una grieta, por ejemplo, de modo que el espécimen 1 se someta a detección ultrasónica de grietas.

Cuando se han realizado las mediciones en el punto de inicio, el espécimen 1 se calienta y se presuriza. Aquí, el espécimen se dispone en un horno en un estado tal que se aplica una resistencia a la tracción de una tensión predeterminada a las porciones de soporte 5 en ambos lados. Posteriormente, la temperatura en el horno se ajusta a una temperatura predeterminada. Cuando este estado se ha mantenido durante un periodo de tiempo especificado, el calentamiento y la presurización se detienen temporalmente. Es decir, se baja la temperatura en el horno y se saca el

espécimen 1. A continuación, con respecto al espécimen extraído 1, se realiza una medición de distancia usando el medidor de desplazamiento láser 9, se realiza una medición de vacíos de fluencia usando una réplica, y se realiza una medición de una grieta formada en el interior a través de detección ultrasónica de grietas. Posteriormente, dichos valores de medición se registran, como los valores de medición en la primera parada temporal, con la información del tiempo transcurrido.

Quando se han registrado los valores de medición en la primera parada temporal, el espécimen 1 se calienta y se presuriza de nuevo. Aquí, además, el espécimen 1 en un estado de aplicación con la resistencia a la tracción de la tensión predeterminada se dispone en el horno y, posteriormente, la temperatura en el horno se ajusta a una temperatura predeterminada. Cuando este estado se ha mantenido durante un periodo de tiempo especificado, se realiza la segunda parada temporal, y los valores de medición en la segunda parada temporal se registran con la información del tiempo transcurrido, de manera similar a la primera parada. Posteriormente, el espécimen 1 se calienta y presuriza, y se mide, repetidamente, hasta que el espécimen 1 se rompe. Por consiguiente, se registran los valores de medición en y después de la tercera parada temporal.

Quando este espécimen 1 se ha calentado y medido repetidamente hasta que el espécimen 1 se rompe, se calcula una constante utilizada en el análisis de Monkman-Grant, es decir, una constante que representa el producto de una tasa de deformación y un tiempo de ruptura. Como se indica en una expresión (1), la constante se calcula utilizando la ductilidad de ruptura uniaxial y el primer y tercer coeficientes.

Constante X = Ductilidad de ruptura uniaxial CR x Primer coeficiente x Segundo coeficiente x Tercer coeficiente... (1)

En la expresión (1), la ductilidad de ruptura uniaxial se obtiene mediante la medición en la prueba de fluencia acelerada. El primer coeficiente es transformar la ductilidad de ruptura uniaxial en ductilidad de ruptura multiaxial. El segundo coeficiente es para modificar la vida consumida del espécimen 1. El tercer coeficiente es para modificar la presión medida a la presión de evaluación.

La ductilidad de ruptura uniaxial se obtiene basándose en una distancia medida usando el medidor de desplazamiento láser 9, es decir, una distancia del intervalo predeterminado definido por las posiciones de unión de la base 7 y la placa reflectante 8. Aquí, la figura 3 es un diagrama que ilustra la relación entre una deformación y una tasa de consumo de vida por fluencia (t/tr) en la prueba de fluencia acelerada, en el que un eje horizontal representa una tasa de consumo de vida por fluencia del espécimen 1, mientras que un eje vertical representa una deformación. En la tasa de consumo de vida por fluencia, el punto de inicio de la prueba de aceleración se ajusta a 0, mientras que el punto de ruptura se ajusta a 1. Además, se calcula una deformación, usándose una distancia en el punto de inicio de la prueba de aceleración como un estándar. En un ejemplo de la figura 3, un conjunto de una deformación y una tasa de consumo de vida por fluencia se aproxima linealmente, para obtener CR [%] como ductilidad de ruptura.

El primer coeficiente es, como se ha descrito, un coeficiente para transformar la ductilidad de ruptura uniaxial en ductilidad de ruptura multiaxial. Este primer coeficiente se calcula basándose en la tensión equivalente de von Mises y la tensión hidrostática y se ajusta, por ejemplo, a 0,5.

El segundo coeficiente es, como se ha descrito, un coeficiente para modificar la vida consumida del espécimen 1. Este segundo coeficiente se determina, basándose en un periodo de tiempo durante el cual la tubería de acero con alto contenido de cromo que constituye el espécimen 1 se usó realmente, y el tiempo de prueba de esta prueba de aceleración (un periodo de tiempo desde el inicio de la prueba hasta la ruptura). Por ejemplo, teniendo en cuenta la temperatura de prueba y la presión de prueba en la prueba de aceleración, se calcula el tiempo de prueba en el entorno de uso de la tubería de acero con alto contenido de cromo. A continuación, a partir de tal tiempo de prueba calculado y el tiempo de prueba real, se calcula el tiempo de ruptura requerido para la ruptura y la relación entre el tiempo de prueba con respecto al tiempo de ruptura. Además, el segundo coeficiente se calcula a partir de la relación entre el tiempo de prueba y el tiempo de ruptura. Por ejemplo, en un caso en el que el tiempo de prueba es 0,2 cuando el tiempo de ruptura se ajusta a 1, el segundo coeficiente da como resultado $1/0,2 = 5$.

El tercer coeficiente es, como se ha descrito, un coeficiente para modificar la presión medida a presión de evaluación. Este tercer coeficiente se calcula a partir de la relación entre la tensión de prueba y la deformación límite. Aquí, la figura 4 es un diagrama que ilustra la relación entre la tensión de prueba y la deformación límite. En la figura 4, el eje horizontal representa una tensión de prueba [MPa], mientras que el eje vertical representa una deformación límite [%]. Después, los puntos indicados cada uno por un símbolo de un triángulo ascendente son los puntos de medición del acero 9Cr, mientras que los puntos indicados cada uno por un símbolo de un triángulo descendente son los puntos de medición del acero 12Cr.

Los puntos de medición del mismo tipo de metal se someten a una aproximación de primer orden, para obtener una expresión primaria que exprese la relación entre la tensión de prueba y la deformación límite en cada metal. A continuación, la expresión primaria obtenida se usa para obtener una deformación límite correspondiente a una presión de evaluación. Además, el tercer coeficiente se obtiene a partir de una deformación límite correspondiente a una tensión de prueba y una deformación límite correspondiente a una presión de evaluación. Por ejemplo, en un caso en el que una deformación límite ST1 correspondiente a una tensión de prueba P1 es del 0,65 %, y una deformación límite ST2 correspondiente a una presión de evaluación P2 es del 0,60 %, el tercer coeficiente da como resultado

0,60 %/0,65 % = 0,92.

5 Cuando se ha obtenido la constante X utilizada en el análisis de Monkman-Grant basándose en la expresión (1), se crea una curva maestra. Aquí, la figura 5 ilustra un ejemplo de relación (curva maestra) entre una tasa de consumo de vida por fluencia (t/tr) y el producto de un tiempo usado y una tasa de deformación por fluencia ($t \cdot \epsilon'_{min}$). Como se ilustra en la figura 5, el producto del tiempo utilizado y la tasa de deformación por fluencia ($t \cdot \epsilon'_{min}$) cuando la tasa de consumo de la vida por fluencia es 1 corresponde a la constante X.

Debe tenerse en cuenta que esta constante X puede obtenerse utilizando no solo un espécimen 1 de tal forma que se corte una porción de soldadura de la tubería de acero con alto contenido de cromo reemplazada, como en la presente realización, sino también un espécimen de tubería de acero que imite la tubería de acero con alto contenido de cromo.

10 Además, en la prueba de fluencia acelerada (S1), el estándar de evaluación en el procedimiento Omega se crea basándose en los resultados de medición. Aquí, el procedimiento Omega es una ley de tal forma que el producto del gradiente (Ω) de la tasa de deformación por fluencia relativa a la deformación, la tasa de deformación por fluencia y la vida restante, es siempre constante. Por consiguiente, se utilizan más de dos conjuntos de información de tasa de deformación por fluencia para eliminar la constante del procedimiento Omega, y se puede estimar la vida restante. En este procedimiento Omega, se utiliza el gradiente de la tasa de deformación por fluencia relativa a la deformación. Por lo tanto, como se ilustra en la figura 6, la deformación se traza en el eje horizontal y la tasa de deformación por fluencia se traza en el eje vertical, para obtener tal gradiente.

15 Además, en esta prueba de fluencia acelerada (S1), como se ilustra en la figura 7, también se crea una curva maestra del parámetro L (parámetro de densidad de conexión de vacíos) y la densidad del número de vacíos, basándose en la información de un vacío de fluencia obtenido a partir de mediciones. Además, se crea una curva maestra de la altura (profundidad) de la grieta basada en la información de la grieta obtenida de las mediciones.

20 A continuación, se describirá la etapa de montaje de base (S2). En la etapa de montaje de base, la base 17 y la placa reflectante 18 se unen a la tubería de acero con alto contenido de cromo 11 que es un objetivo de medición. Esta base 17 es, como se describe en la prueba de fluencia acelerada en la etapa S1, un objeto en el que el medidor de desplazamiento láser 9 debe montarse de manera desmontable. Además, la placa reflectante 18 es un elemento de placa metálica configurado para reflejar el rayo láser LX aplicado desde el medidor de desplazamiento láser 9, hacia el medidor de desplazamiento láser 9.

25 Cuando la base 17 y la placa reflectante 18 se unen a una superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo 11, como se ilustra en la figura 8, la base 17 se une soldando a un elemento de base 13 en un lado intercalando un material de soldadura 12. De manera similar, la placa reflectante 18 se une mediante soldadura al elemento de base 13 en el otro lado intercalando el material de soldadura 2. Es decir, la placa reflectante 18 y el medidor de desplazamiento láser 9 montado en la base 17 están montados a los elementos de base 13, 13 en ambos lados del material de soldadura 12 intercalado entre los mismos. En ese momento, una distancia W de un intervalo predeterminado entre el medidor de desplazamiento láser 9 y la placa reflectante 18 se ajusta a la distancia W del intervalo predeterminado como en el espécimen 1.

Posteriormente, se realizan las etapas descritas anteriormente.

30 Explicando brevemente esto, se miden diversos valores iniciales en la primera etapa de medición (S3), y se miden una distancia del intervalo predeterminado, un vacío de fluencia, una grieta formada en el interior en la segunda etapa de medición (S5) cada vez que se alcanza el tiempo de la inspección periódica (S5a a S5c). Además, en la etapa de estimación de vida restante (S6), la vida restante de la tubería de acero con alto contenido de cromo 11 se estima según el análisis de Monkman-Grant. Además, también se estiman el parámetro L, la densidad del número de vacíos, y la vida restante en función de la información de grietas.

35 A continuación, cuando al menos una de las vidas útiles restantes estimadas utilizando los procedimientos indica la etapa final de la vida de la tubería de acero con alto contenido de cromo 11, la estimación de la vida restante se realiza basándose en el procedimiento Omega. Cuando se ha estimado la vida restante, la vida restante se informa en la etapa de información (S7). Basándose en la vida restante informada, se determina el tiempo para el desplazamiento de la tubería de acero con alto contenido de cromo 11 (S8). Cuando se determina que se ha alcanzado el tiempo para el desplazamiento, la tubería de acero con alto contenido de cromo 11 se reemplaza por una nueva en la etapa de reemplazo (S9).

40 Como se entiende a partir de la descripción anterior, según el procedimiento de estimación de vida restante de una presente realización, el primer coeficiente para transformar la ductilidad de ruptura uniaxial, obtenido del espécimen 1 de la tubería de acero con alto contenido de cromo, en ductilidad de ruptura multiaxial, el segundo coeficiente para modificar la vida consumida del espécimen 1, y el tercer coeficiente para modificar la presión de medición a presión de evaluación, se multiplican para obtener la constante X que indica el producto de la tasa de deformación y el tiempo de ruptura en el análisis de Monkman-Grant, en la prueba de fluencia acelerada (etapa de obtención de constante) en la etapa S1. Por lo tanto, la constante X se puede definir con precisión.

45 Además, en la prueba de fluencia acelerada en la etapa S1 y en la segunda etapa de medición (etapa de medición de

deformación) en la etapa

5 S5, la base 7, 17, que está unida al elemento de base 3, 13 en un lado intercalando el material de soldadura 2, 12, la placa reflectante 8, 18, que está unida al elemento de base 3, 13 en el otro lado, y el medidor de desplazamiento láser 9, que está montado de manera desmontable en la base 7, 17 y está configurado para aplicar el rayo láser LX hacia la placa reflectante 8, 18 y recibir la luz reflejada de la placa reflectante 8, 18, se utilizan para medir una distancia entre dos puntos en la superficie exterior del espécimen 1 o la tubería de acero con alto contenido de cromo 11. Por lo tanto, se pueden implementar mediciones con mayor precisión utilizando el medidor de desplazamiento láser 9.

10 Además, en la etapa de estimación de vida restante en la etapa S6, la vida restante de la tubería de acero con alto contenido de cromo 11 se estima a partir de la constante y una pluralidad de conjuntos de información de deformación e información de tiempo. Además, cuando la vida restante estimada es el periodo de tiempo correspondiente a la etapa final de la vida, los datos de deformación y de tasa de deformación que correlacionan la deformación con la tasa de deformación de una pluralidad de conjuntos de información de deformación y la información de tiempo se utilizan para calcular la vida restante según el procedimiento Omega. Por lo tanto, se puede mejorar la precisión de la estimación de la vida restante en la etapa final de la vida.

15 Debe apreciarse que se proporciona una realización descrita anteriormente para facilitar la comprensión de la presente descripción, y no debe interpretarse de ninguna manera como una limitación de la presente descripción. La presente descripción se puede cambiar y alterar sin apartarse del alcance de la misma, que se determina por las reivindicaciones.

20 Por ejemplo, en una realización descrita anteriormente, el vapor para generar energía se proporciona como un ejemplo de fluido a alta temperatura y alta presión. Sin embargo, siempre que una tubería sea una tubería de acero con alto contenido de cromo a través de la cual se permita que fluya un fluido de temperatura y presión equivalentes a las del vapor para generar energía, la presente descripción se puede aplicar de manera similar.

25 Además, en una realización descrita anteriormente, el medidor de desplazamiento láser 9 se da como un ejemplo de un dispositivo configurado para medir la deformación superficial de la tubería de acero con alto contenido de cromo 11. Sin embargo, siempre que un dispositivo sea capaz de medir la tensión superficial, se pueden utilizar otros dispositivos. Por ejemplo, se puede utilizar un sensor de deformación resistivo o un sensor de deformación de tipo capacitivo. También en este caso, se monta un sensor en los elementos de base 13 en ambos lados del material de soldadura 12 intercalado entre los mismos.

[Lista de signos de referencia]

- 30 1...espécimen de tubería de acero con alto contenido de cromo
 2...material de soldadura
 3...elemento de base
 4...zona afectada por el calor
 5...porción de soporte
 35 6...material de soldadura
 7...base
 8...placa reflectante
 9...medidor de desplazamiento láser
 11...tubería de acero con alto contenido de cromo
 40 12...material de soldadura
 13...elemento de base
 17...base
 18...placa reflectante
 LX...rayo láser
 45 W...distancia entre la base (medidor de desplazamiento láser) y placa reflectante

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de estimación de vida restante para estimar la vida restante de una tubería de acero con alto contenido de cromo (11) a través de la cual se permite que fluya un fluido a alta temperatura y alta presión, estando la tubería de acero con alto contenido de cromo (11) formada por la integración de elementos de base integrantes (13) hechos de acero con alto contenido de cromo mediante soldadura, comprendiendo el procedimiento:
- una etapa de obtención (S1) para obtener una constante (X) que indica un producto de una tasa de deformación y un tiempo de ruptura en el análisis de Monkman-Grant;
- 10 una etapa de medición (S5) para medir una deformación de una superficie de la tubería de acero con alto contenido de cromo midiendo una distancia entre dos puntos en una superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo (11), utilizando un sensor (9) montado en la superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo en ambos lados de un material de soldadura (12) intercalado entre dichos ambos lados;
- una etapa de registro (S5c) para registrar, en una pluralidad de veces, información de deformación que indica una deformación de la superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo, en asociación con información de tiempo que indica un tiempo de medición; y
- 15 una etapa de estimación (S6) para estimar la vida restante de la tubería de acero con alto contenido de cromo (11), a partir de la constante y una pluralidad de conjuntos de la información de deformación y la información de tiempo, caracterizado porque dicha etapa de obtención (S1) incluye obtener dicha constante (X) multiplicando
- una ductilidad de ruptura uniaxial (CR) obtenida de un espécimen (1) de la tubería de acero con alto contenido de cromo (11),
- 20 un primer coeficiente para transformar la ductilidad de ruptura uniaxial (CR) en ductilidad de ruptura multiaxial, un segundo coeficiente para modificar la vida consumida del espécimen (1), y un tercer coeficiente para modificar una presión de medición a una presión de evaluación.
2. El procedimiento de estimación de vida restante según la reivindicación 1, en el que la etapa de medición (S5) incluye
- 25 medir una distancia entre dos puntos en la superficie exterior de la tubería de acero con alto contenido de cromo (11), utilizando
- una base (17) unida al elemento de base (13) por un lado intercalando el material de soldadura (12), una placa reflectante (18) unida a otro lado, y
- 30 un medidor de desplazamiento láser (9) montado de forma desmontable en la base, estando el medidor de desplazamiento láser (9) configurado para aplicar un rayo láser (LX) hacia la placa reflectante (18) y recibir luz reflejada desde la placa reflectante (18).
3. El procedimiento de estimación de vida restante según la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa de estimación (S6) incluye
- 35 estimar la vida restante de la tubería de acero con alto contenido de cromo (11) a partir de la constante y una pluralidad de conjuntos de la información de deformación y la información de tiempo, y cuando la vida restante estimada indica una etapa final de la vida de la tubería de acero con alto contenido de cromo,
- 40 calcular la vida restante según un procedimiento Omega, utilizando datos de deformación y tasa de deformación que correlacionan una deformación y una tasa de deformación de una pluralidad de conjuntos de la información de tensión y la información de tiempo.

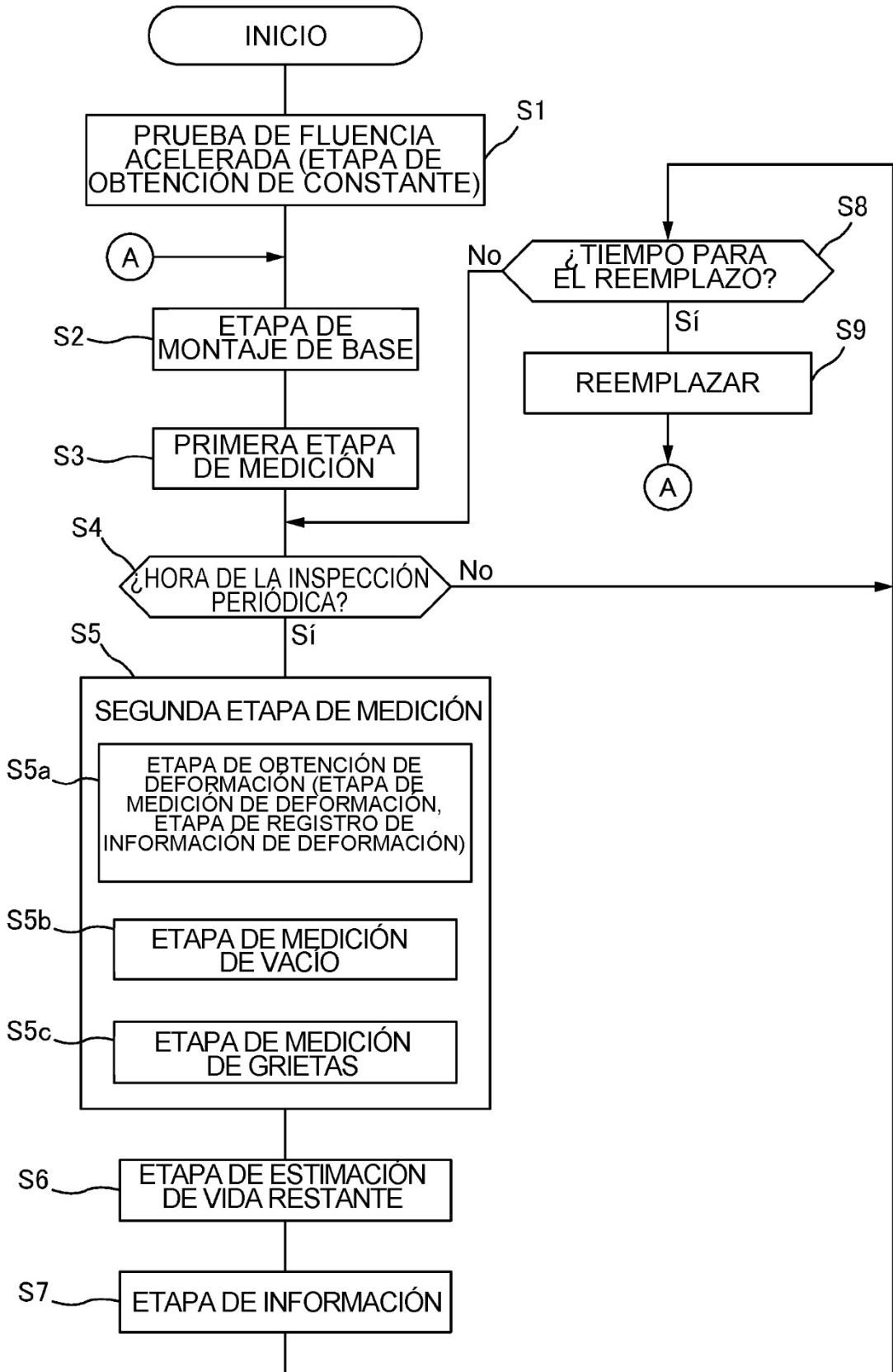


FIG. 1

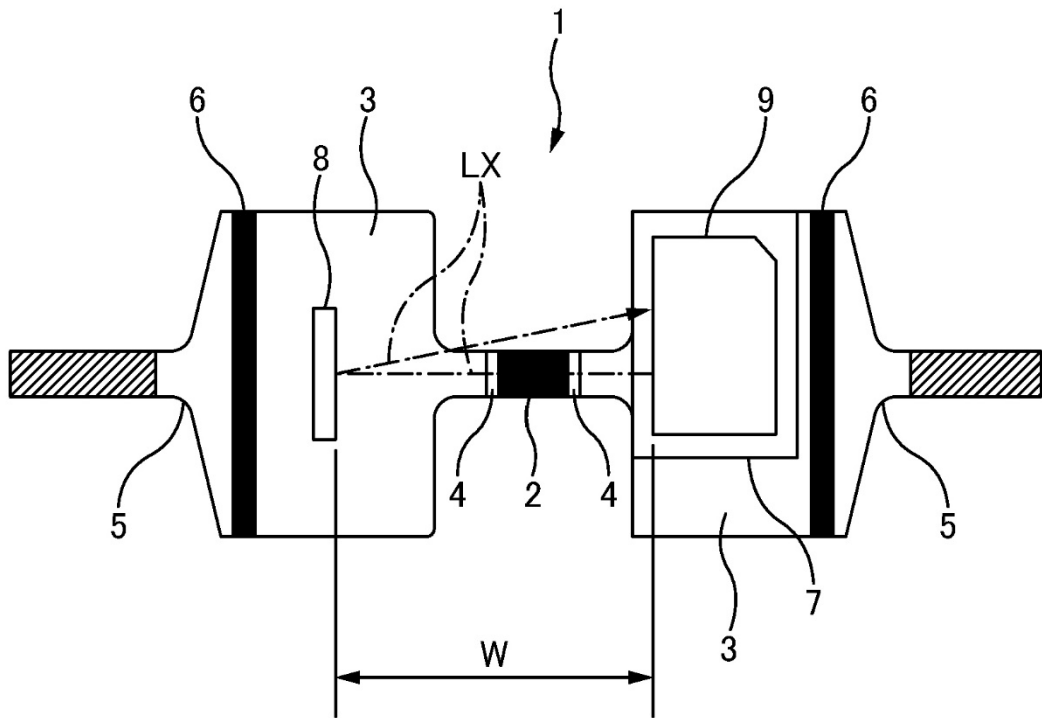


FIG. 2A

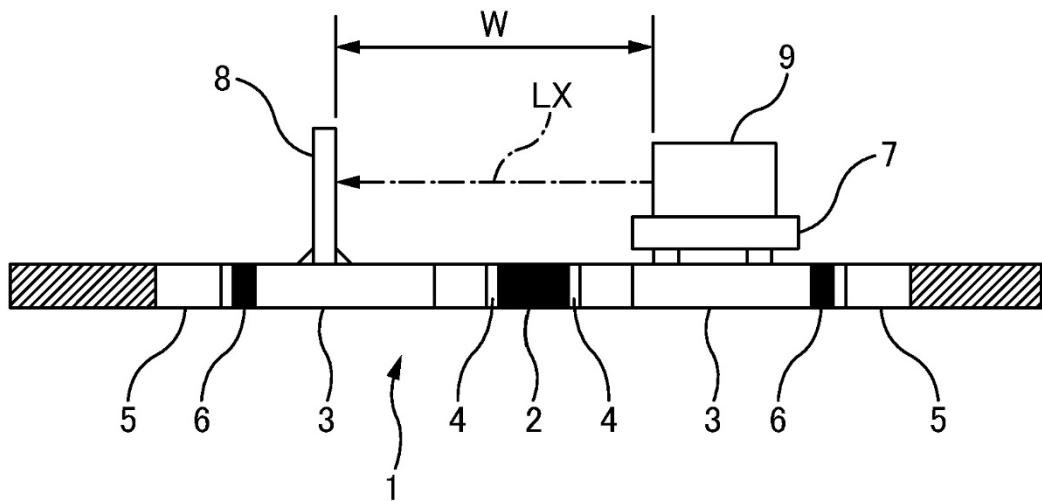


FIG. 2B

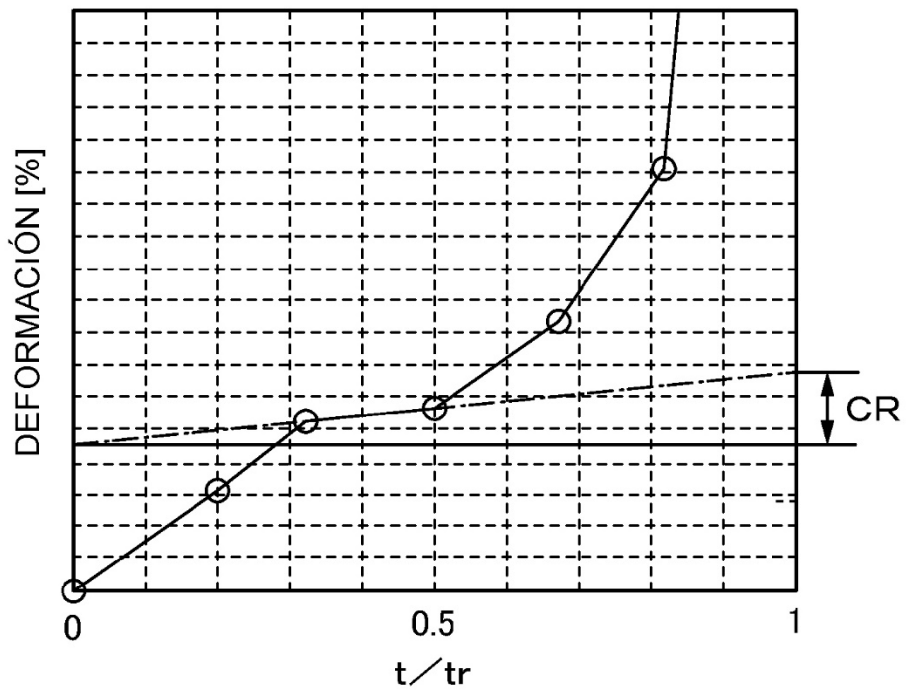


FIG. 3

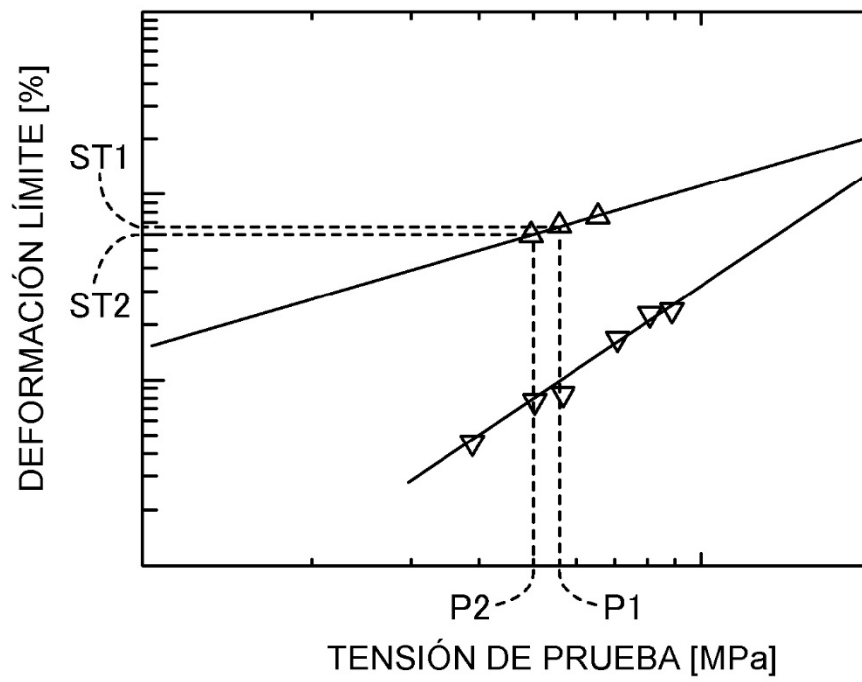


FIG. 4

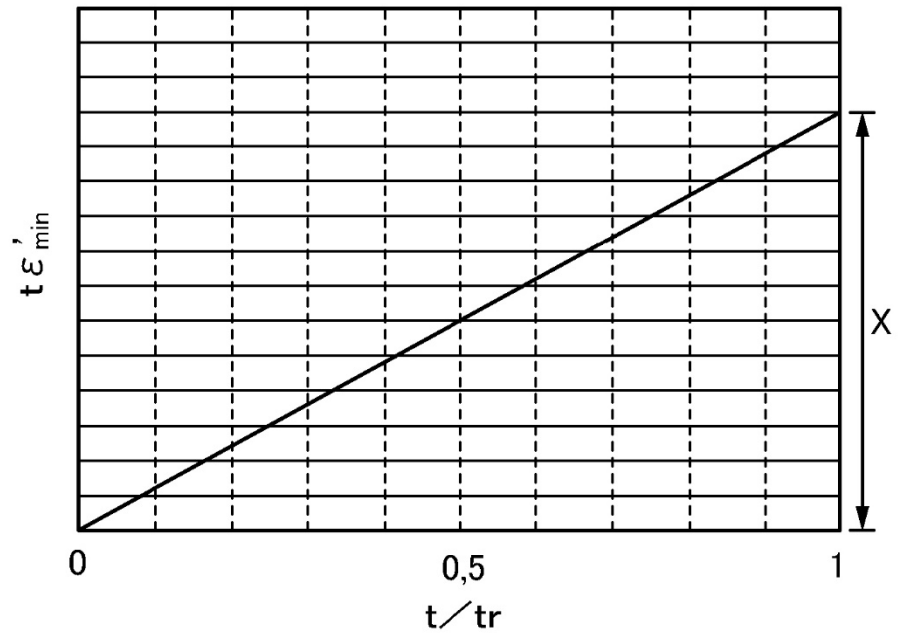


FIG. 5

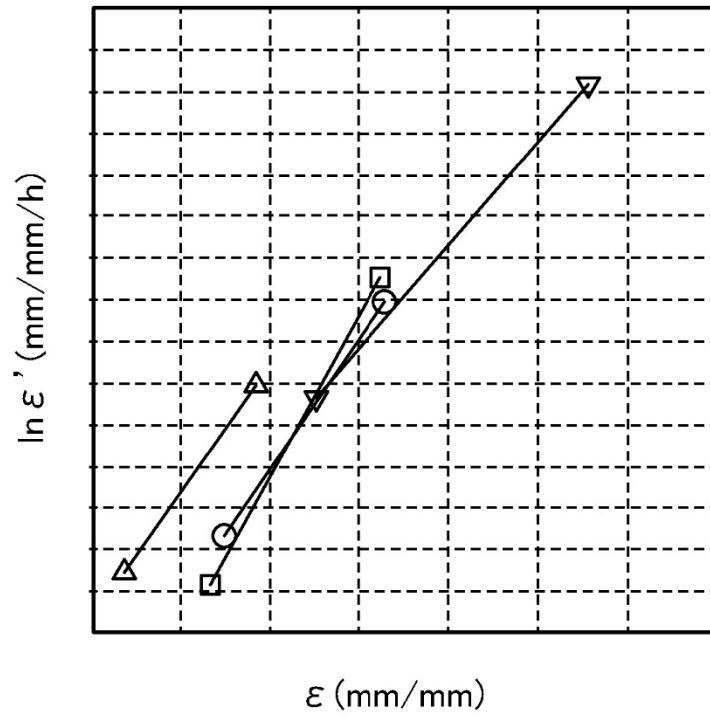


FIG. 6

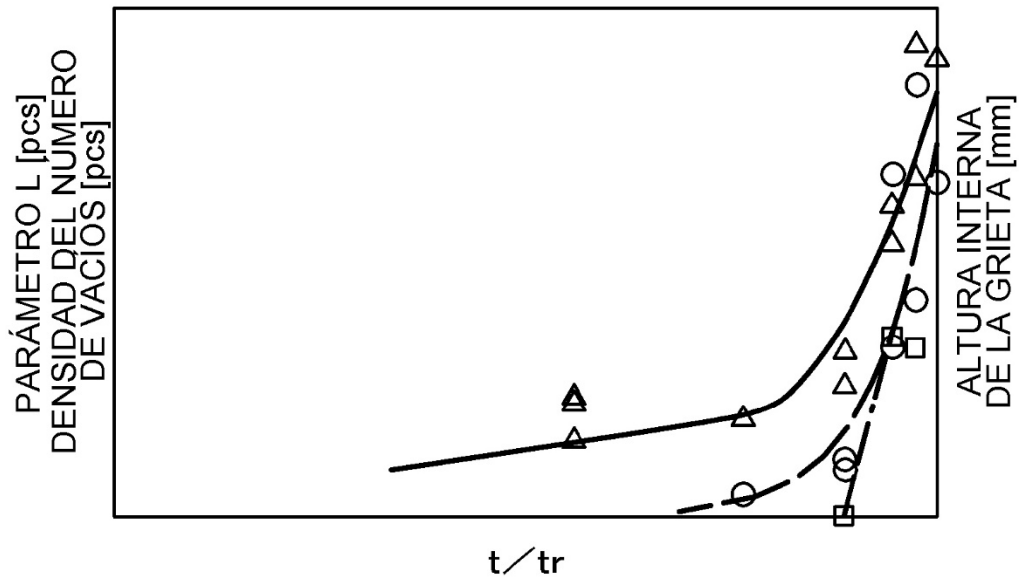


FIG. 7

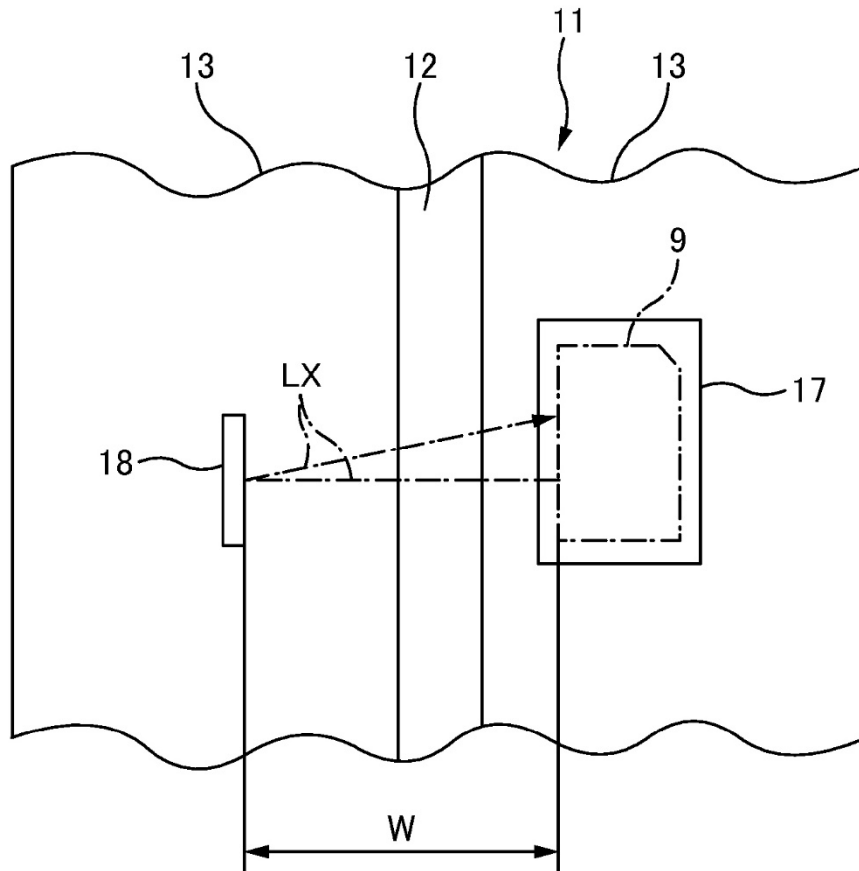


FIG. 8