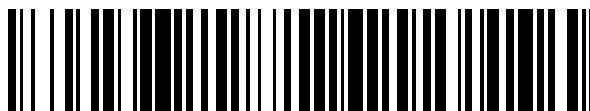


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 486**

51 Int. Cl.:

**B23K 11/04** (2006.01)

**B23K 11/36** (2006.01)

**B23K 101/26** (2006.01)

**C21D 9/04** (2006.01)

**C21D 9/50** (2006.01)

**E01B 29/44** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2010 PCT/JP2010/001997**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.09.2010 WO10109837**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2010 E 10755640 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2412472**

54 Título: **Dispositivo y método para enfriar una zona de carril soldada**

30 Prioridad:

**27.03.2009 JP 2009079938**

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

**25.03.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SUGIYAMA, SEIJI;  
KAJIWARA, MITSUGU y  
KARIMINE, KENICHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 705 486 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

Dispositivo y método para enfriar una zona de carril soldada

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y método para enfriar una zona de soldadura de carril después de que un carril se suelda.

**Antecedentes de la técnica**

10 Una junta de un carril es una parte que se daña más fácilmente en el carril e incurre en costos de mantenimiento. Además, la junta de un carril es una fuente principal de ruido y vibración que se generan durante el paso de un tren. La velocidad de los servicios ferroviarios de pasajeros y la carga de los trenes de mercancías están aumentando en el país y en el extranjero. A partir de esta situación, se está generalizando una técnica para fabricar un carril largo que tiene una longitud de 200 m o más al conectar de forma continua las uniones de los carriles mediante soldadura.

Como métodos principales para soldar una junta de carril, existen soldaduras a tope (por ejemplo, véase Documento de Patente 1), soldadura a presión de gas (por ejemplo, véase Documento de Patente 2), soldadura por arco cerrado (por ejemplo, véase Documento de Patente 3), y soldadura Thermit (por ejemplo, véase Documento de Patente 4).

15 Cuando se suelda una junta de un carril, la tensión se concentra en la proximidad del eje neutro de una zona de soldadura de carril. Por consiguiente, es necesario reemplazar frecuentemente un carril con el fin de evitar que se generen grietas por fatiga. La figura 7A muestra un aspecto en el que una grieta por fatiga 51 que se extiende en la dirección horizontal en la proximidad del eje neutro de una zona 50 de soldadura de carril y una grieta quebradiza 52 crecen hacia una parte de la cabeza del carril y una parte del patín del carril. Un aspecto donde la grieta por fatiga 51 se genera desde la proximidad del eje neutro de la zona 50 de soldadura de carril como origen y la grieta quebradiza 52 luego penetra en la parte del alma del carril en la dirección del espesor, se encuentra en la Figura 7B que muestra una superficie de fractura de la grieta.

25 Mientras tanto, en esta memoria descriptiva, una parte superior del carril que entra en contacto con una rueda se denomina "parte de la cabeza", una parte inferior del carril que entra en contacto con una durmiente se denomina "parte del patín", y una parte formada entre la parte de la cabeza y el patín se denomina "parte del alma del carril". Además, la superficie superior de la parte de la cabeza se denomina "parte superior de la cabeza", las superficies laterales de la parte de la cabeza se denominan "partes laterales de la cabeza", y la superficie posterior de la parte del patín se denomina una "parte de la solera".

30 Se considera que la generación de la grieta por fatiga se ve afectada no solo por una condición de carga externa, sino también por la tensión residual en la zona de soldadura del carril. Las figuras 8A, 8B y 9 muestran un ejemplo de la distribución de la tensión residual generada cuando una junta de un carril se somete a soldadura a tope. En los gráficos de las figuras 8A, 8B y 9, una dirección positiva del eje vertical representa la tensión residual de tracción y una dirección negativa del eje vertical representa la tensión residual de compresión. La figura 8A muestra la distribución de la tensión residual que se genera en una parte periférica de la zona de soldadura del carril en una dirección circunferencial. A partir de la figura 8A, se encuentra que la tensión residual de tracción de la parte del alma del carril es grande. Además, la figura 8B es una vista que muestra la tensión residual de tracción de una parte media de la parte del alma del carril en la dirección circunferencial (dirección vertical), mientras que la distancia desde un plano del centro de soldadura en la dirección axial del carril se representa en el eje horizontal. A partir de la figura 8B, se encuentra que la tensión residual de tracción en la dirección circunferencial (dirección vertical) se distribuye en el intervalo entre el plano del centro de soldadura y una posición que está alejada del plano del centro de soldadura en una distancia de aproximadamente 25 mm. Si se coloca una zona de soldadura de carril en la durmiente, la tensión de compresión en la dirección vertical actúa sobre la parte del alma del carril durante el paso de un tren. Sin embargo, una gran tensión de tracción en la dirección vertical permanece en la parte del alma del carril. Por consiguiente, mientras que la tensión de tracción siempre se aplique sustancialmente a la parte del alma del carril, la parte del alma del carril recibe repetidamente la tensión. Por esta razón, las grietas por fatiga pueden generarse en la parte del alma del carril. Mientras tanto, la figura 9 muestra la distribución de la tensión residual de la parte periférica de la zona de soldadura del carril en la dirección axial del carril. A partir de la figura 9, se encuentra que una gran tensión de compresión permanece en una parte de la solera del carril. Si se coloca una zona de soldadura de carril entre los durmientes, la tensión de tracción en la dirección axial del carril actúa sobre la parte de la solera del carril durante el paso de un tren. Sin embargo, la tensión de tracción en la dirección axial del carril y la tensión residual de compresión en la dirección axial del carril se compensan entre sí. Por consiguiente, mientras que la tensión de compresión siempre se aplica sustancialmente a la parte de patín del carril, la parte de patín del carril recibe repetidamente la tensión. Por esta razón, las grietas por fatiga no se generan con facilidad en la parte de patín del carril.

55 Con el fin de evitar daños en la parte del alma del carril, un método para enfriar con rapidez la parte de la cabeza y la parte del alma del carril de la zona de soldadura del carril o toda la zona de soldadura del carril, que se encuentra en un estado de alta temperatura mediante el calor de la soldadura o el calor transferido desde el exterior, se propone en el Documento de Patente 5 y el Documento de Patente 6. De acuerdo con este método, es posible reducir la tensión residual de tracción que se genera en la parte del alma del carril de la zona de soldadura de carril en la dirección

vertical o convertir la tensión residual de tracción en tensión de compresión. Por consiguiente, es posible mejorar la resistencia a la fatiga de la zona de soldadura del carril.

Además, como técnicas que mejoran la resistencia a la fatiga de la zona de soldadura del carril, existe un método que utiliza un tratamiento de granallado (por ejemplo, ver el Documento de Patente 7) o similar. En el tratamiento de granallado, las bolas de acero que tienen un diámetro de varios milímetros se proyectan a un material para deformar plásticamente la capa superficial del material, de modo que la capa superficial se someta a un endurecimiento por trabajo. Es decir, es posible mejorar la resistencia a la fatiga convirtiendo la tensión residual en tensión de compresión.

Además, la invención de un dispositivo para enfriar una zona de soldadura de carril se describe en el Documento de Patente 8. El dispositivo incluye una cámara de aire que enfría una superficie superior de la cabeza de la zona de soldadura del carril, una cámara de aire que enfría las superficies laterales de la cabeza de la zona de soldadura del carril, y cámaras de aire que enfrían una parte del abdomen (parte del alma del carril) y una parte inferior (parte del patín) de la zona de soldadura del carril. Cada una de las cámaras de aire está provista de una pluralidad de boquillas que expulsan aire comprimido, y se provee una boquilla para detectar la temperatura en medio de un grupo de boquillas de la cámara de aire que enfría la parte superior de la cabeza.

El documento de patente 9 presenta un aparato para templar una parte soldada a tope de un carril, que incluye una caja de refrigeración en forma de U invertida para cubrir desde arriba y a lo largo de una parte soldada a tope de un carril, y para templar la parte soldada a tope por aire de refrigeración. La caja de refrigeración está dividida en una cámara de refrigeración de cabeza, una cámara de refrigeración izquierda del alma y una cámara de refrigeración derecha del alma, cada una con una pluralidad de boquillas de aire de refrigeración dirigidas hacia la parte soldada a tope.

#### Documentos relacionados con la técnica

Documentos de patente

[Documento de patente 1] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. S56-136292

[Documento de patente 2] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. H11-270810

[Documento de patente 3] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. H06-292968

[Documento de patente 4] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. S48-095337

[Documento de patente 5] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. S59-093837

[Documento de patente 6] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. S59-093838

[Documento de patente 7] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. H03-249127

[Documento de patente 8] Solicitud de patente japonesa sin examinar, Primera publicación Nro. S60-033313

[Documento de patente 9] US4573666

No documento de patente

[No es Documento de patente 1] Procedimientos de la Segunda Conferencia Internacional sobre Tensiones Residuales, ICR2, Nancy, Francia, 23-25, Nov. 1988, p.912-918

#### Divulgación de la invención

##### Problemas a resolver por la invención

Cuando una parte de la cabeza y una parte del alma de un carril de una zona de soldadura de carril se enfrían mediante un método de enfriamiento descrito en el Documento de Patente 5 y en el Documento de Patente 6, la tensión residual de la parte del alma del carril en la dirección vertical se reduce, por lo que se suprime la generación de grietas por fatiga en la parte del alma del carril. Sin embargo, en el caso de este método, la tensión residual de una parte de la solera en la dirección axial de un carril se convierte en tensión de tracción como se revela en el Documento 1 que no es una patente. En los últimos años, el peso de los vagones de ferrocarril de los trenes de mercancías tiende a aumentar. Por esta razón, dado que el momento de flexión que actúa sobre un carril también aumenta, la resistencia a la fatiga por flexión se reduce cuando la tensión residual de una parte de la solera en la dirección axial del carril se convierte en tensión de tracción.

Además, el tratamiento de granallado requiere grandes instalaciones que proyecten bolas de acero, recojan las bolas de acero, y eviten el polvo, etc. Por esta razón, la aplicación del tratamiento de granallado en una zona de soldadura grande es limitada. Además, como las bolas de acero se desgastan y se dañan, las bolas de acero deben suministrarse a intervalos regulares. Por consiguiente, aumenta el costo de ejecución.

Además, de acuerdo con el dispositivo de enfriamiento difundido en el Documento de Patente 8, es posible aumentar la dureza de la zona de soldadura del carril, pero no es posible controlar la tensión residual de la zona de soldadura del carril. A partir de las pruebas realizadas por los inventores, se ha encontrado que la tensión residual de la parte del alma del carril no se reduce y la vida sometida a fatiga no se alarga mucho como se describe a continuación cuando el enfriamiento de la zona de soldadura del carril se realiza mediante el dispositivo de enfriamiento difundido en el Documento de patente 8. Es decir, es evidente que la tensión residual de la zona de soldadura del carril no puede reducirse a menos que la refrigeración se realice en un intervalo apropiado de la zona de soldadura del carril a una velocidad de enfriamiento apropiada.

Con el fin de resolver el problema mencionado anteriormente, un objeto de la invención es proveer un método y un dispositivo para enfriar una zona de soldadura de carril que se utilizan para fabricar un carril cuya resistencia a la fatiga de una zona de soldadura de carril mejora en comparación con la técnica relacionada.

### Medios para resolver los problemas

La invención emplea lo siguiente para lograr el objeto mencionado anteriormente.

(1) De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se provee un dispositivo para enfriar una zona de soldadura de carril que incluye un primer enfriador configurado para enfriar una parte de la cabeza de la zona de soldadura de carril, un segundo enfriador configurado para enfriar una parte del alma del carril de la zona de soldadura del carril y una sección de control configurada para controlar el primer y segundo enfriadores. El primer enfriador incluye una primera sección de detección de temperatura que está configurada para detectar la temperatura de la parte de la cabeza, y una primera sección de expulsión que está configurada para expulsar un primer fluido de refrigeración a la parte de la cabeza. El segundo enfriador incluye una segunda sección de detección de temperatura que está configurada para detectar la temperatura de la parte del alma del carril, y una segunda sección de expulsión que está configurada para expulsar un segundo fluido de refrigeración a la parte del alma del carril. La sección de control está configurada para cambiar individualmente los tipos, los caudales y las velocidades de flujo del primer y segundo fluidos de refrigeración.

(2) En el dispositivo de acuerdo con (1), la segunda sección de expulsión puede incluir una sección de ajuste del ancho de enfriamiento. La sección de ajuste del ancho de enfriamiento está configurada para ajustar el segundo enfriador de modo que el segundo fluido de refrigeración se expulse para que el ancho de enfriamiento de la zona de soldadura del carril se corresponda con un área del orden del 35% al 75% del ancho de la zona de soldadura de carril en la dirección axial de un carril.

(3) En el dispositivo de acuerdo con (1) o (2), cada una de la primera y segunda secciones de expulsión puede incluir al menos dos orificios de expulsión de aire, orificios de expulsión de gas y agua, y orificios de expulsión de agua, y los tipos del primer y segundo fluidos de refrigeración, que se cambian individualmente por la sección de control, pueden ser aire, gas-agua, y agua.

(4) De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se provee un método para enfriar una zona de soldadura de carril que enfría por separado una parte de la cabeza y una parte del alma de carril de una zona de soldadura de carril. El método incluye un primer proceso de detección de temperatura para detectar la temperatura de la parte de la cabeza, un segundo proceso de detección de temperatura para detectar la temperatura de la parte del alma del carril, un primer proceso de expulsión para expulsar un primer fluido de refrigeración a la parte de la cabeza, un segundo proceso de expulsión para expulsar un segundo fluido de refrigeración a la parte del alma del carril y un proceso de control para cambiar individualmente los tipos, los caudales y las velocidades de flujo del primer y segundo fluidos de refrigeración mientras se enfrían la parte de la cabeza y la parte del alma del carril.

(5) En el método de acuerdo con (4), en el segundo proceso de expulsión, el segundo fluido de refrigeración puede ser expulsado a un área correspondiente a un ancho del orden de 35% a 75% de ancho de la zona de soldadura del carril en la dirección axial de un carril.

(6) En el método de acuerdo con (4) o (5), los tipos del primer y segundo fluidos de refrigeración, que se cambian individualmente en el proceso de control, pueden ser aire, gas-agua y agua.

(7) En el método de acuerdo con (4), el segundo proceso de expulsión se puede realizar después de que la parte del alma del carril se transforme por completo en perlita desde una región de temperatura de austenita.

(8) En el método de acuerdo con (4), el segundo proceso de expulsión se puede realizar hasta que la parte del alma del carril se transforme por completo en perlita desde una región de temperatura de austenita.

(9) En el método de acuerdo con (4), el segundo proceso de expulsión se puede realizar hasta que la temperatura de la parte del alma del carril alcance aproximadamente 200 °C después de que se complete la transformación de perlita desde un estado en el que la parte del alma del carril está en una región de temperatura de austenita.

(10) En el método de acuerdo con (4), el primer proceso de expulsión se puede realizar hasta que la parte de la cabeza se transforme por completo en perlita desde una región de temperatura de austenita. El segundo proceso de expulsión se puede realizar hasta que la parte del alma del carril se transforme por completo a perlita desde una región de

temperatura de austenita y después de que la parte del alma del carril se transforme por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita.

**Efectos ventajosos de la invención**

5 De acuerdo con el dispositivo de (1), solo la parte de la cabeza y la parte del alma del carril de la zona de soldadura del carril son sometidas a enfriamiento acelerado y la parte del patín no es sometida a un enfriamiento acelerado. Además, dado que el enfriamiento acelerado de la parte de la cabeza y el enfriamiento acelerado de la parte del alma del carril se controlan individualmente, es posible realizar el enfriamiento en un intervalo apropiado de la zona de soldadura del carril a una velocidad de enfriamiento apropiada. Por consiguiente, es posible reducir la tensión residual de la zona de soldadura del carril. Por lo tanto, la resistencia a la fatiga de la zona de soldadura del carril se mejora en comparación con la técnica relacionada.

10 De acuerdo con el dispositivo de (2), es posible ajustar el ancho de enfriamiento del carril a un intervalo óptimo. Por esta razón, es posible reducir aún más la tensión residual al aplanar la distribución de la temperatura en las proximidades del centro de soldadura, para mejorar la resistencia a la fatiga.

15 De acuerdo con el dispositivo de (3), es posible ajustar rápidamente la velocidad de enfriamiento de la zona de soldadura del carril. Por esta razón, es posible controlar con precisión la temperatura.

20 De acuerdo con los métodos de (4) a (10), es posible realizar un enfriamiento en un intervalo apropiado de la zona de soldadura del carril a una velocidad de enfriamiento apropiada. Por consiguiente, la tensión residual de la zona de soldadura del carril se reduce, de modo que la resistencia a la fatiga de la zona de soldadura del carril se mejora en comparación con la técnica relacionada.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista frontal de un dispositivo para enfriar una zona de soldadura de carril según una realización de la invención.

La figura 2 es una vista lateral del dispositivo de enfriamiento.

La figura 3A es una vista frontal de una primera sección de expulsión del dispositivo de enfriamiento.

25 La figura 3B es una vista frontal de una segunda sección de expulsión del dispositivo de enfriamiento.

La figura 4A es un gráfico que muestra una relación entre un método para enfriar una zona de soldadura de carril y la tensión residual que se genera en una parte del alma de carril y una parte de la cabeza de una zona de soldadura de carril.

30 La figura 4B es un gráfico que muestra una relación entre un método para enfriar una zona de soldadura de carril y la vida útil sometida a fatiga de una parte del alma de carril y de una parte de la cabeza de una zona de soldadura de carril.

La figura 5A es un gráfico que muestra una relación entre la relación de ancho de enfriamiento y la tensión residual que se genera en una parte del alma del carril y una parte de la cabeza de una zona de soldadura de carril.

35 La figura 5B es un gráfico que muestra una relación entre la relación de ancho de enfriamiento y la vida útil sometida a fatiga de una parte del alma del carril y de una parte de la cabeza de una zona de soldadura del carril.

La figura 6A es una vista esquemática que ilustra un proceso de formación de arco de soldadura a tope por arco.

La figura 6B es una vista esquemática que ilustra un proceso de recalado de soldadura a tope por arco.

La Figura 6C es una vista esquemática que ilustra un proceso de recorte de soldadura a tope por arco.

40 La figura 7A es una vista esquemática que muestra un ejemplo de daño causado por una grieta por fatiga en una zona de soldadura de carril.

La Figura 7B es una vista esquemática que muestra una superficie de fractura de la grieta por fatiga.

La Figura 8A es una vista que muestra la distribución de la tensión residual, que se genera mediante soldadura a tope por arco en una parte periférica de una zona de soldadura de carril, en una dirección circunferencial.

45 La figura 8B es una vista que muestra la tensión residual de tracción de una parte media de una parte del alma de carril en una dirección circunferencial (dirección vertical), mientras que la distancia desde un plano del centro de soldadura en la dirección axial de un carril está representada en el eje horizontal.

La figura 9 es una vista que muestra la distribución de la tensión residual de una parte periférica de una zona de soldadura de carril en la dirección axial de un carril.

La figura 10 es una vista esquemática que muestra la distribución de temperatura de una parte del alma de carril de una zona de soldadura de carril inmediatamente después de la soldadura.

### Descripción de las realizaciones

5 Los inventores encontraron lo siguiente (A) a (C) como resultado de la investigación sobre una relación entre la resistencia a la fatiga de una zona de soldadura de carril y un método para enfriar una zona de soldadura de carril.

10 (A) Cuando la temperatura de una parte del patín resulta más baja que la de una parte del alma del carril a través del enfriamiento acelerado de una parte del patín de una zona de soldadura del carril, la tensión de contracción generada en la parte del alma del carril en la dirección axial de un carril se ve afectada por la parte del patín cuya temperatura es más baja. En consecuencia, la tensión de tracción en la dirección axial del carril se genera en la parte del alma del carril, y la tensión de tracción correspondiente a la relación de Poisson también se genera en la dirección vertical. Como resultado, se incrementa la tensión residual de tracción de la parte del alma de carril en la dirección vertical. Por lo tanto, no es preferible que la temperatura de la parte del patín de la zona de soldadura del carril se haga más baja que la temperatura de la parte del alma del carril a través del enfriamiento acelerado.

15 (B) Si la parte del alma del carril se somete a un enfriamiento acelerado después de completar la transformación a perlita desde una región de temperatura de austenita, es posible reducir la tensión residual de la parte del alma del carril en la dirección vertical. Mientras tanto, si la parte del alma del carril se somete a un enfriamiento acelerado hasta que se complete la transformación de la parte del alma del carril a perlita desde una región de temperatura de austenita, es posible aumentar la resistencia a la fatiga. Además, si el enfriamiento acelerado de la parte del alma del carril comienza desde una región de temperatura de austenita y la parte del alma del carril se somete a un enfriamiento acelerado incluso después de completar la transformación de perlita, es posible aumentar aún más la resistencia a la fatiga.

20 (C) Una parte de la cabeza del carril se desgasta debido al contacto entre una rueda y ella misma. En particular, el desgaste se facilita en una vía curva por el deslizamiento relativo que se produce entre una rueda y un carril. Por esta razón, un carril tratado térmicamente cuya parte de la cabeza del carril está endurecida se emplea frecuentemente para una sección curva. Al soldar el carril tratado térmicamente, es preferible que se obtenga la misma dureza que la dureza de un material de base a soldar realizando el enfriamiento acelerado de la parte de la cabeza del carril después de la soldadura en un intervalo de temperatura hasta la finalización de la transformación de perlita de una región de temperatura de austenita.

25 Los inventores idearon un dispositivo para enfriar una zona de soldadura de carril de la invención sobre la base de los puntos (A) a (C) mencionados anteriormente. Un dispositivo de enfriamiento de acuerdo con una realización de la invención se describirá a continuación. El dispositivo de enfriamiento de acuerdo con la realización de la invención realiza el enfriamiento acelerado de solo una parte de la cabeza y una parte del alma de carril de una zona de soldadura de carril, y no realiza el enfriamiento acelerado de una parte de patín. Además, en este dispositivo de enfriamiento, las unidades de refrigeración respectivas se controlan individualmente para que sean capaces de realizar el enfriamiento acelerado de la parte de la cabeza y de la parte del alma del carril a una velocidad de enfriamiento apropiada. Asimismo, las unidades de refrigeración respectivas están adaptadas para cambiar el tipo, el caudal y la velocidad de flujo de un fluido de refrigeración durante el enfriamiento. De acuerdo con esta estructura, es posible ajustar con rapidez la velocidad de enfriamiento de una zona de soldadura de carril. Cualquiera de aire, gas-agua (fluido mezclado de aire y agua) y agua puede seleccionarse de acuerdo con una velocidad de enfriamiento como el tipo de fluido de refrigeración.

30 Además, en el dispositivo mencionado anteriormente para enfriar una zona de soldadura de carril, es preferible que el ancho de enfriamiento se pueda ajustar de manera que un valor representado como (ancho de enfriamiento de una parte del alma de carril de una zona de soldadura de carril en la dirección axial de un carril)/(ancho de una zona de soldadura de carril en la dirección axial de un carril) esté del orden de 0,35 a 0,75. Aquí, se describirá adicionalmente (ancho de enfriamiento de la parte del alma del carril de la zona de soldadura del carril en la dirección axial del carril)/(ancho de la zona de soldadura del carril en la dirección axial del carril). La Figura 10 es una vista esquemática que muestra la distribución de la temperatura de la parte del alma del carril de una zona de soldadura del carril inmediatamente después de la soldadura, y una línea continua XX muestra la distribución de la temperatura en ese momento. En la Figura 10,  $T_s$  denota temperatura de sólido y  $T_L$  denota temperatura de líquido. El ancho de una zona de soldadura de carril en la dirección axial de un carril es una región de temperatura  $W$ , donde la temperatura de una zona de soldadura de carril inmediatamente después de la soldadura no es inferior a una temperatura de inicio de transformación de austenita Ac 1. Además, el ancho de enfriamiento de la parte del alma del carril de la zona de soldadura del carril en la dirección axial del carril es el intervalo de expulsión de un líquido de refrigeración, que se expulsa desde el dispositivo de enfriamiento a la parte del alma del carril de la zona de soldadura del carril, en la dirección axial del carril.

35 En adelante, (ancho de enfriamiento de una parte del alma de carril de una zona de soldadura de carril en la dirección axial de un carril)/(ancho de una zona de soldadura de carril en la dirección axial de un carril) se denomina como "relación de ancho de enfriamiento". Es posible reducir la tensión residual de la parte del alma del carril en la dirección vertical al aplanar la distribución de la temperatura de la parte del alma del carril en las proximidades de la zona de

soldadura. Por esta razón, es efectivo limitar el ancho de enfriamiento, donde se realiza el enfriamiento acelerado, a una región de alta temperatura en la proximidad de un centro de soldadura. Cuando la relación de ancho de enfriamiento se establece en 0,75 o menos, es posible reducir la tensión residual al aplanar la distribución de la temperatura cerca del centro de soldadura. Mientras tanto, cuando la relación de ancho de enfriamiento es menor que 0,35, la eficiencia de enfriamiento disminuye, por lo que se reduce el efecto de reducir la tensión residual.

Posteriormente, se describirá con más detalle una realización de la invención con referencia a los dibujos adjuntos.

### **Soldadura a tope por arco**

La tensión residual de la parte del alma del carril de la zona de soldadura del carril en la dirección vertical es significativa en la soldadura a tope por arco, donde un gradiente de temperatura resulta más pronunciado. Por esta razón, en esta memoria descriptiva, la soldadura a tope por arco se describe como un ejemplo de un método para soldar una junta de carril. Mientras tanto, el método de enfriar una zona de soldadura de carril según la invención puede aplicarse a otros métodos de soldadura tales como soldadura Thermit.

Las vistas esquemáticas que ilustran la soldadura a tope por arco se muestran en las figuras 6A, 6B y 6C. En un primer proceso al que se hace referencia como un proceso de formación de arco, se genera un arco continuamente entre las caras extremas de los carriles 11, que se proporcionan en línea, por un voltaje que se aplica a través de los electrodos 16 conectados a una fuente de energía 17 (véase la figura 6A). Las partes donde se genera el arco se funden localmente, una parte del metal fundido se descarga al exterior como salpicaduras, y el resto del metal fundido permanece en las caras extremas de los carriles 11. Los rebajes, que se denominan cráteres, se forman en las partes que se funden por arco. A medida que los carriles 11 se aproximan gradualmente entre sí, el arco se genera sucesivamente en nuevas partes de contacto y los carriles 11 se acortan gradualmente mediante la repetición de la fusión local de los mismos. Cuando el proceso de formación de arco continúa durante varias decenas de segundos a varios minutos, todas las caras extremas de los carriles 11 se funden. Además, las partes de los carriles 11 en las proximidades de las caras extremas se reblandecen debido al aumento de la temperatura. La presión en la dirección axial del carril se realiza como se muestra en la Figura 6B en el punto de tiempo donde los carriles alcanzan este estado. Los cráteres, que se forman en las caras extremas de los carriles 11, son aplastados por este prensado que se conoce como recalado. Por consiguiente, el metal fundido, que existe entre las caras extremas, se extruye hacia el exterior de una superficie de soldadura. La sección transversal de una parte en la proximidad de la cara extrema reblandecida aumenta debido a la deformación plástica y se forma un cordón 18 alrededor de la superficie de la soldadura. El cordón 18 se corta y se retira mediante recortadores 19 como se muestra en la figura 6C cuando se encuentra a una temperatura alta inmediatamente después de la soldadura. Este proceso se conoce como recorte. Después del recorte, un cordón delgado 18 permanece alrededor de una zona de soldadura. El cordón delgado 18, que permanece en una parte de la cabeza del carril, se pule con una rectificadora para alisarlo. Mientras tanto, el cordón delgado 18, que permanece en la parte del alma del carril y la parte del patín del carril, es pulido por una rectificadora. Sin embargo, el cordón delgado no puede ser tratado por una empresa ferroviaria.

### **Acero de carril**

Como se define en JIS-E1101 ("normal rail and special rail for turnouts and crossings") "carril normal y carril especial para desvíos y cruces" y JIS-E1120 ("heat-treated rail") "carril tratado con calor", el acero al carbono eutectoide o hipoeutectoide que contiene 0,5 a 0,8% en masa de carbono se utiliza generalmente como acero para carril. Además, el acero del carril, que tiene una composición hipereutectoide, contiene carbono que supera el 0,8% en masa, y mejora aún más la resistencia al desgaste de una línea de carga de mercancías pesadas de un ferrocarril minero extranjero, también se está extendiendo en los últimos años.

### **Mecanismo para generar tensión residual**

Cuando existe una deformación por contracción no uniforme causada por una temperatura no uniforme en un carril, las partes respectivas del carril restringen la deformación por contracción juntas entre sí, de modo que se genera una tensión de contracción. Cuando la tensión de contracción permanece como tensión interna, la tensión de contracción se denomina tensión residual. Cuando las juntas de los carriles se soldan entre sí, se genera una gran diferencia de temperatura entre una zona de soldadura del carril y las partes periféricas. Por consiguiente, la tensión de contracción se genera en la zona de soldadura del carril y se convierte en tensión residual. Por consiguiente, si el enfriamiento acelerado se realiza cerca de un centro de soldadura, la distribución de la temperatura cerca del centro de soldadura se aplanar. Por lo tanto, se suprime la generación de tensión residual en el centro de soldadura. Dado que ya se genera una gran tensión residual, a pesar de que se obtiene una distribución de temperatura plana, mientras que la temperatura central de la zona de soldadura del carril es inferior a 200 °C, el efecto de reducir la tensión residual es pequeño. Mientras tanto, el "enfriamiento acelerado" consiste en enfriar a la fuerza un material que debe enfriarse a una velocidad de enfriamiento superior a la velocidad de enfriamiento de enfriamiento natural expulsando un fluido de refrigeración al material a enfriar.

### **Dispositivo para enfriar la zona de soldadura del carril**

Las figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas de un dispositivo 10 para enfriar una zona de soldadura de carril (en adelante, simplemente denominado dispositivo 10 de enfriamiento) de acuerdo con una realización de la invención. El dispositivo

10 de enfriamiento incluye una primera unidad 20 de enfriamiento que realiza un enfriamiento acelerado de una parte 12 de la cabeza de una zona 15 de soldadura de carril después de que un carril 11 sea soldado, y una segunda unidad 21 de enfriamiento que realiza un enfriamiento acelerado de una parte del alma 13 de carril de la zona 15 de soldadura de carril. El dispositivo de enfriamiento no incluye una unidad de enfriamiento que realiza un enfriamiento acelerado de una parte 14 del patín de la zona 15 de soldadura de carril.

La primera unidad 20 de enfriamiento incluye un par de secciones 24 de expulsión que están dispuestas inmediatamente por encima de la parte superior 12a de la cabeza de la zona 15 de soldadura del carril y expulsa un fluido de refrigeración a la parte superior 12a de la cabeza, dos pares de secciones 25 de expulsión que están dispuestas de manera que se enfrenten entre sí con la parte 12 de la cabeza interpuesta entre ellas y expulsan un fluido de refrigeración a las partes laterales 12b de cabeza, y un sensor 22 de temperatura sin contacto que está dispuesto entre el par de secciones 24 de expulsión y mide la temperatura de la parte 12 de la cabeza. Mientras tanto, la segunda unidad 21 de enfriamiento incluye un par de secciones 26 de expulsión que están dispuestas de manera que estén enfrentadas entre sí con la parte 13 del alma del carril de la zona 15 de soldadura de carril interpuesta entre ellas y expulsa un fluido de refrigeración a la parte 13 del alma del carril, y un sensor de temperatura 23 sin contacto que se dispone en una sección 26 de expulsión y mide la temperatura de la parte 13 del alma del carril. Además, el dispositivo 10 de enfriamiento está provisto de una unidad 50 de control que controla por separado la primera y la segunda unidades 20 y 21 de enfriamiento. Este controlador 50 puede estar previsto en cada una de la primera unidad 20 de enfriamiento y de la segunda unidad 21 de enfriamiento. La posición de la unidad de control no está particularmente limitada, pero el control puede estar dispuesto, por ejemplo, en una parte inferior de un pedestal 29 como se muestra en la figura 1.

La primera unidad 20 de enfriamiento, que realiza el enfriamiento acelerado de la parte 12 de la cabeza de la zona 15 de soldadura de carril, está soportada por un cabezal 30, y se suministra un fluido de refrigeración a las respectivas secciones 24 y 25 de expulsión desde un tubo 27 de suministro a través de la cabeza 30. Mientras tanto, los tubos 28 de suministro, que suministran un fluido de refrigeración, están conectados a las secciones 26 de expulsión de la segunda unidad 21 de enfriamiento que realiza el enfriamiento acelerado de la parte 13 del alma del carril de la zona 15 de soldadura del carril. Los tubos 27 y 28 de suministro se sostienen en el pedestal 29 que está formado por un marco de portal construido sobre la zona 15 de soldadura de carril.

La figura 3A muestra una vista frontal de la sección 24 de expulsión (que también es la misma que la sección 25 de expulsión), y la figura 3B muestra una vista frontal de la sección 26 de expulsión. Una pluralidad de orificios 24a y 24b de expulsión se forman regularmente en la sección 24 de expulsión, y una pluralidad de orificios 26a y 26b de expulsión se forman regularmente en la sección 26 de expulsión. El aire comprimido se expulsa desde los orificios 24a y 26a de expulsión, y el gas-agua se expulsa de los orificios 24b y 26b de expulsión. Los orificios 24a y 26a de expulsión y los orificios 24b y 26b de expulsión se conmutan y se utilizan de acuerdo con la velocidad de enfriamiento. Además, cuando se expulsa un fluido refrigerante desde los orificios 26a y 26b de expulsión, es preferible que (ancho de enfriamiento de una parte 13 del alma de carril de una zona 15 de soldadura de carril en la dirección axial de un carril)/(ancho de una zona 15 de soldadura de carril en la dirección axial de un carril) sea del orden de 0,35 a 0,75. Es decir, cuando el ancho de la zona 15 de soldadura de carril en la dirección axial del carril es de 40 mm, es preferible que el ancho de enfriamiento de la parte 13 de banda de carril de la zona 15 de soldadura de carril en la dirección axial del carril sea establecido del orden de 14 mm a 30 mm. Si el ancho de enfriamiento se establece en este intervalo, es posible suprimir el aumento de la tensión residual de la parte del alma del carril y alargar la vida sometida a fatiga. Por ejemplo, las boquillas, que se prevén en los orificios de expulsión mostrados en la figura 3B y pueden cambiar de manera apropiada una dirección de expulsión, y similares pueden usarse como la estructura para ajustar el ancho de enfriamiento. Alternativamente, se puede controlar la expulsión de cada uno de los orificios de expulsión de una columna.

#### **Método de enfriamiento de la zona de soldadura del carril**

A continuación, se describirá un método para enfriar la zona 15 de soldadura de carril mediante el dispositivo 10 de enfriamiento. Mientras tanto, en el siguiente método, la determinación de si la parte 12 de la cabeza y la parte 13 del alma del carril de la zona 15 de soldadura de carril se han transformado por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita se estima a partir de la temperatura de cada parte medida (detectada) por los sensores de temperatura 22 y 23. Además, el enfriamiento acelerado de cada parte se realiza sobre la base de una velocidad de enfriamiento, que se calcula en una sección de control a partir de los resultados de medición de los sensores de temperatura 22 y 23.

##### **(1) Primer método de enfriamiento**

Después de que la parte 13 del alma del carril de la zona 15 de soldadura del carril se transforme por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita, se expulsa un fluido de refrigeración desde las secciones 26 de expulsión de la segunda unidad 21 de enfriamiento, de modo que la parte 13 del alma del carril sea sometida a un enfriamiento acelerado. Mientras tanto, la parte 12 de la cabeza y la parte 14 del patín de la zona 15 de soldadura de carril están sujetas a enfriamiento natural.



(2) Segundo método de enfriamiento

Hasta que la parte 13 del alma del carril de la zona 15 de soldadura del carril se transforme por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita, se expulsa un fluido de refrigeración desde las secciones 26 de expulsión de la segunda unidad 21 de enfriamiento, de modo que la parte 13 del alma del carril sea sometida a un enfriamiento acelerado. Mientras tanto, la parte 12 de la cabeza y la parte 14 del patín de la zona 15 de soldadura de carril están sujetas a enfriamiento natural.

(3) Tercer método de enfriamiento

Después de que se haya completado la transformación de perlita desde un estado en el que la parte 13 del alma del carril de la zona 15 de soldadura del carril se encuentra en una región de temperatura de austenita, se expulsa un fluido de refrigeración de las secciones 26 de expulsión de la segunda unidad 21 de enfriamiento, de modo que la parte 13 del alma del carril sea sometida a un enfriamiento acelerado hasta que la temperatura de la parte 13 del alma del carril alcance aproximadamente 200 °C. Mientras tanto, la parte 12 de la cabeza y la parte 14 del patín de la zona 15 de soldadura de carril están sujetas a enfriamiento natural.

(4) Cuarto método de enfriamiento

Hasta que la parte 12 de la cabeza y la parte 13 del alma del carril de la zona 15 de soldadura del carril sean transformadas por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita, se expulsa un fluido refrigerante de las secciones 24, 25 y 26 de expulsión de la primera y segunda unidades de refrigeración 20 y 21, de modo que la parte 12 de la cabeza y la parte 13 del alma de carril sean sometidas a un enfriamiento acelerado. Después de que la transformación se haya realizado por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita, se expulsa un fluido de refrigeración de las secciones 26 de expulsión de la segunda unidad 21 de enfriamiento, de modo que solo la parte 13 del alma del carril se somete a un enfriamiento acelerado. Mientras tanto, la parte 14 de patín de la zona 15 de soldadura de carril se somete a enfriamiento natural.

**Ejemplo**

Prueba de enfriamiento de la zona de soldadura del carril

A continuación, se describirá una prueba de enfriamiento de una zona de soldadura de carril, que se realizó utilizando el dispositivo 10 de enfriamiento. Las condiciones de refrigeración respectivas de los Ejemplos de la invención se muestran en la Tabla 1 y las condiciones de refrigeración respectivas de los Ejemplos Comparativos se muestran en la Tabla 2. Los valores numéricos de las Tablas son velocidades de refrigeración, y las velocidades de refrigeración de otros ejemplos, excepto para el Ejemplo Comparativo 2, se cambiaron a la temperatura de 500 °C, que es un punto de transformación de perlita. Además, incluso aunque una parte objetivo se sometió a un enfriamiento acelerado cuando la temperatura central de la parte objetivo era inferior a 200 °C, el efecto de reducir la tensión residual es pequeño. Por esta razón, el enfriamiento acelerado se realizó a 200 °C.

Tabla 1

	Ejemplo 1		Ejemplo 2		Ejemplo 3	
	500 a 800 °C	200 a 500 °C	500 a 800 °C	200 a 500 °C	500 a 800 °C	200 a 500 °C
Parte de la cabeza	1,7 °C/s	Enfriamiento natural	1,7 °C/s	Enfriamiento natural	1,7 °C/s	Enfriamiento natural
Parte del alma del carril	Enfriamiento natural	2 °C/s	1,8 °C/s	Enfriamiento natural	1,8 °C/s	6 °C/s
Parte del patín	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural

Tabla 2

	Ejemplo comparativo 1		Ejemplo comparativo 2	
	500 a 800 °C	200 a 500 °C	500 a 800 °C	200 a 500 °C
Parte de la cabeza	1,7 °C/s	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural
Parte del alma del carril	1,8 °C/s	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural
Parte del patín	1,2 °C/s	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural	Enfriamiento natural

5 En los casos de los Ejemplos 1 a 3, solo una parte de la cabeza y una parte del alma de carril de una zona de soldadura de carril se sometieron a enfriamiento acelerado. En el caso del Ejemplo comparativo 1, toda la zona de soldadura de los carriles se sometió a enfriamiento acelerado. Por otro lado, en el caso del Ejemplo comparativo 2, toda la zona de soldadura de los carriles se sometió a enfriamiento natural. Mientras tanto, un fluido refrigerante utilizado en el enfriamiento acelerado fue agua-gas solo del orden de 200 a 500 °C del Ejemplo 3, y fue aire comprimido en otros casos. Un carril normal, que contenía 0,7 a 0,8% en masa de carbono y del que una parte de la cabeza tenía una dureza superficial del orden de Hv 260 a 290, se usó como carril para soldar. El tamaño de un ferrocarril general, que tenía un peso por metro de 60 kg/m, se utilizó como el tamaño del carril. El ancho de la zona de soldadura del carril fue de 40 mm, y el ancho de enfriamiento de la zona de soldadura del carril durante el enfriamiento acelerado se estableció en 30 mm (la relación del ancho de enfriamiento fue de 0,75). Mientras tanto, incluso en cada ejemplo, se formaron tres especímenes en las mismas condiciones. Entre ellos, se utilizó una primera muestra para medir la tensión residual, se utilizó una segunda muestra en una prueba para evaluar la vida sometida a fatiga de una parte del alma del carril, y se utilizó una tercera muestra en una prueba para evaluar la vida sometida a fatiga de una parte del patín.

La medición de la tensión residual se realizó de la siguiente manera:

- (1) Se une un extensómetro a una zona de soldadura de carril después de la soldadura de un carril, se mide la deformación, y se usa la deformación como valor inicial.
- 20 (2) Después de cortar una parte de la zona de soldadura del carril alrededor del extensómetro y de liberar la tensión residual, se mide nuevamente el esfuerzo.
- (3) La tensión residual se calcula a partir de una expresión relacional entre el tensión y deformación, utilizando una diferencia entre la deformación medida antes del corte y la deformación después del corte.

25 Una prueba para evaluar la vida sometida a fatiga de una parte del alma del carril se realizó de la siguiente manera: Una zona de soldadura de carril se colocó sobre una placa de superficie y una carga se aplicó repetidamente a la parte de la cabeza de la zona de soldadura de carril mediante una herramienta de presión cuyo extremo se formó de una protuberancia en forma de arco. El radio de curvatura de la protuberancia en forma de arco era de 450 mm cerca del radio de curvatura de una rueda. La carga aplicada fue establecida hasta 30 toneladas teniendo en cuenta el hecho de que una carga pesada real era de aproximadamente 20 toneladas. Mientras tanto, la carga mínima en la repetición de una carga fue establecida en 4 toneladas. La frecuencia de la repetición de una carga se estableció en 2 Hz, y la prueba terminó en el punto de tiempo donde se generaron las grietas en la zona de soldadura.

35 Se realizó una prueba para evaluar la vida sometida a fatiga de una parte del patín mediante una prueba de resistencia a la fatiga por flexión utilizando el siguiente método de flexión de tres puntos. Un carril, que tenía una zona de soldadura de carril en el centro del mismo y tenía una longitud de 1,5 m, estaba apoyado simétricamente por montajes entre los cuales se estableció una distancia de 1 m, y se aplicó repetidamente una carga a la parte de la cabeza de la zona de soldadura del carril mediante una herramienta de presión cuyo extremo estaba formado por una protuberancia en forma de arco. El radio de curvatura de cada una de las partes finales de la herramienta de prensado y el montaje se ajustó a 100 mm. Se aplicó una carga de modo que la tensión máxima de una única parte central de la zona de soldadura del carril fue de 330 MPa y la tensión mínima de la misma fue de 30 MPa. La frecuencia de la repetición de una carga se estableció en 5 Hz, y la prueba finalizó en el momento en que se generaron las grietas en la zona de soldadura.

45 La tensión residual generada en cada una de las zonas de soldadura de carril de los Ejemplos 1 a 3 y de los Ejemplos Comparativos 1 y 2 se muestra en la figura 4A y la vida sometida a fatiga de cada una de las zonas de soldadura de carril de la misma se muestra en la figura 4B. En las figuras 4A y 4B, un círculo blanco corresponde a la parte del alma del carril y un círculo negro corresponde a la parte del patín. De las figuras 4A y 4B, se encuentra que la tensión residual de la parte del alma del carril de cada uno de todos los ejemplos se reduce y la vida sometida a fatiga de la

5 parte del alma del carril de la misma se alarga en comparación con la tensión residual de las partes del alma de carril de los ejemplos comparativos. Además, las figuras 5A y 5B muestran los resultados de las pruebas para evaluar la tensión residual y la vida sometida a fatiga que se realizaron mediante el mismo método de enfriamiento que un método de enfriamiento del Ejemplo 1, mientras que el ancho de enfriamiento se usó como parámetro. En las figuras 5A y 5B, un círculo blanco corresponde a la parte del alma del carril y un círculo negro corresponde a la parte del patín. De las figuras 5A y 5B, se encuentra que la tensión residual de la parte del patín aumenta y la vida sometida a fatiga de la parte del patín se acorta cuando el ancho de enfriamiento se estableció en 50 mm (la relación de ancho de enfriamiento es 1,25 calculada a partir de 50 mm/40 mm).

10 La realización de la invención se ha descrito anteriormente. Sin embargo, la invención no se limita solo a la constitución de la realización mencionada anteriormente, y también puede incluir otras realizaciones y modificaciones que se consideran dentro del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, las secciones de expulsión han incluido los orificios de expulsión para aire comprimido y los orificios de expulsión para gas-agua en la realización mencionada anteriormente. Sin embargo, las secciones de expulsión pueden incluir además orificios de expulsión para el agua y realizar la conmutación entre aire comprimido, gas-agua y agua.

15 **Aplicabilidad industrial**

De acuerdo con el dispositivo para enfriar una zona de soldadura de carril de la invención, es posible fabricar un carril cuya resistencia a la fatiga de una zona de soldadura de carril se mejora en comparación con la técnica relacionada. Por consiguiente, la invención tiene una aplicabilidad industrial significativa.

**Lista de símbolos de referencia**

- 20 10: dispositivo de enfriamiento (dispositivo para enfriar la zona de soldadura del carril)  
 11: carril  
 12: parte de la cabeza  
 12a: parte superior de la cabeza  
 12b: parte lateral de la cabeza  
 25 13: parte del alma del carril  
 14: parte del patín  
 15: zona de soldadura de carril  
 16: electrodo  
 17: fuente de energía  
 30 18: cordón  
 19: recortador  
 20: primera unidad de enfriamiento  
 21: segunda unidad de enfriamiento  
 22, 23: sensor de temperatura  
 35 24, 25, 26: sección de expulsión  
 24a, 24b, 26a, 26b: orificio de expulsión  
 27, 28: tubo de suministro  
 29: pedestal  
 30: cabezal  
 40 50: sección de control

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo (10) para enfriar una zona (15) de soldadura de carril , el dispositivo comprende:  
un primer enfriador (20) configurado para enfriar una parte de la cabeza (12) de la zona (15) de soldadura de carril ;  
un segundo enfriador (21) configurado para enfriar una parte (13) del alma de la zona (15) de soldadura de carril, y
- 5 una sección de control configurada para controlar el primer y segundo enfriador, en donde:  
el primer enfriador (20) incluye una primera sección (22) de detección de temperatura que está configurada para detectar una temperatura de la parte (12) de la cabeza , y una primera sección de expulsión que está configurada para expulsar un primer fluido de refrigeración a la parte (12) de la cabeza;
- 10 el segundo enfriador (21) incluye una segunda sección (23) de detección de temperatura que se configura para detectar la temperatura de la parte (13) del alma del carril, y una sección (26) de expulsión que se configura para expulsar un segundo fluido de refrigeración a la parte (13) del alma del carril,  
y la sección de control está configurada para cambiar individualmente los tipos, los caudales y las velocidades de flujo del primer y segundo fluidos de refrigeración mientras se enfría la parte (12) de la cabeza y la parte (13) del alma .
- 15 2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la segunda sección (26) de expulsión incluye una sección de ajuste del ancho de enfriamiento configurada para ajustar el segundo enfriador (21) de manera que el segundo fluido de refrigeración se expulsa para que el ancho de enfriamiento de la zona (15) de soldadura del carril corresponda a un área del orden del 35% al 75% del ancho de la zona (15) de soldadura del carril en una dirección axial de un carril.
- 20 3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde: cada una de las primera y segunda secciones de expulsión incluye al menos dos orificios de expulsión de aire, orificios de expulsión de gas y agua y orificios de expulsión de agua, y los tipos del primer y segundo fluidos de refrigeración, que son cambiados individualmente por la sección de control, incluyen aire, gas-agua y agua.
- 25 4. El dispositivo (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el dispositivo (10) se configura para realizar un enfriamiento acelerado de solo la parte (12) de la cabeza y la parte (13) del alma de carril de la zona (15) de soldadura de carril, y no realizar el enfriamiento acelerado de una parte (14) del patín.
- 30 5. Un método para enfriar una zona (15) de soldadura de carril , enfriando el método por separado una parte (12) de la cabeza y una parte (13) del alma de carril de la zona (15) de soldadura de carril , comprendiendo el método: un primer proceso de detección de temperatura para detectar una temperatura de la parte (12) de la cabeza ; un segundo proceso de detección de temperatura para detectar una temperatura de la parte (13) del alma de carril ; un primer proceso de expulsión para expulsar un primer fluido de refrigeración a la parte (12) de la cabeza ; un segundo proceso de expulsión para expulsar un segundo fluido de refrigeración a la parte (13) del alma ; y un proceso de control que cambia individualmente los tipos, los caudales y las velocidades de flujo del primer y segundo fluidos de refrigeración mientras se enfría la parte (12) de la cabeza y la parte (13) del alma del carril .
- 35 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde en el segundo proceso de expulsión, el segundo fluido de refrigeración es expulsado a un área correspondiente a un ancho del orden de 35 % a 75 % del ancho de la zona (15) de soldadura del carril en la dirección axial de un carril.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en donde los tipos del primer y segundo fluidos de refrigeración, que se cambian individualmente en el proceso de control, incluyen aire, gas-agua y agua.
- 40 8. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde se realiza el segundo proceso de expulsión después de que la parte (13) del alma del carril se transforma por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde se realiza el segundo proceso de expulsión hasta que la parte (13) del alma del carril se transforma por completo a perlita desde una región de temperatura de austenita.
- 45 10. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde se realiza el segundo paso de expulsión hasta que la parte (13) del alma del carril alcanza aproximadamente 200 °C después de que se haya completado la transformación a perlita desde un estado en el que la parte del alma del carril está en una región de temperatura de austenita.
- 50 11. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde se realiza el primer proceso de expulsión hasta que la parte (12) de la cabeza es transformada completamente en perlita desde una región de temperatura de austenita, y el segundo proceso de expulsión se realiza hasta que la parte (13) del alma del carril es transformada completamente en perlita desde una región de temperatura de austenita y después de que la parte (13) del alma del carril es transformada en perlita desde una región de temperatura de austenita.

FIGURA 1

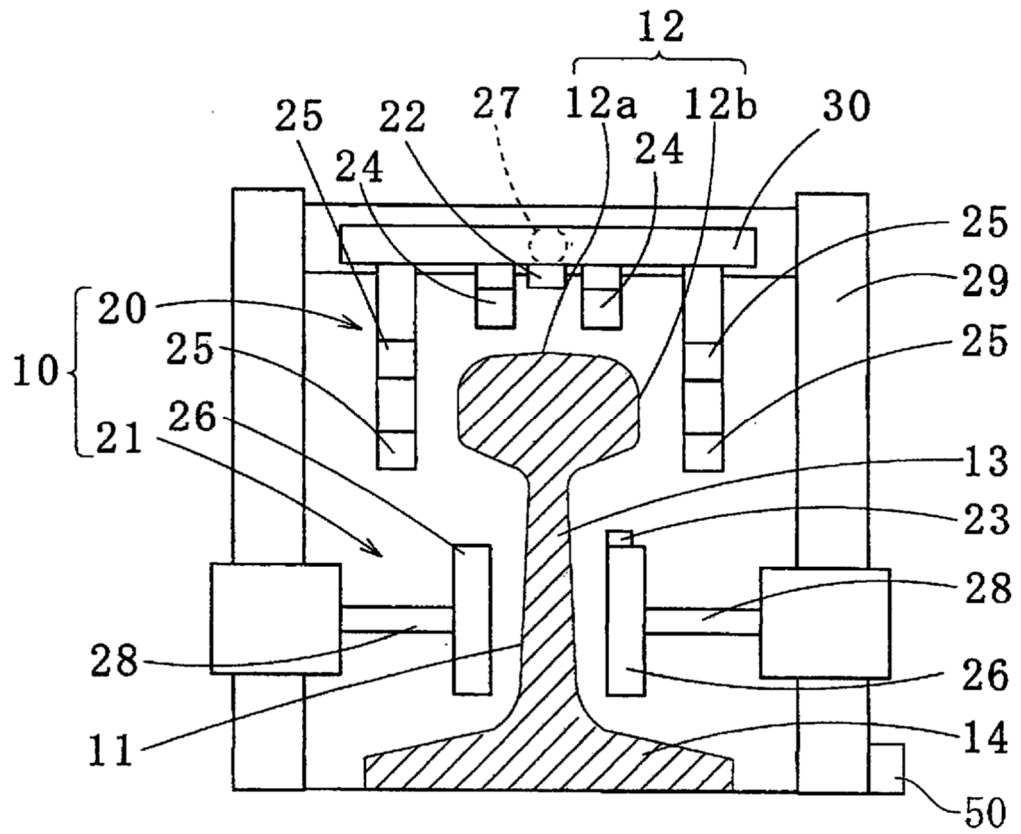


FIGURA 2

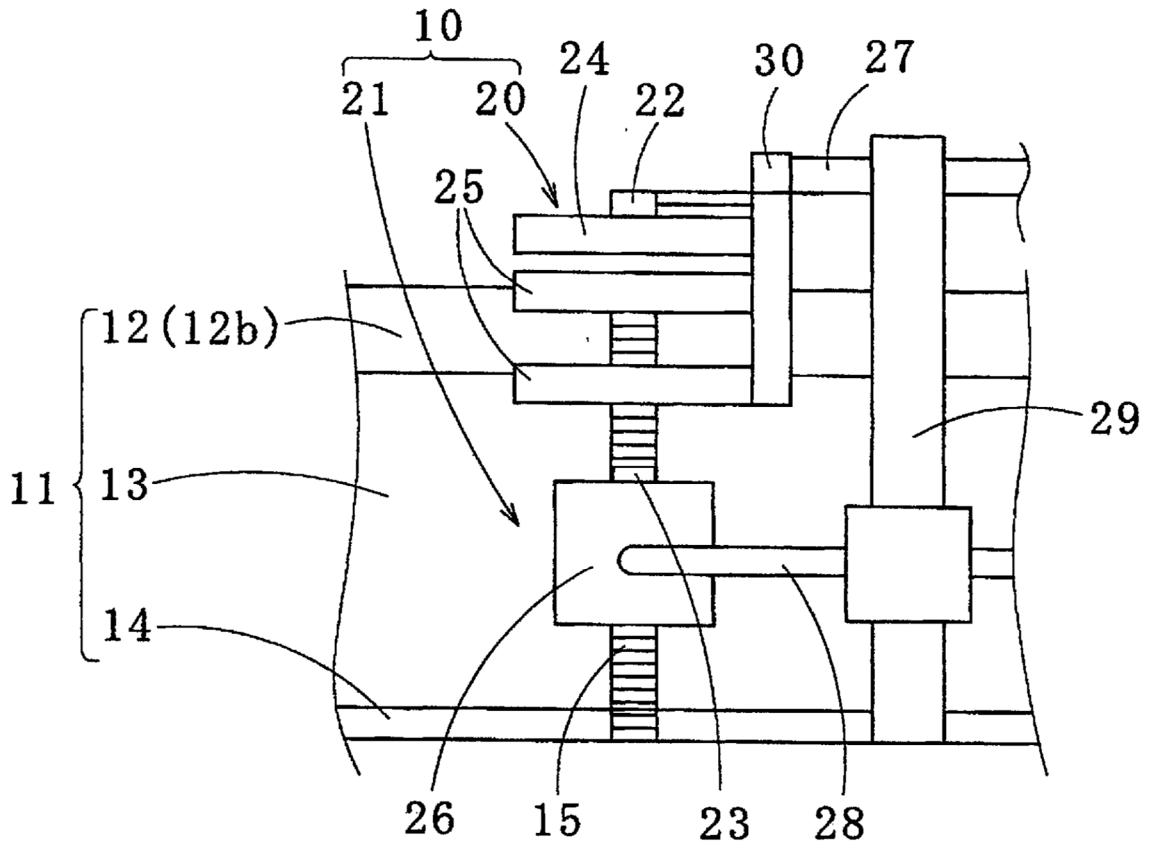


FIGURA 3A

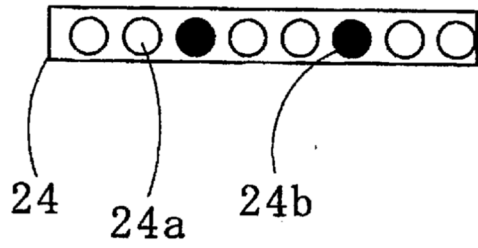


FIGURA 3B

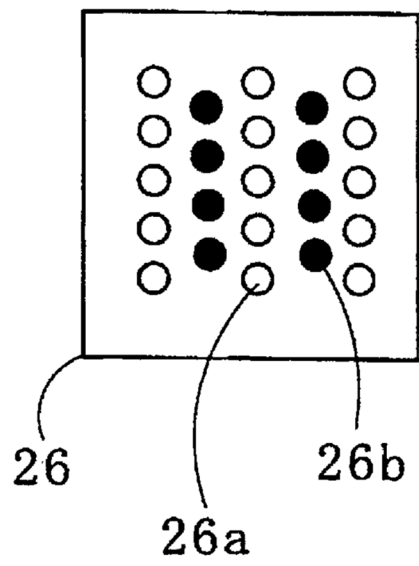


FIGURA 4A

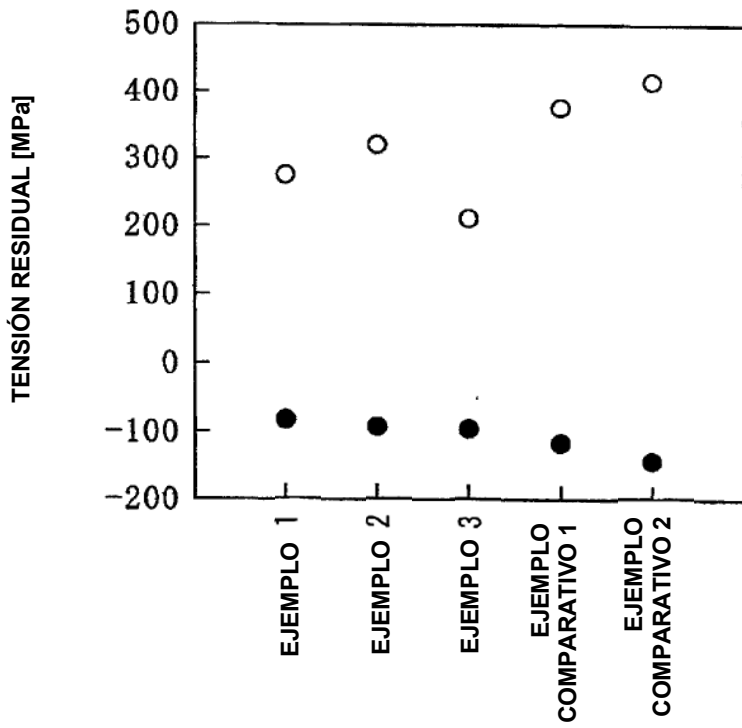


FIGURA 4B

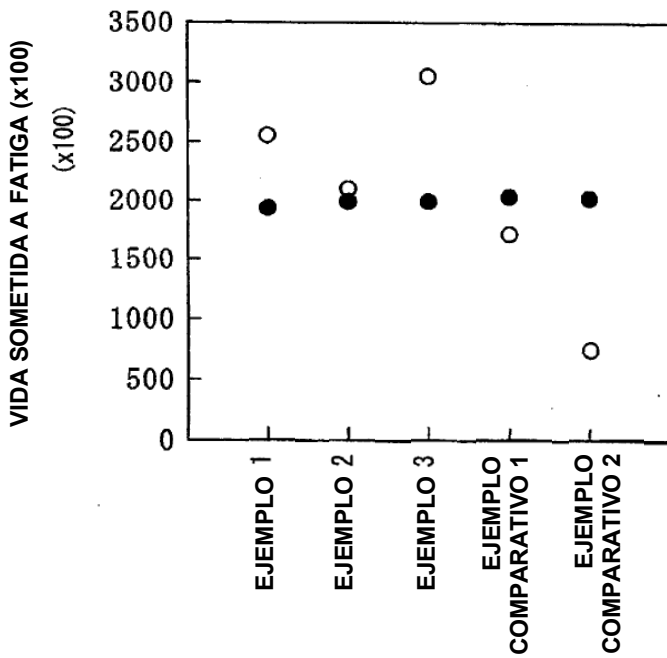




FIGURA 5A

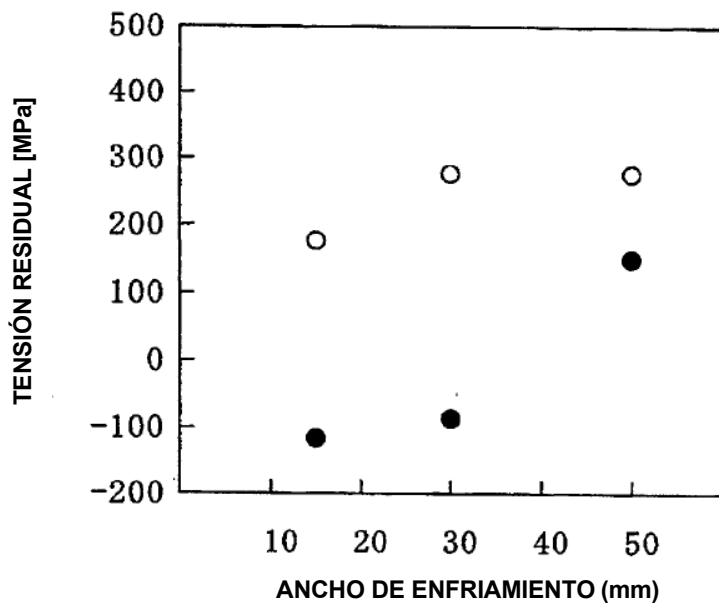


FIGURA 5B

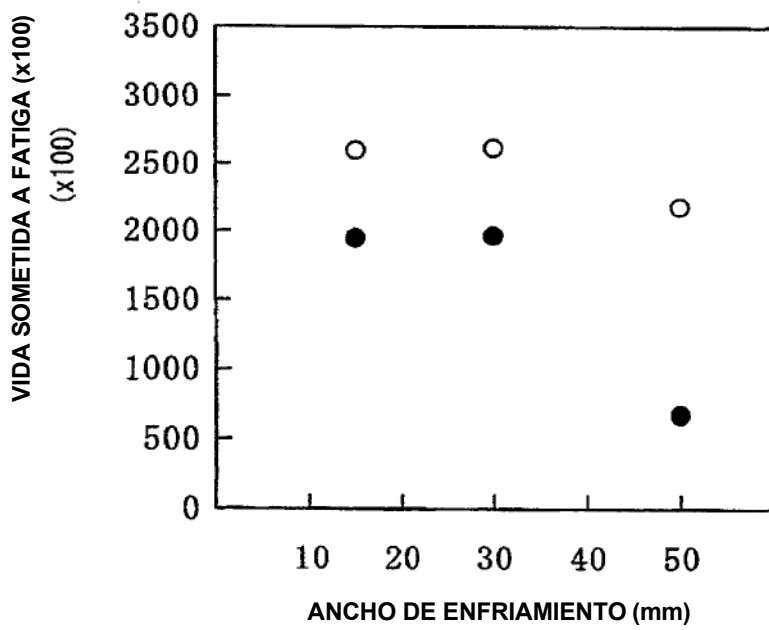


FIGURA 6A

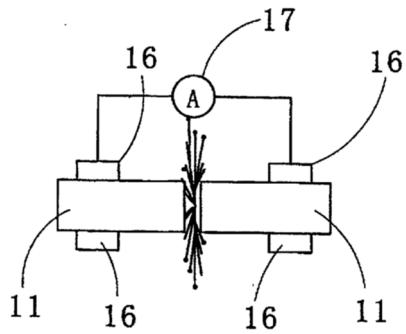


FIGURA 6B

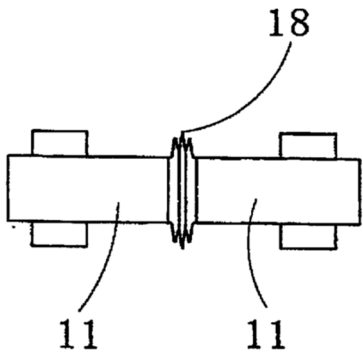


FIGURA 6C

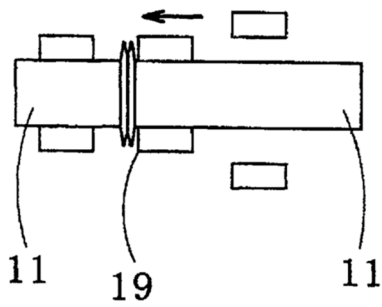


FIGURA 7A

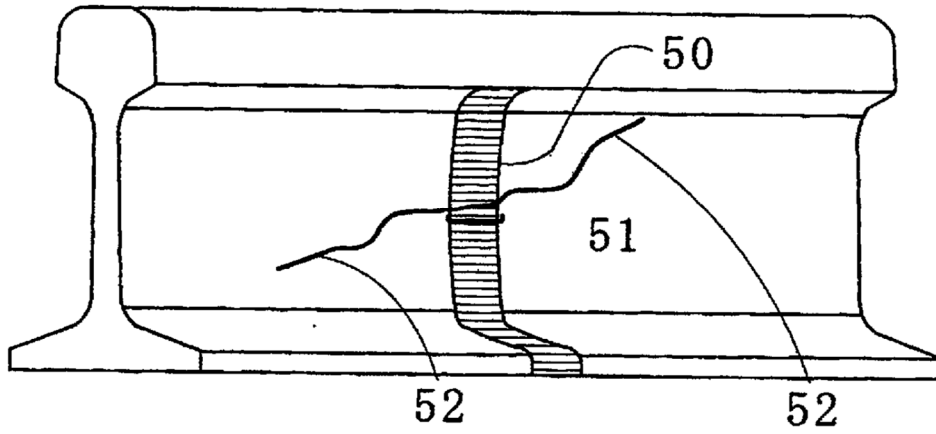


FIGURA 7B

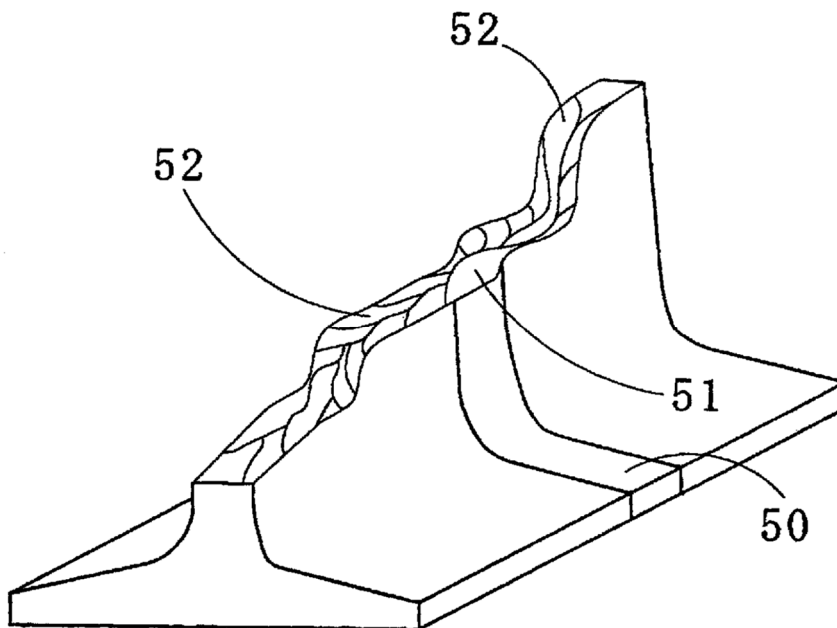


FIGURA 8A

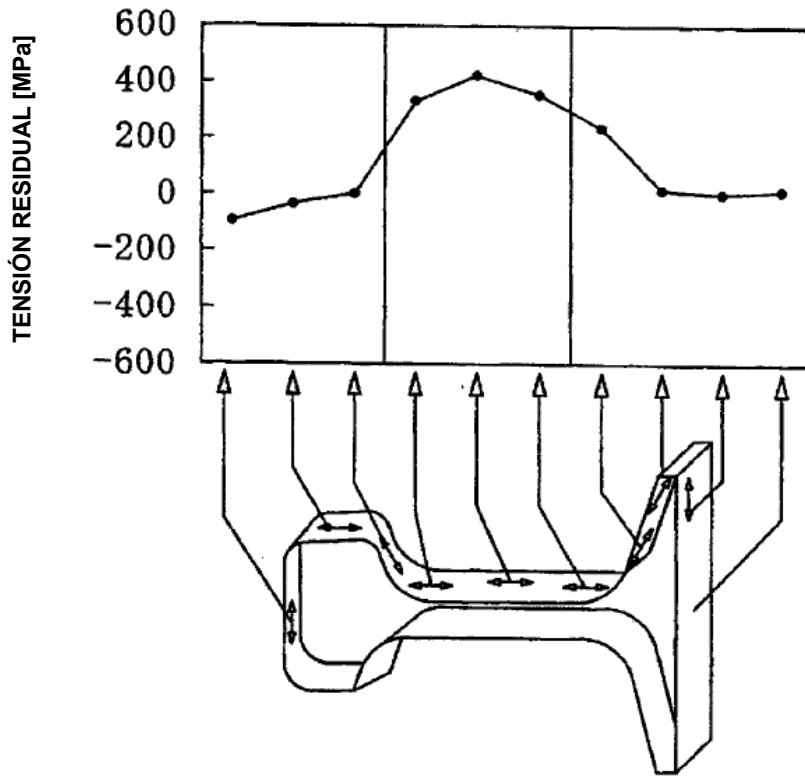


FIGURA 8B

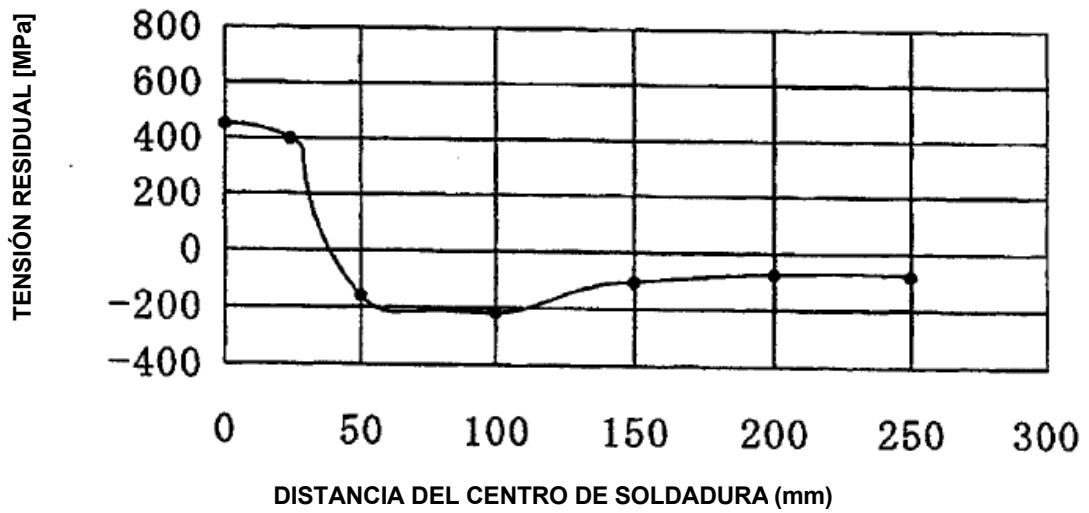


FIGURA 9

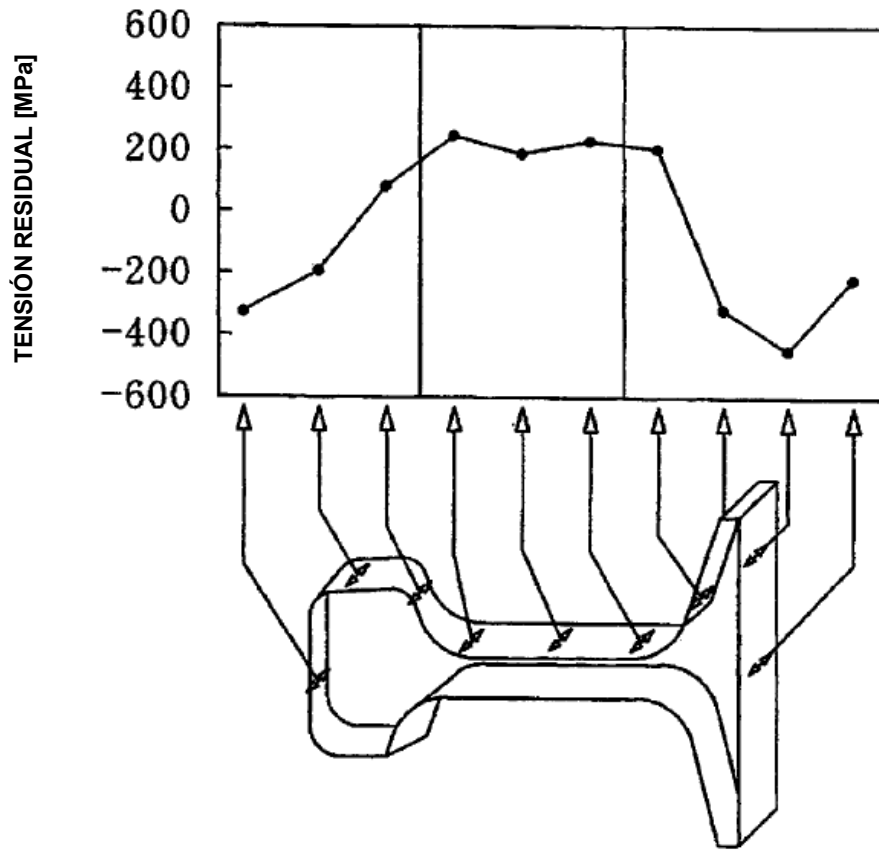


FIGURA 10

