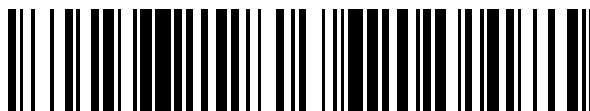


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 752**

51 Int. Cl.:

**B21B 37/76** (2006.01)

**B21B 37/00** (2006.01)

**B21B 45/02** (2006.01)

**B21C 51/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2010 PCT/JP2010/070613**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2011 WO11065290**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2010 E 10833136 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 2505277**

54 Título: **Dispositivo de fabricación de lámina de acero laminada en caliente, y método de fabricación de lámina de acero laminada en caliente**

30 Prioridad:

**24.11.2009 JP 2009266773**

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

**22.07.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TACHIBANA, HISAYOSHI y  
NAKAGAWA, SHIGEMASA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 774 752 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 de fabricación de lámina de acero laminada en caliente, y método de fabricación de lámina de acero laminada en caliente

5 Campo técnico  
 La presente invención se refiere a un aparato de fabricación de una lámina laminada en caliente y a un método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente. Más en concreto, se refiere a un aparato de fabricación de una lámina laminada en caliente y a un método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente en el  
 10 que al fabricar una lámina de acero laminada en caliente por medio de rociado de agua de enfriamiento a una lámina de acero a elevada temperatura que acaba de ser laminada en un laminador de acabado en caliente, para enfriarla por agua, es posible controlar con precisión la temperatura de la lámina de acero después de detener el enfriamiento.

15 Antecedentes de la técnica  
 Es necesario que un material de acero utilizado para automóviles, materiales estructurales y similares sea excelente en propiedades mecánicas tales como resistencia, maleabilidad y tenacidad. Al objeto de mejorar estas propiedades mecánicas de forma integral, es eficaz refinar la estructura del material de acero. Con este fin, se han buscado diferentes métodos de fabricación para la obtención de un material de acero con una estructura de grano fino.  
 20 Además, al refinar la estructura, es posible la obtención de una lámina de acero laminada en caliente de elevada resistencia que tiene unas excelentes propiedades mecánicas incluso si se reduce la cantidad de elementos de aleación añadidos.

25 Como método para refinar la estructura de un material de acero, se conoce el llevar a cabo una gran reducción de laminación, especialmente en la etapa posterior al laminado de acabado en caliente para refinar los granos de austenita, y para el aumento de las tensiones de laminación en una lámina de acero, obteniendo de esta forma unos granos de ferrita finos después de la laminación. Además, al objeto de inhibir la recristalización y recuperación de los granos de austenita y para facilitar la transformación de ferrita, es eficaz el enfriamiento de la lámina de acero hasta una temperatura de 600° C a 750° C lo más rápido posible después de la laminación. Es decir, posteriormente a la  
 30 laminación de acabado en caliente, es efectiva la provisión de un dispositivo de enfriamiento capaz de enfriar más rápidamente que nunca antes a fin de enfriar rápidamente de esta forma la lámina de acero después de la laminación. Y al enfriar rápidamente la lámina de acero post-laminada de esta manera, es eficaz el aumento de un volumen de agua de enfriamiento por unidad de área rociada sobre la lámina de acero, es decir, el aumento de la densidad de flujo de agua al objeto de mejorar la capacidad de enfriamiento.

35 Por otro lado, no solo es necesario realizar simplemente un enfriamiento rápido de esta manera, también se requiere detener con precisión el enfriamiento al objeto de obtener una estructura metálica requerida; y controlar la temperatura de una lámina de acero en el momento de detención del enfriamiento rápido, a una temperatura predeterminada. De esta manera, se puede obtener una estructura de lámina de acero deseada y se puede  
 40 estabilizar la calidad de un gran número de láminas de acero fabricadas.

En este caso, a la temperatura en el momento de detención del enfriamiento rápido se hace referencia de aquí en adelante como temperatura de detención de enfriamiento rápido. La temperatura de detención de enfriamiento rápido se describe a continuación con más detalle. Una distribución de temperatura en una dirección de grosor de  
 45 una lámina de acero durante el enfriamiento rápido está en un estado transitorio en el que el calor en el área de la capa de superficie es rápidamente retirado debido al enfriamiento rápido y la temperatura de superficie es inferior a la temperatura central. Cuando se detiene el enfriamiento rápido en tal estado, el calor en el área central se difunde hacia el área de la capa de superficie a medida que pasa el tiempo, hasta hacerse uniforme. La temperatura de detención de enfriamiento rápido hace referencia a una temperatura de una lámina de acero en este estado  
 50 uniforme; y es casi equivalente a un valor obtenido por medición de una temperatura de superficie de una lámina de acero con un termómetro de radiación después de que pasa una cierta cantidad de tiempo desde el instante en el que ha sido detenido el enfriamiento rápido.

55 El documento de patente 1 describe un método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente caracterizado por que: cuando se cambia, durante la laminación en caliente, a otras condiciones de laminación en caliente diferentes de las condiciones de laminación en caliente prescritas, y se continúa la laminación en caliente, los valores de las condiciones de enfriamiento fijadas para un dispositivo de enfriamiento por agua, cuyos valores hacen posible que una temperatura de enrollamiento de una lámina de acero se convierta en un valor objetivo, se determinan en función de estas otras condiciones de laminación en caliente y de un valor medido de una  
 60 temperatura de la lámina de acero en un lado de entrada del dispositivo de enfriamiento por agua; y además los valores determinados de las condiciones de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento por agua se corrigen y se restablecen en función de estas otras condiciones de laminación en caliente y del valor medido de la temperatura de la lámina de acero en el lado de entrada del dispositivo de enfriamiento por agua. De acuerdo con esto, la temperatura de la lámina de acero después de la laminación se puede controlar a una temperatura objetivo.

65

Por lo tanto, el documento de patente 1 sugiere un método de enfriamiento que comprende la disposición de un dispositivo de enfriamiento rápido en un lado de salida de un laminador de acabado en caliente, en el que se sitúa un termómetro entre el laminador de acabado y el dispositivo de enfriamiento rápido.

5 El preámbulo de la reivindicación 1 está basado en el documento de patente 2.

Lista de citación

Literatura patente

10 Documento de patente 1: Solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública nº 2001-246409.  
Documento de patente 2: Solicitud de patente japonesa JP 2006-035233 A.

Compendio de la Invención

15 Problemas a resolver por la Invención

Tal y como se ha descrito con anterioridad, es eficaz el enfriamiento de una lámina de acero tan intensa y rápidamente como sea posible después de la laminación de acabado en caliente; por lo tanto, es preferible llevar a cabo el enfriamiento inmediatamente después de un rodillo de trabajo de un puesto final de una fila de laminadores de acabado en caliente. Es decir, se rocía agua de enfriamiento en una lámina de acero para enfriarla, estando la  
20 lámina de acero en el interior de una carcasa del puesto final de la fila de laminadores de acabado en caliente.

Sin embargo, cuando se lleva a cabo dicho enfriamiento, es imposible medir la temperatura de una lámina de acero entre un laminador de acabado en caliente y un dispositivo de enfriamiento; por lo tanto, también es imposible llevar a cabo el control del agua de enfriamiento que se describe en el documento de patente 1.

25 Por consiguiente, a la vista de los problemas anteriores, un objetivo de la presente invención es la provisión de un aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente y un método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente que hagan posible el control del enfriamiento de una lámina de acero incluso en el caso de disposición de un dispositivo de enfriamiento capaz de enfriar desde el interior de un laminador de acabado, en una línea de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente.

Medios para resolver los problemas

35 La presente invención se describirá a continuación. A pesar de que los símbolos de referencia dados en los dibujos adjuntos se muestran entre paréntesis con la finalidad de facilitar la comprensión, la invención no queda limitada a una realización mostrada en los dibujos.

Un primer aspecto de la presente invención es un aparato de fabricación (10) de una lámina de acero laminada en caliente según la reivindicación 1.

40 Un segundo aspecto de la presente invención es un método de fabricación según la reivindicación 2 que utiliza el aparato de fabricación según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se definen aspectos adicionales de la invención.

Efectos de la Invención

45 Según el aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente y el método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente de la presente invención, es posible controlar el enfriamiento de una lámina de acero con elevada precisión incluso en el caso de disponer un dispositivo de enfriamiento capaz de enfriar desde el interior de un laminador de acabado.

50 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática que muestra una parte de un aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente según una primera realización.

55 La figura 2 es una vista ampliada que se centra en una zona de la figura 1, zona en la que está dispuesto un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato: la figura 2A muestra el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato en su conjunto; la figura 2B se centra en la parte situada en posición próxima a un puesto final.

La figura 3 es una vista en perspectiva que ilustra las boquillas de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato.

La figura 4 es una vista que ilustra una configuración de las boquillas de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato.

60 La figura 5 es una vista esquemática que muestra una parte de un aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente según una segunda realización.

Modos de realización de la Invención

Las funciones y ventajas de la presente invención descritas con anterioridad serán evidentes a partir de los siguientes modos de realización de la invención. La presente invención se describirá a partir de las realizaciones mostradas en los dibujos que se adjuntan. No obstante, la invención no queda limitada a esas realizaciones.

5 La figura 1 es una vista conceptual que ilustra un aparato de fabricación (10) de una lámina de acero laminada en caliente según una primera realización (de aquí en adelante, al que se hace referencia como "aparato de fabricación 10"). En la figura 1, una lámina de acero 1 es transportada desde una parte izquierda de la hoja de papel (lado situado aguas arriba, lado de entrada) hasta una parte derecha (lado situado aguas abajo, lado de salida); y una  
10 dirección de arriba a abajo de la hoja de papel es una dirección vertical. Se puede hacer referencia a una dirección desde el lado situado aguas arriba (el lado de entrada) hasta el lado situado aguas abajo (el lado de salida) como dirección de paso de la lámina; y se puede hacer referencia a una dirección de una anchura de la lámina de acero que pasa, la cual es ortogonal a la dirección de paso de la lámina, como dirección de anchura de una lámina de  
15 acero. Además, los símbolos de referencia se pueden omitir en las descripciones que siguen de los dibujos a fin de obtener una visión simplificada.

Tal y como se muestra en la figura 1, el aparato de fabricación 10 comprende: una fila 11 de laminadores de acabado en caliente; unos rodillos de transporte 12, 12, ...; un rodillo de arrastre 13; un dispositivo de enrollamiento 14, un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20; y un dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en  
20 caliente 40. Además, el aparato de fabricación 10 comprende, en un lado de entrada de un puesto final 11g de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente, un dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final, y un dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero. Además, el aparato de fabricación comprende: un dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de  
25 acero dispuesto en el puesto final 11g; un dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato dispuesto en un lado de salida del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 justamente después del rodillo de arrastre 13; un dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento dispuesto antes del dispositivo de enrollamiento 14; y también un dispositivo de control de enfriamiento 50. Además, en el lado de entrada de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente se dispone  
30 un horno de calentamiento, una fila de laminadores en bruto y similares, cuyas figuras y descripciones se omiten, y se establecen unas condiciones mejores para que una lámina de acero pase a través de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente.

Una lámina de acero laminada en caliente se fabrica en general de la siguiente manera. Una barra en bruto que se ha extraído del horno de calentamiento y que ha sido laminada en el laminador en bruto para que tenga un grosor  
35 predeterminado se lamina de forma continua en la fila 11 de laminadores de acabado en caliente para que tenga un grosor predeterminado. Después de eso, la lámina de acero se enfría rápidamente en el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. En ese instante, el enfriamiento se controla por medio del dispositivo de control de enfriamiento 50. A continuación, la lámina de acero pasa a través del rodillo de arrastre 13, y es enfriada por medio del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 hasta una temperatura de enrollado predeterminada al objeto de  
40 ser enrollada por el dispositivo de enrollamiento 14.

A continuación, se describirá en detalle el aparato de fabricación 10. La figura 2 es una vista ampliada de una zona de la figura 1, zona en la que está dispuesto el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. La figura 2A es una  
45 vista ampliada que muestra el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 en su conjunto, mientras que la figura 2B es una vista que se centra más en la zona próxima al puesto final 11g.

En la fila 11 de laminadores de acabado en caliente se disponen en fila siete laminadores 11a, ..., 11f, 11g a lo largo de la dirección de paso de la lámina. Cada uno de los laminadores 11a, ..., 11f, 11g conforma cada puesto, y las  
50 condiciones de laminación, tal como una reducción de laminación, se fijan en cada uno de los laminadores al objeto de hacer posible que la lámina de acero satisfaga las condiciones de grosor, de propiedades mecánicas, de calidad superficial y similares que se requieren en un producto final. En este caso, se fija una reducción de laminación en cada puesto de forma que una lámina de acero fabricada pueda satisfacer el rendimiento requerido. En este caso, al objeto de llevar a cabo una gran reducción de laminación para refinar los granos de austenita y para aumentar las  
55 tensiones de laminación en la lámina de acero y así obtener unos granos de ferrita finos después de la laminación, se requiere una reducción de laminación del 15 % al 50 %, que es mayor que una reducción de laminación normal, en el puesto final 11g.

El laminador de cada puesto comprende: un par de rodillos de trabajo 11aw, 11aw, ..., 11fw, 11fw, 11gw, 11gw que realmente atrapan entre ellos a la lámina de acero al objeto de reducir un grosor de la misma; y un par de rodillos de  
60 soporte 11ab, 11ab, ..., 11fb, 11fb, 11gb, 11gb que están dispuestos de forma que la periferia exterior de los mismos hace contacto con la periferia exterior de los rodillos de trabajo. Además, el laminador comprende una carcasa 11ah, ..., 11fh, 11gh que contiene en la misma los rodillos de trabajo y los rodillos de soporte y que conforma una cubierta exterior del laminador para el soporte de los rodillos de laminación. La carcasa comprende unos miembros laterales verticales 11gr, 11gr que están configurados para quedar dispuestos en posición vertical de forma opuesta. Y los

miembros laterales verticales 11gr, 11gr están configurados para quedar dispuestos en posición vertical de tal forma que empareden entre sí la lámina de acero 1 que pasa en la dirección de anchura de la lámina de acero.

5 En este caso, una distancia L1 entre el centro del eje de giro del rodillo de trabajo 11gw y la cara extrema del lado de salida del miembro lateral vertical 11gr de la carcasa es mayor que el radio r1 del rodillo de trabajo 11gw. Por lo tanto, tal y como se describe a continuación, una parte del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 se puede disponer en una zona correspondiente al espacio  $L1 - r1$ . Es decir, es posible disponer una parte del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 de tal manera que quede incorporada en el interior de la carcasa 11gh.

10 Los rodillos de transporte 12, 12, ... son un grupo de rodillos de transporte que transportan la lámina de acero 1 en la dirección de paso de la lámina. El rodillo de arrastre 13 sirve también para eliminar agua, y está dispuesto en el lado de salida del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. Esto puede evitar que el agua de enfriamiento rociada en el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 fluya hacia el lado de salida de la lámina de acero 1. Además, esto puede evitar que la lámina de acero 1 se ondule en el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20, y puede mejorar la capacidad de paso de la lámina de acero 1, especialmente en un instante antes de que la parte superior de la lámina de acero 1 se introduzca en el interior del dispositivo de enrollamiento 14. En este caso, un rodillo de lado superior 13a del rodillo de arrastre 13 está configurado para que se mueva hacia arriba y hacia abajo, tal y como se muestra en la figura 2.

20 El dispositivo de enrollamiento 14 es un dispositivo para el enrollamiento de una lámina de acero laminada. Se puede utilizar un dispositivo de enrollamiento conocido como dispositivo de enrollamiento 14.

25 El dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20, tal y como se ve en las figuras 2A y 2B, comprende: unos dispositivos de suministro de agua de superficie superior 21, 21, ...; unos dispositivos de suministro de agua de superficie inferior 22, 22, ...; unas guías de superficie superior 25, 25, ...; y unas guías de superficie inferior 30, 30, ....

30 Los dispositivos de suministro de agua de superficie superior 21, 21, ... son unos dispositivos para el suministro de agua de enfriamiento a un lado de la superficie superior de la lámina de acero 1. Los dispositivos de suministro de agua de superficie superior 21, 21, ... comprenden: unos cabezales de enfriamiento 21a, 21a, ...; unos conductos 21b, 21b, ... dispuestos en fila en forma plural, que llegan a cada uno de los cabezales de enfriamiento 21a, 21a, ...; y unas boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... que están fijadas a una parte extrema de los conductos 21b, 21b, ....

35 El cabezal de enfriamiento 21a es un tubo que se extiende en la dirección de anchura de la lámina de acero; y estos cabezales de enfriamiento 21a, 21a están alineados en la dirección de paso de la lámina.

40 Los conductos 21b, 21b, ... son una pluralidad de tubos delgados que salen de cada cabezal de enfriamiento 21a, y los extremos abiertos de los conductos están dirigidos hacia el lado de la superficie superior de la lámina de acero. Una pluralidad de conductos 21b, 21b, ... está dispuesta en forma de peine a lo largo de una dirección de una longitud de tubo del cabezal de enfriamiento 21a, en concreto, en la dirección de anchura de la lámina de acero.

45 Una parte extrema de cada uno de los conductos 21b, 21b, ... está fijada a cada una de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, .... Las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... de la presente realización son boquillas de pulverización plana capaces de conformar un chorro de agua de enfriamiento en forma de abanico (por ejemplo, de un grosor de aproximadamente 5 mm a 30 mm). Las figuras 3 y 4 muestran de forma esquemática los chorros de agua de enfriamiento que se conforman sobre la superficie de la lámina de acero 1 por medio de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, .... La figura 3 es una vista en perspectiva. La figura 4 es una vista que muestra de forma esquemática una forma de impacto de los chorros de agua de enfriamiento sobre la superficie de la lámina de acero. En la figura 4, un círculo vacío muestra la posición justamente debajo de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, .... Además, una línea gruesa muestra de forma esquemática una posición de impacto y la forma de los chorros de agua de enfriamiento. Las figuras 3 y 4 muestran la dirección de paso de la lámina y la dirección de anchura de la lámina. Además, la parte indicada por "...” en la figura 4 significa que los círculos vacíos y las líneas gruesas se omiten con el fin de obtener una visión simplificada.

55 Tal y como se puede observar en las figuras 3 y 4, en la realización, las filas de boquillas adyacentes entre sí están dispuestas de manera que la posición de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... de una de las filas en la dirección de anchura de la lámina de acero es distinta de la posición de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... de su fila adyacente. Además, las filas de boquillas están dispuestas de una forma denominada escalonada de manera que la posición de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... de una de las filas en la dirección de anchura de la lámina de  
60 acero resulta ser la misma que la posición de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... de la fila que está situada a continuación de la siguiente.

65 En la presente realización, las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... están dispuestas de tal manera que una posición completa de la superficie de la lámina de acero en la dirección de anchura de la lámina de acero puede recibir chorros de agua de enfriamiento al menos dos veces procedentes de una fila de boquillas. Es decir, un punto

ST sobre el que está situada la lámina de acero que pasa se mueve a lo largo de una flecha lineal en la figura 4. En ese instante, de manera tal que dos veces en una fila A de boquillas (A1, A2); dos veces en una fila B de boquillas (B1, B2); y dos veces en una fila C de boquillas (C1, C2), en cada una de las filas de boquillas, los chorros de agua de las boquillas que pertenecen a la fila de boquillas impactan dos veces. Por lo tanto, las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... están dispuestas de manera que se cumple la siguiente relación entre un espacio  $P_w$  entre las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ..., una anchura de impacto L de los chorros de agua de enfriamiento, y un ángulo de giro  $\beta$ .

$$L = 2P_w / \cos\beta$$

En la presente realización, el número de veces que la lámina de acero pasa por los chorros de agua de enfriamiento se fija para que sea de dos veces, a las cuales no queda limitado el número de veces; puede ser tres o más veces. A fin de uniformizar una capacidad de enfriamiento en la dirección de anchura de la lámina de acero, en las filas de boquillas adyacentes entre sí en la dirección de paso de la lámina, las boquillas de enfriamiento de una de las filas están giradas en una dirección opuesta a la de las boquillas de enfriamiento de su fila adyacente.

Además, una "anchura de la zona enfriada uniformemente" relacionada con el enfriamiento de la lámina de acero queda determinada por medio de una configuración de las boquillas de enfriamiento. Esto se refiere a un tamaño, en la dirección de anchura de la lámina de acero, de la lámina de acero transportada que se puede enfriar uniformemente a partir de las características de un grupo configurado de boquillas de enfriamiento. En concreto, la anchura de la zona enfriada uniformemente es a menudo equivalente a la anchura de una lámina de acero de tamaño máximo que se puede fabricar con el aparato de fabricación de una lámina de acero. Más en concreto, es el tamaño mostrado por RH en la figura 4, por ejemplo.

En este caso, en la presente realización, en las filas de boquillas adyacentes entre sí, las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... de una de las filas están configuradas, tal y como se describe con anterioridad, para ser giradas en dirección opuesta a la de las de su fila adyacente. No obstante, la configuración no queda limitada necesariamente a ésta; todas las boquillas de enfriamiento pueden estar giradas en la misma dirección. Además, un ángulo de giro ( $\beta$ , como el anterior) no está limitado en particular, pero se puede determinar de forma adecuada en función de una capacidad de enfriamiento requerida y una configuración del equipo.

Además, en la presente realización, teniendo en cuenta las ventajas anteriores, las filas de boquillas adyacentes entre sí en la dirección de paso de la lámina de acero están dispuestas de forma escalonada. No obstante, la configuración no queda limitada a ésta; las boquillas de enfriamiento se pueden configurar para quedar dispuestas de forma lineal en la dirección de paso de la lámina.

Una posición en la que está dispuesto el dispositivo de suministro de agua de superficie superior 21, en particular, una posición en la que están dispuestas las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... no está limitada en particular; no obstante, el dispositivo de suministro de agua de superficie superior, o las boquillas de enfriamiento, se disponen preferiblemente inmediatamente después del puesto final 11g de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente, en el interior de la carcasa 11gh del puesto final 11g, de una manera tan próxima como sea posible al rodillo de trabajo 11gw del puesto final 11g. Esta configuración hace posible un enfriamiento rápido de la lámina de acero 1 inmediatamente después de que haya sido laminada por medio de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente. Esto permite también guiar de forma estable la parte superior de la lámina de acero 1 al dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. En la presente realización, tal y como se observa en la figura 2, las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... próximas al rodillo de trabajo 11gw están dispuestas en posición próxima a la lámina de acero 1.

Además, una dirección en la que se rocía el agua de enfriamiento desde la salida de eyección de agua de enfriamiento de cada una de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... es fundamentalmente una dirección vertical; por otro lado, la eyección del agua de enfriamiento desde las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ..., 22c, 22c, ... situadas en posición más próxima a los rodillos de trabajo 11gw, 11gw del puesto final 11g se dirige preferiblemente más hacia los rodillos de trabajo 11gw, 11gw que en dirección vertical. Esta configuración puede reducir de forma adicional el período de tiempo desde la reducción de grosor de la lámina de acero 1 en el puesto final 11g hasta el inicio del enfriamiento de la lámina de acero. Y el tiempo de recuperación de las tensiones de laminado acumuladas por la laminación también se puede reducir a casi cero. En consecuencia, se puede fabricar una lámina de acero que tiene una estructura más fina.

Los dispositivos de suministro de agua de superficie inferior 22, 22, ... son unos dispositivos para el suministro de agua de enfriamiento al lado de la superficie inferior de la lámina de acero 1. Los dispositivos de suministro de agua de superficie inferior 22, 22, ... comprenden: unos cabezales de enfriamiento 22a, 22a, ...; unos conductos 22b, 22b, ... dispuestos en fila en forma plural, que llegan a cada uno de los cabezales de enfriamiento 22a, 22a, ...; y unas boquillas de enfriamiento 22c, 22c, ... que están fijadas a una parte extrema de los conductos 22b, 22b, .... Los dispositivos de suministro de agua de superficie inferior 22, 22, ... están dispuestos en posición opuesta a los

5 dispositivos de suministro de agua de superficie superior 21, 21, ... descritos con anterioridad; por lo tanto, una dirección de un chorro de agua de enfriamiento procedente del dispositivo de suministro de agua de superficie inferior difiere de la del dispositivo de suministro de agua de superficie superior. Sin embargo, el dispositivo de suministro de agua de superficie inferior es en general igual en estructura al dispositivo de suministro de agua de superficie superior, de modo que se omiten aquí las descripciones del dispositivo de suministro de agua de superficie inferior.

10 Tal y como se muestra en la figura 3, cuando se corrige un volumen de agua suministrada a los dispositivos de suministro de agua de superficie superior 21, 21,..., un dispositivo 21g para el ajuste de un volumen de suministro de agua, dispuesto en un conducto de suministro de agua 21e que conduce a los cabezales de enfriamiento 21a, 21a,... recibe una orden para la corrección de un volumen de suministro de agua dada desde el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato 52 (véase la figura 1), y de este modo corrige de forma adecuada el volumen de suministro de agua. Además, cuando se corrige una presión de suministro de agua, el dispositivo 21g para el ajuste de un volumen de suministro de agua dispuesto en el conducto de suministro de agua 21e que conduce a los cabezales de enfriamiento 21a, 21a, recibe una orden para la corrección de una presión de suministro de agua dada desde el dispositivo de control de enfriamiento rápido 52; corrige el volumen de suministro de agua de modo que el valor de presión medido por el sensor de presión 21f conectado a los cabezales de enfriamiento 21a, 21a, ... coincida con el valor de presión requerido en la orden; y de ese modo corrige de forma adecuada la presión de suministro de agua.

20 Por otro lado, cuando se corrige un volumen de suministro de agua y una presión de suministro de agua de los dispositivos de suministro de agua de superficie inferior 22, 22, ..., se siguen los mismos procedimientos que para los dispositivos de suministro de agua de superficie superior 21, 21, ...

25 A continuación, volviendo a la figura 2, se describirán las guías de superficie superior 25, 25, .... Las guías de superficie superior 25, 25, ... son unos miembros con forma de lámina dispuestos entre el dispositivo de suministro de agua de superficie superior 21 y la lámina de acero 1 que ha de ser transportada, de tal manera que la parte superior de la lámina de acero 1 no quede atrapada por los conductos 21b, 21b, ... y las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, ... en el momento de paso de la parte superior de la lámina de acero 1. Por otro lado, las guías de superficie superior 25, 25, ... están provistas de unos orificios de entrada a través de los cuales pasa el chorro de agua procedente del dispositivo de suministro de agua de superficie superior 21. Esto hace posible que el chorro de agua procedente del dispositivo de suministro de agua de superficie superior 21 llegue a la superficie superior de la lámina de acero 1 a través de las guías de superficie superior 25, 25, ..., y permite un enfriamiento adecuado. La forma de la guía de superficie superior 25 que se ha de utilizar en la presente memoria no está restringida en particular; se puede utilizar una guía de superficie superior conocida.

40 Las guías de superficie superior 25, 25, ... se disponen tal y como se muestra en la figura 2. En la presente realización, se utilizan tres guías de superficie superior 25, 25, 25 y se alinean en la dirección de paso de la lámina. Todas las guías de superficie superior 25, 25, 25 están configuradas al objeto de ser concordantes con la altura de las boquillas de enfriamiento 21c, 21c, .... Es decir, en la presente realización, la guía de superficie superior 25 situada en posición más próxima al rodillo de trabajo 11gw del puesto final 11g está dispuesta de forma inclinada de manera que su parte extrema del lado del puesto final 11g queda situada en posición más baja y su parte extrema del otro lado queda situada en posición más elevada. Las otras dos guías de superficie superior 25, 25 están dispuestas substancialmente en paralelo a la superficie de la lámina que pasa (es decir, la línea de paso), con una separación predeterminada con respecto a la superficie de la lámina que pasa (la línea de paso).

50 La guía de superficie inferior 30 es un miembro con forma de lámina dispuesto entre el dispositivo de suministro de agua de superficie inferior 22 y la lámina de acero 1 que se ha de transportar. Esto evita que la parte más alta de la lámina de acero quede atrapada por los dispositivos de suministro de agua de superficie inferior 22, 22, ... y los rodillos de transporte 12, 12, ... especialmente cuando la lámina de acero 1 pasa al interior del dispositivo de fabricación 10. Por otro lado, la guía de superficie inferior 30 está provista de unos orificios de entrada a través de los cuales hacer pasar el chorro de agua procedente del dispositivo de suministro de agua de superficie inferior 22. Esto hace posible que el chorro de agua procedente del dispositivo de suministro de agua de superficie inferior 22 llegue a la superficie inferior de la lámina de acero 1 a través de la guía de superficie inferior 30, y permite un enfriamiento adecuado. La forma de la guía de superficie inferior que se ha de utilizar en la presente memoria no está restringida en particular; se puede utilizar una guía de superficie inferior convencional.

60 La guía de superficie inferior 30 anterior está dispuesta tal y como se muestra en la figura 2. En la presente realización, se utilizan cuatro guías de superficie inferior 30, 30, ..., y cada una de las guías de superficie inferior está dispuesta entre los rodillos de transporte 12, 12, 12. Todas las guías de superficie inferior 30, 30, ... están dispuestas en una posición que no es demasiado baja en relación con la parte extrema superior de los rodillos de transporte 12, 12, ....

65 En la presente realización, se proporciona un ejemplo en el que la guía de superficie inferior 30 está colocada; no obstante, la guía de superficie inferior no se requiere necesariamente.

5 Cuando se suministra agua de enfriamiento como se ha descrito con anterioridad, se determina un volumen de suministro de agua específico de forma adecuada en función de la cantidad de calor requerido para el enfriamiento de una lámina de acero; por lo tanto, no queda limitado en particular. Sin embargo, tal y como se ha descrito con anterioridad, al objeto de refinar una estructura de lámina de acero es eficaz un enfriamiento rápido inmediatamente después del laminado; y para ese propósito es preferible llevar a cabo el enfriamiento con una elevada densidad de flujo de agua. Al objeto de refinar una lámina de acero, un ejemplo de densidad de flujo de agua del agua de enfriamiento a suministrar puede ser de  $10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$  a  $25 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ . Se ha de observar que esta densidad de flujo de agua es para un lado de una lámina de acero y que la densidad de flujo de agua puede ser mayor que ésta. 10 La capacidad de enfriamiento es preferiblemente de  $600^\circ \text{ C/s}$  o más en una lámina de acero de 3 mm de grosor.

15 Volviendo a la figura 1, se continuará la descripción del dispositivo de fabricación 10. El dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 es un dispositivo de enfriamiento para enfriamiento por agua que está dispuesto después del rodillo de arrastre 13; y es para el enfriamiento de la lámina de acero 1 hasta una temperatura de enrollamiento. El dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 comprende además un dispositivo de suministro de agua de superficie superior y un dispositivo de suministro de agua de superficie inferior como hace el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20; y está configurado para ser capaz de enfriar las superficies superior e inferior de la lámina de acero 1.

20 El dispositivo de suministro de agua de la superficie superior del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 es un dispositivo para el suministro de agua de enfriamiento al lado de la superficie superior de la lámina de acero 1; y en este caso se puede utilizar un dispositivo de enfriamiento de uso común. Un ejemplo del mismo puede ser un dispositivo de enfriamiento laminar de tubo, el cual comprende una boquilla de flujo laminar.

25 El dispositivo de suministro de agua de superficie inferior del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 es un dispositivo para el suministro de agua de enfriamiento al lado de la superficie inferior de la lámina de acero 1; y en este caso se puede utilizar un dispositivo de enfriamiento de uso común. Un ejemplo del mismo puede ser un dispositivo de enfriamiento de pulverización que comprende una "boquilla de cono lleno" que conforma un chorro de agua con forma cónica.

30 El dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final mide la temperatura de superficie de la lámina de acero 1 en el lado de entrada del puesto final 11g de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente, tal y como se muestra en la figura 1. En el aparato de fabricación 10 de la presente realización mostrado en la figura 1, un dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final está dispuesto en el lado de la superficie superior o en el lado de la superficie inferior de la lámina de acero; no obstante, se puede disponer una pluralidad de dispositivos para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final. En este caso, es preferible disponer uno en el lado de la superficie superior y el otro en el lado de la superficie inferior. Al hacer esto, es posible proporcionar una distribución asimétrica en las superficies superior e inferior como valor inicial de una distribución de temperatura en la dirección de grosor de la lámina, la cual se utiliza para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido; y de esta forma es posible obtener una predicción de elevada precisión.

35 Además, el dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final puede ser de cualquier tipo siempre que sea capaz de medir la temperatura de superficie de la lámina de acero 1, por lo que no queda restringido a ningún tipo particular. En la presente realización, teniendo en cuenta la posibilidad de que se utilice agua de enfriamiento entre los puestos de la fila 11 de laminadores de acabado, es preferible utilizar el denominado termómetro de columna de agua al objeto de reducir los errores de medición atribuidos al agua de enfriamiento rociada en los mismos. Tal y como es conocido por medio de la solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública nº 2006-010130 y demás, el termómetro de columna de agua es un termómetro que comprende: 50 un termómetro de radiación dispuesto en una posición opuesta a la lámina de acero 1, y unos medios de formación de columna de agua para la formación, entre la lámina de acero 1 y el termómetro de radiación, de una columna de agua que se comporte como una guía de onda óptica. Y por medio de la detección de la luz de radiación procedente de la superficie de la lámina de acero 1 a través de esta columna de agua con el termómetro de radiación, es posible medir la temperatura de superficie de la lámina de acero 1 con elevada precisión.

55 El resultado de la temperatura de superficie de la lámina de acero 1 medida por el dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final se introduce en el dispositivo de control de enfriamiento 50 descrito a continuación.

60 El dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero mide el grosor de la lámina de acero 1 en el lado de entrada 11g del puesto final de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente, tal y como se muestra en la figura 1. El dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero puede ser de cualquier tipo siempre que sea capaz de medir el grosor de la lámina de acero 1, por lo que no queda restringido a ningún tipo particular. Sin embargo, teniendo en cuenta que el grosor de la lámina de acero 1 es inferior a 30 mm, es preferible un medidor



de grosor de rayos X al objeto de conseguir precisión en la medición y demás en el intervalo de grosor de lámina mencionado con anterioridad.

5 El resultado del grosor de la lámina de acero 1 medido por el dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero se introduce en el dispositivo de control de enfriamiento 50 descrito a continuación.

10 El dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero se dispone en el puesto final 11g de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente, tal y como se muestra en la figura 1; y mide la velocidad de paso de la lámina de acero 1 en el lado de entrada del puesto final 11g. El dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero puede ser de cualquier tipo siempre que sea capaz de medir la velocidad de paso de la lámina de acero 1. En la presente realización, la velocidad de paso de la lámina de acero 1 se obtiene por medio de la multiplicación de una velocidad circunferencial de los rodillos de trabajo 11gw, 11gw por la relación de deslizamiento hacia adelante. El resultado de la velocidad de paso de la lámina de acero 1 medida por el dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero se introduce en el dispositivo de control de enfriamiento 50 descrito a continuación.

15 El dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato mide la temperatura de la lámina de acero en el lado de salida del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. El dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento mide la temperatura de la lámina de acero antes del dispositivo de enrollamiento 14. El dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato y el dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento pueden ser cualesquiera tipos de sensores siempre que sean capaces de medir la temperatura de superficie de la lámina de acero 1, por lo tanto, no quedan restringidos a ningún tipo en particular.

25 El dispositivo de control de enfriamiento 50 comprende: el dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido, y el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato 52.

30 El dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido lleva a cabo un cálculo de predicción de la temperatura de detención de enfriamiento rápido, por medio del empleo del modelo de transferencia de calor de la lámina de acero 1 que incluye el enfriamiento rápido realizado por el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20, en función de: el valor medido (FT') de la temperatura de superficie de la lámina de acero 1 en el lado de entrada del puesto final 11g introducido por el dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final; el valor medido del grosor de la lámina de acero 1 introducido por el dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero; y el valor medido de la velocidad de transporte de la lámina de acero 1 introducido por el dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero. A continuación, el dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido obtiene la temperatura de detección de enfriamiento rápido predicha. Más adelante se proporcionarán ejemplos detallados del cálculo llevado a cabo en la presente memoria.

40 El dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato 52 determina si la temperatura objetivo dada de detención de enfriamiento rápido coincide con la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha calculada por el anterior dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido, durante el período de tiempo que va desde que la parte superior de la lámina de acero 1 llega al dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final y hasta que la parte superior llega al dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato, dicho de otro modo, hasta que la parte superior de la lámina de acero 1 pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. Y en el caso de que las temperaturas no coincidan, se controla el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.

50 Además, después de que la parte superior llega al dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato, en otras palabras, después de que la parte superior de la lámina de acero 1 pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20, se controla al menos uno de entre el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 y la velocidad de paso de la lámina de acero de modo que la temperatura objetivo dada de detención de enfriamiento rápido coincida con la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato.

60 Con el aparato de fabricación 10 que tiene la configuración descrita con anterioridad, la temperatura de la lámina de acero se controla hasta que llega a una temperatura de detención de enfriamiento rápido deseada, haciendo posible de esta forma la fabricación de una lámina de acero laminada en caliente que tiene una estructura esperada.

65 A continuación, se describirá un ejemplo de un método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente por medio de la utilización del aparato de fabricación 10. Este método es para hacer coincidir la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido por medio de la variación del volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.

La temperatura de superficie, el grosor de la lámina y la velocidad de paso de la lámina de acero 1 que ha llegado al lado de entrada del puesto final 11g de la fila 11 de laminadores de acabado en caliente son medidas, respectivamente, por medio del dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final, del dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero y del dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero. Mediante la fórmula (1), el dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido calcula la temperatura en el lado de entrada del puesto final 11g a partir de la temperatura, el grosor de la lámina, la velocidad de paso, el calor específico, la densidad, etc. de la lámina de acero. La fórmula 1 representa una reducción de temperatura  $\Delta T_1$  desde el dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final hasta el puesto final 11g, siendo llevada a cabo la reducción de temperatura por enfriamiento por aire.

[Fórmula 1]

$$\Delta T_1 = \frac{2\sigma\varepsilon}{c\rho h_1} \left\{ \left[ \frac{T_{S1} + 273}{100} \right]^4 - \left[ \frac{T_A + 273}{100} \right]^4 \right\} t_1 + \frac{2\alpha_A}{c\rho h_1} (T_{S1} - T_A) t_1 \quad (1)$$

En esta fórmula,  $\sigma$  representa la constante de Stefan-Boltzmann ( $W/m^2 \cdot K^4$ ).  $\varepsilon$  representa una emisividad de la lámina de acero 1.  $c$  representa un calor específico ( $J/kg \cdot K$ ) de la lámina de acero 1.  $\rho$  representa una densidad ( $kg/m^3$ ) de la lámina de acero 1.  $h_1$  representa un grosor de lámina (m) antes del puesto final 11g.  $\alpha_A$  representa un coeficiente de transferencia de calor ( $W/m^2 \cdot K$ ) en el enfriamiento por aire. Además,  $T_{S1}$  representa una temperatura de superficie ( $^\circ C$ ) de la lámina de acero 1 en la zona mencionada con anterioridad.  $T_A$  representa una temperatura de aire ( $^\circ C$ ).  $t_1$  representa el tiempo (s) en el que la lámina de acero pasa a través de esta zona.

Posteriormente, mediante las fórmulas 2 y 3 se calcula la temperatura en el lado de salida del puesto de laminación a partir de la temperatura del rodillo de trabajo 11gw del puesto final 11g; del tiempo de contacto de la lámina de acero con el rodillo de trabajo 11gw; del par de laminación, etc. La fórmula 2 representa una reducción de temperatura  $\Delta T_2$  debida al contacto de la lámina de acero 1 en el puesto final 11g con el rodillo de trabajo 11gw.

[Fórmula 2]

$$\Delta T_2 = \frac{2}{c\rho h_2} \sqrt{\frac{\lambda c\rho t_R}{\pi}} (T_{S2} - T_R) \quad (2)$$

En esta fórmula,  $c$  representa un calor específico ( $J/kg \cdot K$ ) de la lámina de acero 1.  $\rho$  representa una densidad ( $kg/m^3$ ) de la lámina de acero 1.  $\lambda$  representa una conductividad térmica ( $W/m \cdot K$ ) de la lámina de acero 1. Además,  $h_2$  representa un grosor de lámina (m) después del puesto final 11g.  $t_R$  representa el tiempo (s) durante el que la lámina de acero 1 está en contacto con el rodillo de trabajo 11gw del puesto final 11g.  $T_{S2}$  representa una temperatura de superficie ( $^\circ C$ ) de la lámina de acero 1 durante el contacto con el rodillo de trabajo 11gw.  $T_R$  representa una temperatura del rodillo de trabajo 11gw.

Por otro lado, la fórmula 3 representa un aumento de temperatura  $\Delta T_3$  debido a la laminación en el puesto final 11g.

[Fórmula 3]

$$\Delta T_3 = \frac{2}{c\rho h_2} \frac{\eta G}{w r} \quad (3)$$

En esta fórmula,  $c$  representa un calor específico ( $J/kg \cdot K$ ) de la lámina de acero 1.  $\rho$  representa una densidad ( $kg/m^3$ ) de la lámina de acero 1.  $\eta$  representa un rendimiento del procesamiento de calor.  $G$  representa un par de laminación ( $N \cdot m$ ). Además,  $r$  representa un diámetro (m) del rodillo de trabajo 11gw.  $w$  representa una anchura de lámina (m) de la lámina de acero.  $h_2$  representa un grosor de lámina (m) después del puesto final 11g.

A continuación, se predice la temperatura de la lámina de acero hasta que pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 a partir de la temperatura en el lado de salida del puesto final 11g. En este instante,

es necesario determinar el volumen de agua de enfriamiento en el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. En concreto, la temperatura se predice de la siguiente forma. Es decir, suponiendo que el volumen de agua suministrado desde todos los cabezales 21a, 21a, ..., 22a, 22a, ... del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 es un volumen de agua mínimo que incluye cero (es decir, enfriamiento por aire), la temperatura predicha de la lámina de acero que pasa desde la salida del puesto final a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 se calcula por medio de la utilización de las fórmulas 4 y 5. La fórmula 4 representa una reducción de temperatura  $\Delta T_{4L}$  por enfriamiento por agua. La fórmula 5 representa una reducción de temperatura  $\Delta T_{4A}$  por enfriamiento por aire.

[Fórmula 4]

$$\Delta T_{4L} = \frac{2 \alpha_R}{c \rho h_2} (T_{S4L} - T_L) t_{4L} \quad (4)$$

[Fórmula 5]

$$\Delta T_{4A} = \frac{2 \sigma \epsilon}{c \rho h_2} \left\{ \left[ \frac{T_{S4A} + 273}{100} \right]^4 - \left[ \frac{T_A + 273}{100} \right]^4 \right\} t_{4A} + \frac{2 \alpha_A}{c \rho h_2} (T_{S4A} - T_A) t_{4A} \quad (5)$$

En estas fórmulas,  $\sigma$  representa la constante de Stefan-Boltzmann ( $W/m^2 \cdot K^4$ ).  $\epsilon$  representa una emisividad (-) de la lámina de acero 1.  $c$  representa un calor específico ( $J/kg \cdot K$ ) de la lámina de acero 1.  $\rho$  representa una densidad ( $kg/m^3$ ) de la lámina de acero 1.  $\alpha_A$  representa un coeficiente de transferencia de calor ( $W/m^2 \cdot K$ ) en una zona de enfriamiento por aire.  $\alpha_R$  representa un coeficiente de transferencia de calor ( $W/m^2 \cdot K$ ) por enfriamiento por agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.  $h_2$  representa un grosor de lámina (m) después del puesto final 11g.  $T_{S4L}$  representa una temperatura de superficie ( $^{\circ}C$ ) de la lámina de acero 1 en la zona de enfriamiento por agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.  $T_{S4A}$  representa una temperatura de superficie ( $^{\circ}C$ ) de la lámina de acero 1 en la zona de enfriamiento por aire del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.  $T_A$  representa una temperatura de aire ( $^{\circ}C$ ).  $T_L$  representa una temperatura de agua de enfriamiento.  $t_{4L}$  representa el tiempo (s) en el que la lámina de acero pasa a través de la zona de enfriamiento por agua en el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.  $t_{4A}$  representa el tiempo (s) en el que la lámina de acero pasa a través de la zona de enfriamiento por aire en el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.

El volumen de agua de enfriamiento se determina utilizando un método de cálculo de convergencia, tal como un método de bisección, haciendo posible el volumen de agua de enfriamiento que el valor predicho obtenido de esta forma de la temperatura después de pasar a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 coincida con una temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido. Y este volumen de agua de enfriamiento calculado por el dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido se envía al dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato 52; y al dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 se le da una orden para dejar salir el volumen de agua determinado.

Además de por ajuste del volumen de agua de enfriamiento, como una forma de hacer coincidir la temperatura de la lámina de acero 1 después de pasar a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido, es posible conseguir unos efectos similares también por medio del ajuste de la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.

Por medio del método anterior, el volumen de agua de enfriamiento o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 es ajustado de forma apropiada de modo que la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha por el dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido coincide con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido; de esta forma la temperatura de detención de enfriamiento rápido se puede controlar con una elevada precisión.

Además, después de que la parte superior de la lámina de acero 1 llega al dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato, el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato 52 lleva a cabo un control por realimentación del volumen de agua de enfriamiento o de la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20, de modo que la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido coincida con la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato; de esta forma, incluso cuando surjan errores de predicción en la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha por el dispositivo 51 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido, los errores se pueden

corregir y se puede controlar la temperatura de detención de enfriamiento rápido con elevada precisión a lo largo de toda la longitud de la lámina de acero 1.

5 En el ejemplo anterior, se ajusta el volumen de agua de enfriamiento o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20, haciendo coincidir de esta forma la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha con la temperatura objetivo. No obstante, la temperatura de detención de enfriamiento rápido se puede controlar también manteniendo constante el volumen de agua de enfriamiento o la presión de suministro de agua y ajustando una velocidad de laminación. En general, la propiedad de respuesta de un motor de laminación que ajusta una velocidad de laminación es mejor en cuanto a respuesta que la propiedad de respuesta (ajuste del volumen de agua) de una válvula que ajuste la capacidad de enfriamiento de un dispositivo de enfriamiento; por lo tanto, el control de la temperatura de detención de enfriamiento rápido se lleva a cabo mejor por medio del ajuste de la velocidad de laminación. Se ha de observar, sin embargo, que, al objeto de ajustar la velocidad de laminación, aumentan las dificultades en la técnica de laminación, tal como el tener que ajustar la velocidad de laminación en toda la fila 11 de laminadores de acabado en caliente al mismo tiempo.

15 En el método de ajuste del volumen de agua de enfriamiento, se ha ilustrado una forma de realizar un control por realimentación del volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 después de que la parte superior de la lámina de acero llega al dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato. Sin embargo, en el método de ajuste de la velocidad de laminación, es posible llevar a cabo un control por realimentación de la velocidad de laminación de modo que la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato coincida con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido. En concreto, si la temperatura medida es mayor que la temperatura objetivo, la velocidad de laminación se puede ajustar a una velocidad baja; y si la temperatura medida es menor que la temperatura objetivo, la velocidad de laminación se puede ajustar a una velocidad alta.

20 La figura 5 es una vista conceptual que ilustra un aparato de fabricación 110 de una lámina de acero laminada en caliente (de aquí en adelante, al que a veces se hace referencia como "aparato de fabricación 110"), según una segunda realización. La figura 5 se corresponde con la figura 1. El aparato de fabricación 110 difiere del aparato de fabricación 10 en términos de un dispositivo de control de enfriamiento 150. Los otros componentes son comunes a estos aparatos de fabricación; por lo tanto, se proporcionan los mismos símbolos a esos componentes comunes, y se omiten las descripciones de los mismos.

30 El dispositivo de control de enfriamiento 150 comprende: el dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento; y el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152.

35 El dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento lleva cabo un cálculo de predicción de la temperatura de detención de enfriamiento rápido y la temperatura de enrollamiento que se han de alcanzar por medio del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 y del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40, por medio del empleo de un modelo de transferencia de calor de la lámina de acero 1, en función de: el valor medido (FT') de la temperatura de superficie de la lámina de acero 1 en el lado de entrada del puesto final 11g introducido por el dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final; el valor medido del grosor de la lámina de acero 1 introducido por el dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero; y el valor medido de la velocidad de transporte de la lámina de acero 1 introducido por el dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero. De esta forma, se obtiene un valor predicho para la temperatura de detención de enfriamiento rápido y para la temperatura de enrollamiento. Más adelante se proporcionarán ejemplos detallados del cálculo llevado a cabo en la presente memoria.

40 El dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152 determina si la temperatura objetivo dada de detención de enfriamiento rápido coincide con la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha calculada por el anterior dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento, durante el período de tiempo que va desde que la parte superior de la lámina de acero 1 que llega al dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final y hasta que la parte superior llega al dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato. Y en el caso de que las temperaturas no coincidan, se controla el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de control de enfriamiento inmediato 20. Además, después de que la parte superior de la lámina de acero 1 llega al dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato, se controla el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato y/o la velocidad de paso de la lámina de acero de modo que la temperatura objetivo dada de detención de enfriamiento rápido coincida con la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato.

65

Además, el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152 determina si la temperatura objetivo dada de enrollamiento coincide con la temperatura de enrollamiento predicha calculada por el anterior dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento, hasta que la parte superior de la lámina de acero 1 llega al dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento. Y en el caso de que las temperaturas no coincidan, se controla el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40. Además, después de que la parte superior llega al dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento, se controla al menos uno de entre el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 y la velocidad de paso de la lámina de acero 1 de modo que la temperatura objetivo dada de enrollamiento coincida con la temperatura medida por el dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento.

Con el aparato de fabricación 110 que tiene la configuración anterior, la temperatura de la lámina de acero se controla hasta que llega a una temperatura de detención de enfriamiento rápido deseada y a una temperatura de enrollamiento deseada, haciendo posible de esta forma la fabricación de una lámina de acero laminada en caliente que tiene una estructura esperada.

A continuación, se describirá un ejemplo de un método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente por medio de la utilización del aparato de fabricación 110. Este ejemplo trata de hacer coincidir la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha y la temperatura de enrollamiento predicha, respectivamente, con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido y la temperatura objetivo de enrollamiento por medio de la variación del volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 y del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40.

La temperatura de superficie, el grosor de la lámina y la velocidad de paso de la lámina de acero 1 que ha llegado al lado de entrada del puesto final 11g son medidas, respectivamente, por medio del dispositivo 45 para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final, del dispositivo 46 para la medición del grosor de una lámina de acero y del dispositivo 47 para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero. Mediante la fórmula (1), el dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento calcula la temperatura en el lado de entrada del puesto final 11g a partir de la temperatura anterior, grosor de la lámina, velocidad de paso, y similares.

Posteriormente, mediante las fórmulas 2 y 3 se calcula la temperatura en el lado de salida del puesto de laminación a partir de la temperatura del rodillo de trabajo 11gw del puesto final 11g; del tiempo de contacto de la lámina de acero con el rodillo; del par de laminación, etc.

A continuación, se predice la temperatura de la lámina de acero hasta que pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 a partir de la temperatura en el lado de salida del puesto final 11g. En este instante, es necesario determinar el volumen de agua de enfriamiento en el dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20. En concreto, la temperatura se predice de la siguiente forma. Es decir, suponiendo que el volumen de agua suministrado desde todos los cabezales 21a, 21a, ..., 22a, 22a, ... del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 es un volumen de agua mínimo que incluye cero (es decir, enfriamiento por aire), la temperatura predicha de la lámina de acero 1 que pasa desde la salida del puesto final a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 se calcula por medio de la utilización de las fórmulas 4 y 5.

El volumen de agua de enfriamiento se determina utilizando un método de cálculo de convergencia, tal como un método de bisección, haciendo posible el volumen de agua de enfriamiento que el valor predicho obtenido de esta forma de la temperatura después de pasar a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 coincida con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido. Y este volumen de agua de enfriamiento calculado por el dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento se envía al dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152; y al dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 se le da una orden para dejar salir el volumen de agua determinado.

Además de por ajuste del volumen de agua de enfriamiento, como una forma de hacer coincidir la temperatura de la lámina de acero 1 después de pasar a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido, es posible conseguir unos efectos similares también por medio del ajuste de la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20.

En la presente realización, más adelante, se predice la temperatura de la lámina de acero hasta que pasa a través del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 a partir de la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato. En este instante, es necesario determinar el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40. En primer lugar, suponiendo que el volumen de suministro de agua de todos los cabezales de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 es un volumen de agua

mínimo que incluye una cantidad cero de agua (es decir, enfriamiento por aire), la temperatura predicha de la lámina de acero que pasa desde el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato a través del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 se calcula por medio de la utilización de las fórmulas 6 y 7. La fórmula 6 representa una reducción de temperatura  $\Delta T_{5L}$  por enfriamiento por agua. La fórmula 7 representa una reducción de temperatura  $\Delta T_{5A}$  por enfriamiento por aire.

[Fórmula 6]

$$\Delta T_{5L} = \frac{2 \alpha_L}{c \rho h_2} (T_{S5L} - T_L) t_{5L} \quad (6)$$

[Fórmula 7]

$$\Delta T_{5A} = \frac{2 \sigma \epsilon}{c \rho h_2} \left\{ \left[ \frac{T_{S5A} + 273}{100} \right]^4 - \left[ \frac{T_A + 273}{100} \right]^4 \right\} t_{5A} + \frac{2 \alpha_A}{c \rho h_2} (T_{S5A} - T_A) t_{5A} \quad (7)$$

En estas fórmulas,  $\sigma$  representa la constante de Stefan-Boltzmann ( $W/m^2 \cdot K^4$ ).  $\epsilon$  representa una emisividad (-) de la lámina de acero 1.  $c$  representa un calor específico ( $J/kg \cdot K$ ) de la lámina de acero 1.  $\rho$  representa una densidad ( $kg/m^3$ ) de la lámina de acero 1.  $\alpha_A$  representa un coeficiente de transferencia de calor ( $W/m^2 \cdot K$ ) en una zona de enfriamiento por aire.  $\alpha_L$  representa un coeficiente de transferencia de calor ( $W/m^2 \cdot K$ ) por enfriamiento por agua del dispositivo de funcionamiento en caliente 40.  $h_2$  representa un grosor de lámina (m) después del puesto final 11g.  $T_{S5L}$  representa una temperatura de superficie ( $^{\circ}C$ ) de la lámina de acero 1 en la zona de enfriamiento por agua del dispositivo de funcionamiento en caliente 40.  $T_{S5A}$  representa una temperatura de superficie ( $^{\circ}C$ ) de la lámina de acero 1 en la zona de enfriamiento por aire del dispositivo de funcionamiento en caliente 40.  $T_A$  representa una temperatura de aire ( $^{\circ}C$ ).  $T_L$  representa una temperatura de agua de enfriamiento.  $t_{5L}$  representa el tiempo (s) en el que la lámina de acero pasa a través de la zona de enfriamiento por agua del dispositivo de funcionamiento en caliente 40.  $t_{5A}$  representa el tiempo (s) en el que la lámina de acero pasa a través de la zona de enfriamiento por aire del dispositivo de funcionamiento en caliente 40.

Y se calcula el valor de la predicción de temperatura en el instante de paso a través del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40; y de tal manera que este valor coincida con la temperatura objetivo de enrollamiento; el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de funcionamiento en caliente 40 se determina utilizando un método de cálculo de convergencia tal como un método de bisección. Y este volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de funcionamiento en caliente 40 calculado por el dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento se envía al dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152; y al dispositivo de funcionamiento en caliente 40 se le da una orden de operación para dejar salir el volumen de agua determinado.

Por medio del método anterior, el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 y el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de funcionamiento en caliente 40 son ajustados de forma apropiada, haciendo posible un control de elevada precisión de la temperatura de detención de enfriamiento rápido y de la temperatura de enrollamiento.

Después de que la parte superior de la lámina de acero 1 llega al dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato, el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152 lleva a cabo un control por realimentación del volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20, de modo que la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido coincida con la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato. Además, después de que la parte superior de la lámina de acero 1 llega al dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento, el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152 lleva a cabo un control por realimentación del volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de funcionamiento en caliente 40, de modo que la temperatura objetivo de enrollamiento coincida con la temperatura medida en el dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento. Con esto, incluso cuando surjan errores de predicción en la temperatura de detención de enfriamiento rápido y en la temperatura de enrollamiento predichas por el dispositivo 151 para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento

rápido / temperatura de enrollamiento, se puede controlar la temperatura de detención de enfriamiento rápido y la temperatura de enrollamiento con elevada precisión a lo largo de toda la longitud de la lámina de acero 1.

5 Tal y como se describe en la primera realización, en la presente realización también, manteniendo constante el volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato 20 y ajustando la velocidad de laminación, es posible controlar la temperatura de detención de enfriamiento rápido de modo que la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato coincida con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido.

10 En este punto, sin embargo, si el control por realimentación de la velocidad de laminación se lleva a cabo al objeto de hacer coincidir la temperatura medida en el dispositivo 48 para la medición de una temperatura en un lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato con la temperatura objetivo, la temperatura de enrollamiento cambia de acuerdo al cambio en la velocidad de laminación. Por lo tanto, el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente 152 lleva a cabo un control por realimentación del volumen de agua de enfriamiento del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente 40 de tal manera que la temperatura medida en el dispositivo 49 para la medición de una temperatura de enrollamiento coincida con la temperatura objetivo de enrollamiento.

20 La invención se ha descrito con anterioridad con respecto a la realización que se supone que es práctica y preferible en la actualidad. Sin embargo, se ha de entender que la invención no queda limitada a la realización descrita en la memoria y que se puede modificar de forma apropiada dentro del intervalo que no se separa del alcance de la invención, la cual se puede leer a partir de las reivindicaciones adjuntas y de la memoria en su conjunto, y un aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente y un método de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente con tales modificaciones también están incluidos dentro del alcance técnico de la invención.

Descripción de los símbolos

- 1 lámina de acero
- 10 aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente
- 30 11 fila de laminadores de acabado en caliente
- 11g puesto final
- 11gh carcasa
- 11gr miembro lateral vertical (de la carcasa) (pared lateral)
- 11gw rodillo de trabajo
- 35 12 rodillo de transporte
- 13 rodillo de arrastre
- 14 dispositivo de enrollamiento
- 20 dispositivo de enfriamiento rápido inmediato
- 21 dispositivo de suministro de agua de superficie superior
- 40 21a cabezal de enfriamiento
- 21b conducto
- 21c boquilla de enfriamiento
- 22 dispositivo de suministro de agua de superficie inferior
- 22a cabezal de enfriamiento
- 45 22b conducto
- 22c boquilla de enfriamiento
- 25 guía de superficie superior
- 30 guía de superficie inferior
- 40 dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente
- 50 45 dispositivo para la medición de temperatura en un lado de entrada del puesto final
- 46 dispositivo para la medición del grosor de una lámina de acero
- 47 dispositivo para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero
- 48 dispositivo para la medición de temperatura en un lado de salida del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato
- 55 49 dispositivo para la medición de una temperatura de enrollamiento
- 50 dispositivo de control de enfriamiento
- 51 dispositivo para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido
- 52 dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato
- 110 aparato de fabricación de lámina de acero laminada en caliente (dispositivo para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero)
- 60 150 dispositivo de control de enfriamiento
- 151 dispositivo para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento
- 152 dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente
- 65

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente que comprende:

5 una fila (11) de laminadores de acabado en caliente;  
 un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), que está dispuesto en un lado de salida de un puesto final (11g) de la fila (11) de laminadores de acabado en caliente, y cuya al menos una parte está dispuesta en el interior del puesto final (11g) al objeto de ser capaz de rociar agua de enfriamiento;  
 10 un dispositivo (45) para la medición de una temperatura en un lado de entrada de un puesto final (11g), el cual está dispuesto de manera capaz de medir una temperatura de superficie de una lámina de acero en un lado de entrada del puesto final (11g);  
 un dispositivo (48) para la medición de una temperatura en un lado de salida del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), el cual está dispuesto de manera capaz de medir la temperatura de superficie de la lámina de acero en el lado de salida del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), **caracterizado por**  
 15 un dispositivo (47) para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero, el cual está dispuesto de manera capaz de medir una velocidad de paso de la lámina de acero en el lado de entrada del puesto final (11g);  
 un dispositivo (51) para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido, que está adaptado para calcular una temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha en función de la temperatura de superficie de la lámina de acero medida por el dispositivo (45) para la medición de una temperatura en un lado de entrada del puesto final (11g), la velocidad de paso de la lámina de acero medida por el dispositivo (47) para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero, y el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20); y  
 20 un dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato (52), que está adaptado para corregir el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20) de modo que la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha coincida con una temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido, hasta que una parte superior de la lámina de acero pase a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), y que está adaptado para corregir el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), o la velocidad de paso de la lámina de acero, de modo que la temperatura medida por el dispositivo (48) para la medición de una temperatura en el lado de salida del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20) coincida con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido, después de que la parte superior de la lámina de acero pase a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20).

35 2. Un método de fabricación para la fabricación de una lámina de acero laminada en caliente que utiliza el aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente según la reivindicación 1, en el que hasta que la parte superior de la lámina de acero pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), con el valor medido de la temperatura de la lámina de acero en el lado de entrada del puesto final (11g) como valor inicial, la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha se calcula en función de la temperatura de superficie de la lámina de acero y del volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), y el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato es corregido de modo que la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha coincida con una temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido; y  
 40 después de que la parte superior de la lámina de acero pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), o la velocidad de paso de la lámina de acero, es corregido de modo que el valor medido por el dispositivo (48) para la medición de la temperatura en el lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20) coincida con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido.

50 3. Un aparato de fabricación según la reivindicación 1, que comprende, además:

un dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente (40), el cual está dispuesto en un lado exterior del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20);  
 55 en el que el dispositivo (51) para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido es un dispositivo (151) para la predicción de una temperatura de detención de enfriamiento rápido / temperatura de enrollamiento, que está adaptado para calcular una temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha y una temperatura de enrollamiento predicha en función de: la temperatura de superficie de la lámina de acero medida por el dispositivo (45) para la medición de una temperatura en un lado de entrada del puesto final (11g), la velocidad de paso de la lámina de acero medida por el dispositivo (47) para la medición de la velocidad de paso de una lámina de acero, el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), y el volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente (40); y  
 60 en el que el dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato (52) es un dispositivo de control de enfriamiento rápido inmediato / enfriamiento de funcionamiento en caliente (152), que está adaptado para corregir el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento



5 rápido inmediato (20) y el volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente (40) de modo que la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha y la temperatura de enrollamiento predicha coincidan con una temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido y con una temperatura objetivo de enrollamiento, hasta que una parte superior de la lámina de acero pase a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), y que corrige el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), o la velocidad de paso de la lámina de acero, de modo que la temperatura medida por el dispositivo (48) para la medición de la temperatura en el lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20) coincida con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido, y corrige el volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente (40) de modo que la temperatura de enrollamiento predicha coincida con la temperatura objetivo de enrollamiento, después de que la parte superior de la lámina de acero pase a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20).

15 4. Un método de fabricación según la reivindicación 2 que utiliza el aparato de fabricación de una lámina de acero laminada en caliente según la reivindicación 3, en el que hasta que la parte superior de la lámina de acero pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), con el valor medido de la temperatura de la lámina de acero en el lado de entrada del puesto final (11g) como valor inicial, la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha y la temperatura de enrollamiento predicha se calculan en función de la temperatura de superficie de la lámina de acero, del volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), y del volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente (40); y el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20) es corregido y el volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente (40) es corregido de modo que la temperatura de detención de enfriamiento rápido predicha y la temperatura de enrollamiento predicha coincidan con una temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido y con una temperatura objetivo de enrollamiento; y

25 después de que la parte superior de la lámina de acero pasa a través del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), el volumen de suministro de agua o la presión de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20), o la velocidad de paso de la lámina de acero, es corregido de modo que la temperatura medida por el dispositivo (48) para la medición de una temperatura en el lado de salida de un dispositivo de enfriamiento rápido inmediato (20) coincida con la temperatura objetivo de detención de enfriamiento rápido, y el volumen de suministro de agua del dispositivo de enfriamiento de funcionamiento en caliente (40) es corregido de modo que la temperatura de enrollamiento predicha coincida con la temperatura objetivo de enrollamiento.

30

Fig. 1

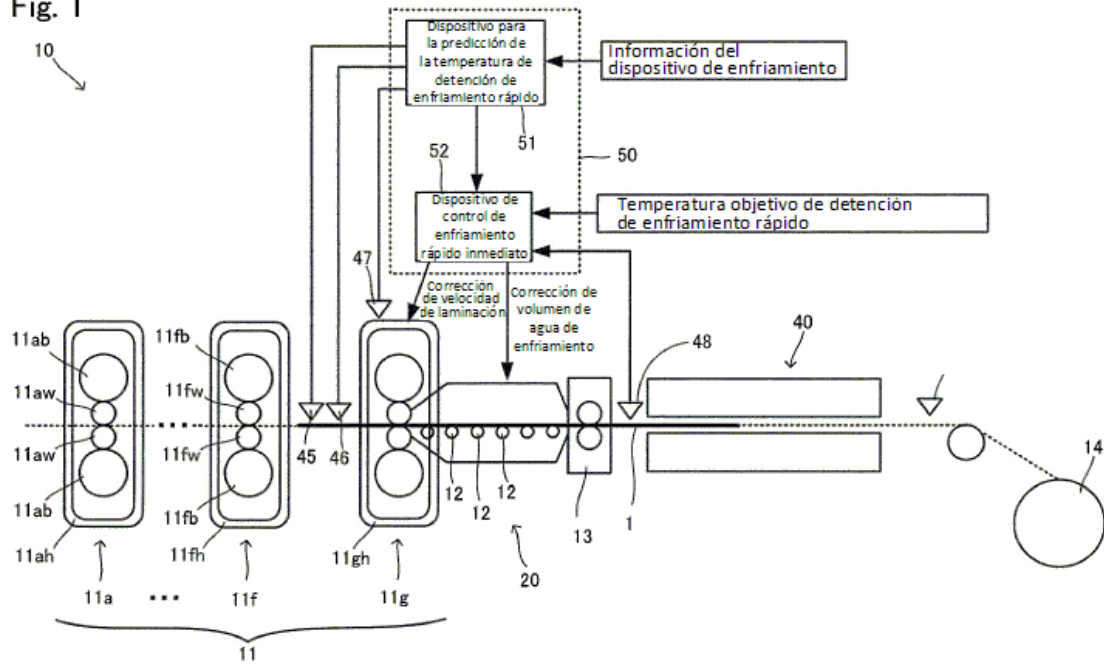


Fig. 2A

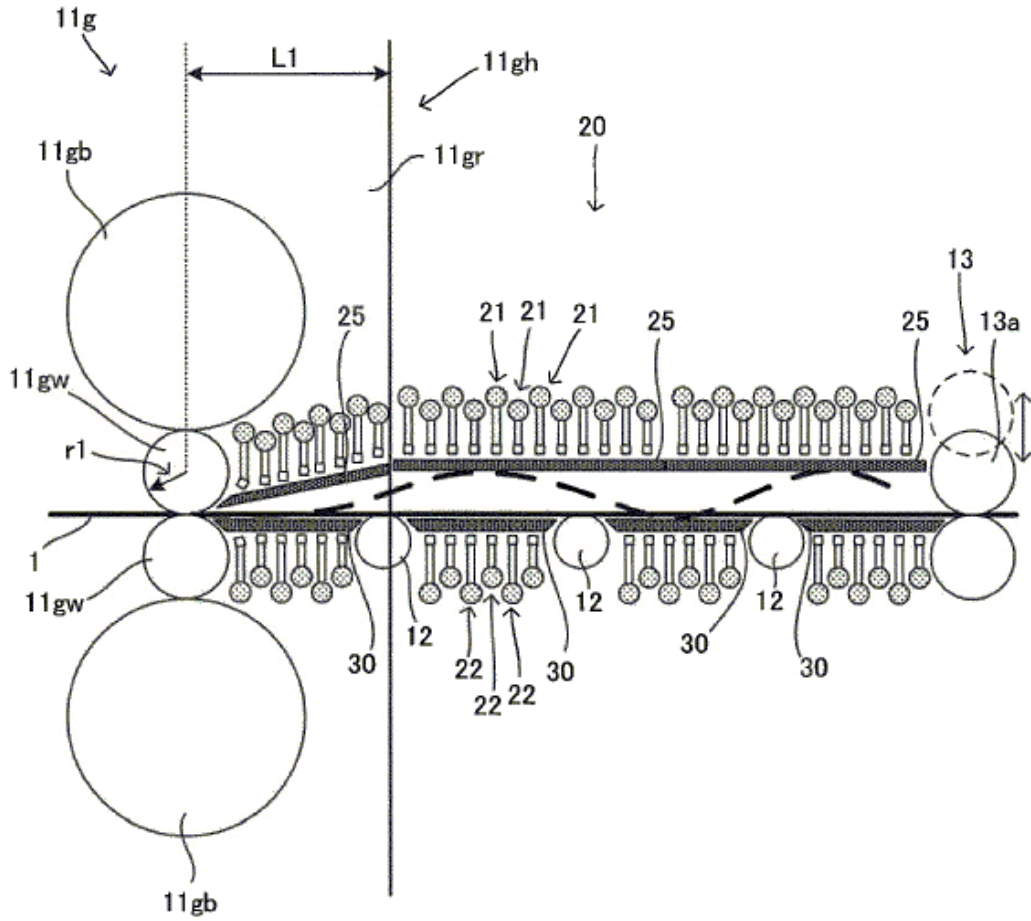


Fig. 2B

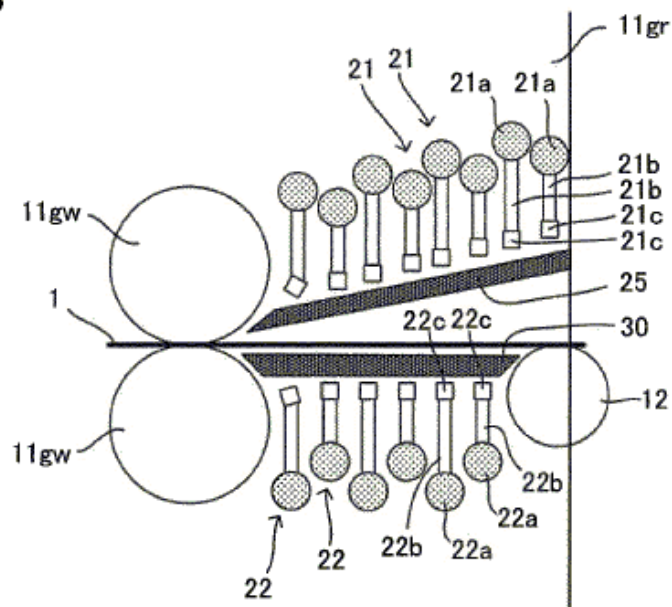


Fig. 3

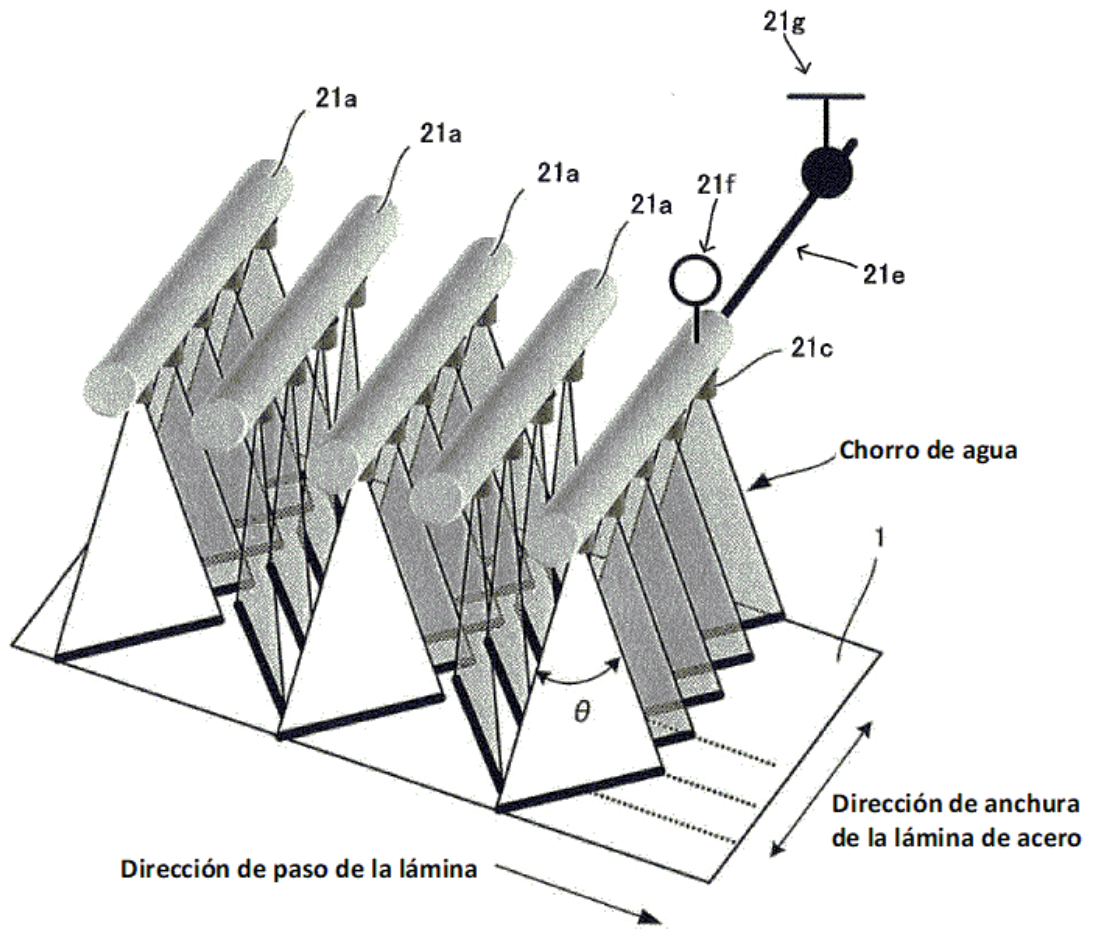


Fig. 4

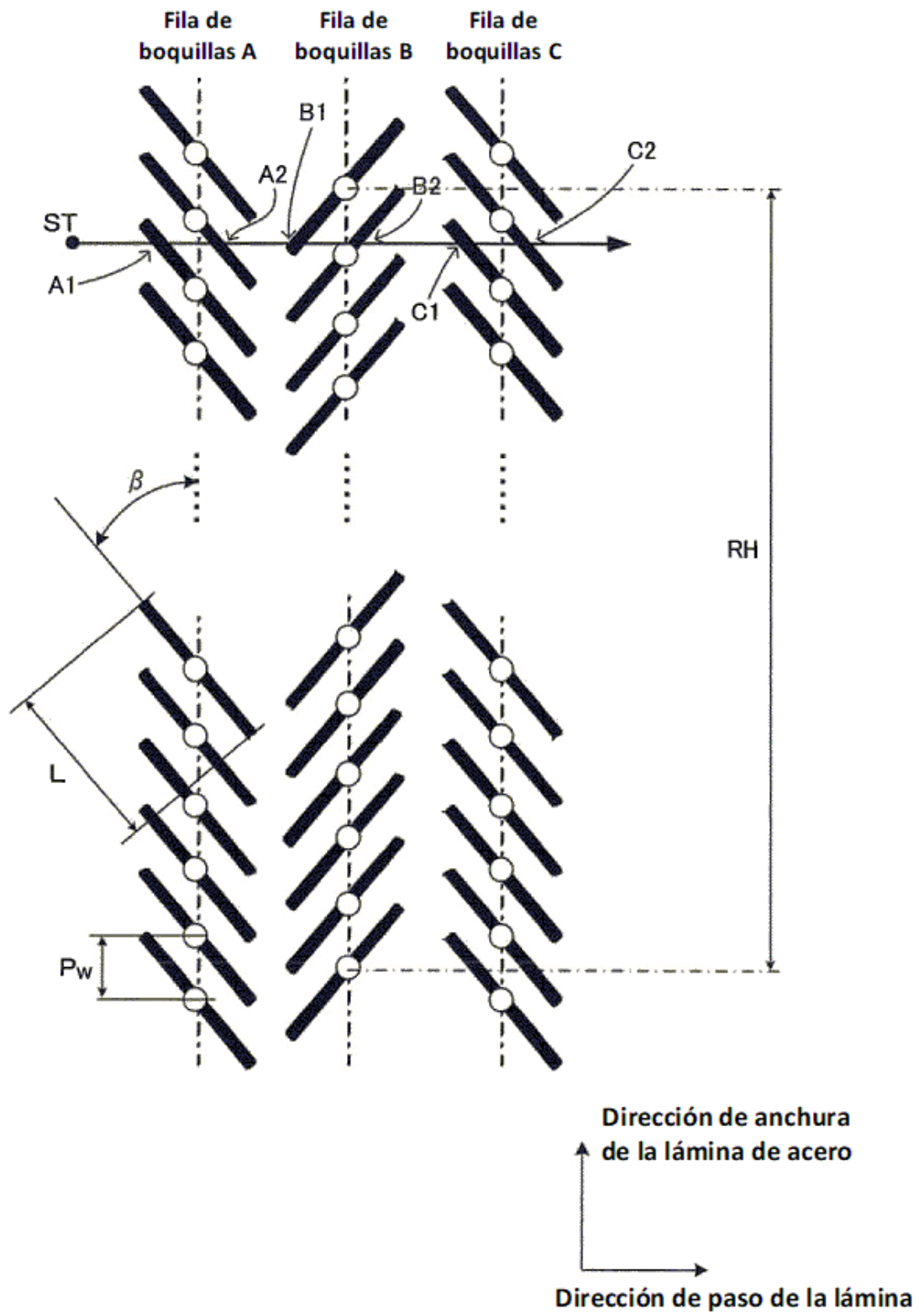


Fig. 5

