

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 045**

51 Int. Cl.:

**B21B 45/02** (2006.01)

**C21D 1/00** (2006.01)

**C21D 8/00** (2006.01)

**C21D 9/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2009 PCT/JP2009/053377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2009 WO09107639**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2009 E 09714692 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2253394**

54 Título: **Sistema de refrigeración y método de refrigeración de acero de laminación**

30 Prioridad:

**27.02.2008 JP 2008046461**  
**28.02.2008 JP 2008048383**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.04.2018**

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;**  
**YAMANOKUCHI, TATSUYA;**  
**KIMURA, TAKESHI;**  
**KAJIWARA, MITSUGU;**  
**FUJIWARA, KAZUHISA y**  
**SATO, TAKUYA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 665 045 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**

Sistema de refrigeración y método de refrigeración de acero de laminación

**Campo técnico**

5 La presente invención está relacionada con un sistema de refrigeración y un método de refrigeración para refrigerar barra de acero laminada largo tal como un raíl laminado en caliente.

**Técnica anterior**

10 Es necesario que los raíles de vía férrea que se utilizan para vías férreas para carga pesada y secciones en curva tengan más resistencia a la abrasión que los raíles ordinarios. Por esta razón, después de ser sometidos a laminación en caliente, durante el tiempo que pasa desde la temperatura de la región de austenita hasta el final de la transformación en perlita, se realiza un proceso para incrementar la resistencia de la parte de cabeza del raíl mediante refrigeración acelerada. En los últimos años, con el fin de mejorar aún más la resistencia a la abrasión, se ha desarrollado y se ha puesto en uso práctico un raíl perlítico en el cual el contenido de carbono se ha incrementado hasta la región hipereutectoide (Véase el Documento de Patente 1).

15 Sin embargo, cuando se incrementa el contenido de carbono para mejorar la resistencia a la abrasión, aparecen problemas tales como la rápida formación de cementita proeutectoide en la parte de cabeza del raíl, y la disminución brusca de la tenacidad y de la ductilidad del raíl.

20 Por lo tanto, el Documento de Patente 2 describe un método de fabricación de raíl de perlita en el cual, para suprimir la formación de cementita proeutectoide en la parte del alma de un raíl, y para generar de manera estable una microestructura de perlita con un alto grado de dureza y una alta proporción de cementita en la cabeza del raíl, una cabeza de raíl es sometida a refrigeración acelerada desde la temperatura de la región austenítica hasta una temperatura de 700 a 500°C a una velocidad de 1 a 10°C/segundo, y además el alma de este raíl es sometido a refrigeración acelerada desde la temperatura de la región austenítica hasta una temperatura de 750 a 600°C a una velocidad de 1 a 10°C/segundo.

25 Además, como métodos de refrigeración acelerada para un raíl que emplean diferentes medios refrigerantes, existen (1) métodos que utilizan una niebla (Documentos de Patente 3 a 5), métodos que utilizan un gas como por ejemplo el aire (Documentos de Patente 6 y 7) y métodos que sumergen la cabeza del raíl en un líquido refrigerante (Documentos de Patente 8 y 9).

30 El Documento de Patente 10 está relacionado con un pulverizador de líquido que tiene, dentro de su cuerpo hueco, una pared deflectora. La atomización del líquido se realiza por el impacto del líquido contra la pared deflectora. El pulverizador también tiene una ranura a través de la cual se descarga finalmente el spray de líquido atomizado. La ranura tiene bordes afilados que provocan atomización adicional del líquido.

[Documento de Patente 1] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° H08-144016

[Documento de Patente 2] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° H09-137228

[Documento de Patente 3] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° S47-7606

35 [Documento de Patente 4] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° S54-147124

[Documento de Patente 5] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° H08-319515

[Documento de Patente 6] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N1 S61-149436

[Documento de Patente 7] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° S61-279626

[Documento de Patente 8] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° S57-85929

40 [Documento de Patente 9] Solicitud de Patente Japonesa No Examinada, Primera publicación N° H08-170120

[Documento de Patente 10] FR 2421678 A2

**Descripción de la invención**

**Problema que debe solucionar la invención**

45 Para producir una microestructura de perlita en acero de raíl de alto contenido de carbono de una manera estable, es necesario hacer que la velocidad de enfriamiento sea mayor durante la refrigeración acelerada. Sin embargo, en caso de intentar realizar esto mediante los métodos de refrigeración acelerada convencionales esbozados anteriormente, han surgido los siguientes problemas.

5 Cuando una gotita hace contacto con un cuerpo a alta temperatura, se produce el efecto Leidenfrost en el cual se forma una película de vapor entre la gota y el cuerpo a alta temperatura, y la gota flota sobre el cuerpo a alta temperatura. En caso de utilizar los métodos de (1) y (3) que emplean un líquido para el medio refrigerante, debido a la película de vapor que se forma sobre la superficie del raíl, se impide el contacto entre el raíl y el medio refrigerante, y por lo tanto se producen variaciones en la velocidad de enfriamiento. Como resultado de esto, cuando se produce una desviación de temperatura en el raíl y la desviación de temperatura se hace grande, existe un riesgo de que también se pueda producir una desviación en la microestructura del acero.

Además, el método de (2), el cual utiliza gas para el medio refrigerante, tiene el inconveniente de que la velocidad de enfriamiento es menor en comparación con un método de enfriamiento que emplea un líquido.

10 La presente invención se consiguió en vista de las circunstancias anteriores, y tiene por objeto proporcionar un sistema de enfriamiento y un método de enfriamiento para barra de acero laminada que es capaz de incrementar de manera significativa la velocidad de enfriamiento suprimiendo la formación de una película de vapor sobre una barra de acero laminada larga y permite una refrigeración acelerada uniforme.

### Medios para solucionar el problema

15 Para conseguir el objeto anteriormente mencionado, la presente invención como se define en la reivindicación 1 es un sistema de enfriamiento que enfría barra larga de acero laminada en caliente, provisto de una pluralidad de cámaras que están distribuidas a lo largo de la dirección longitudinal de la barra de acero laminada. Cada una de la pluralidad de cámaras está provista de una salida de soplado que, mirando desde la cámara hacia la barra de acero laminada, expulsa aire comprimido para enfriamiento que se introduce en la cámara por una entrada de gas que está conectada a la cámara; una placa de toberas que tiene una pluralidad de orificios de tobera que se proporciona en esta salida de soplado de manera que quede enfrentada con la barra de acero laminada; una tobera de suministro de agua de refrigeración que suministra agua de refrigeración al interior de la cámara; y una placa rectificadora que se proporciona entre la entrada de gas y la tobera de suministro de agua de refrigeración, y que impide que gas comprimido para refrigeración que se introduce por la entrada de gas choque directamente con la placa de toberas. El sistema de refrigeración de la presente invención pulveriza un medio refrigerante que se produce mezclando el agua de refrigeración que se suministra desde la tobera de suministro de agua de refrigeración y el gas comprimido para enfriamiento que se introduce por la entrada de gas y que es rectificado por la placa rectificadora hacia la barra de acero laminada a través de los orificios de tobera de la placa de toberas, y de ese modo las superficies de la barra de acero laminada se enfrían de manera uniforme.

20 Cuando se utiliza un líquido como medio refrigerante, es posible garantizar una gran capacidad de enfriamiento, pero debido a una película de vapor que se forma sobre la superficie de la barra de acero laminada, se producen variaciones en la velocidad de enfriamiento, y se produce como resultado refrigeración no uniforme. Por lo tanto, en la presente invención instalando la tobera de suministro de agua de refrigeración que suministra agua de refrigeración en la cámara que lanza gas comprimido para refrigeración desde la salida de soplado hacia la barra de acero laminada, mezclando el gas comprimido para refrigeración con el agua de refrigeración, y pulverizando una niebla en una dirección perpendicular (preferiblemente perpendicular) desde la placa de toberas a través de los orificios de tobera hacia la superficie de la barra de acero laminada, la velocidad de impacto de las gotas de agua se incrementa, y las gotas de agua que se adhieren a la barra de acero laminada se eliminan rápidamente. De ese modo, se impide la formación de una película de vapor, y se hace posible una refrigeración uniforme sin hacer fluctuar la velocidad de enfriamiento.

Obsérvese que es posible utilizar una tobera de alta proporción aire-agua en la cual la proporción de gas comprimido para refrigeración a agua de refrigeración se incrementa, pero cuando se intenta enfriar de manera uniforme una barra de acero laminada larga en una acción, se necesitan muchas toberas, y dado que se produce con frecuencia mantenimiento de la tobera, no es realista como equipo de industrialización.

45 Con respecto al gas comprimido para refrigeración que es lanzado desde la placa de toberas a través de los orificios de tobera, cuando se observa la distribución de descarga en la dirección longitudinal de la cámara, es decir, la dirección longitudinal de la barra de acero laminada, la cantidad de descarga es máxima cerca de la entrada de gas, y la cantidad de descarga disminuye a medida que aumenta la distancia desde la entrada de gas. En este estado, en caso de suministrar agua de refrigeración desde la tobera de suministro de agua de refrigeración a la placa de toberas, las gotas de agua son empujadas por el gas comprimido para refrigeración desde detrás cerca de la entrada de gas donde el flujo del gas comprimido para refrigeración es fuerte, y la cantidad de agua que es pulverizada desde la placa de toberas a través de los orificios de tobera disminuye. Como resultado de esto, se producen variaciones en la cantidad de agua a lo largo de toda la cámara. Por lo tanto, en la presente invención, al instalar una placa rectificadora entre la entrada de gas y la tobera de suministro de agua de refrigeración, el gas comprimido para refrigeración que se introduce por la entrada de gas fluye por toda la cámara por medio de la placa rectificadora, con lo cual se impiden variaciones en la cantidad de agua a lo largo de la cámara.

Asimismo, en el sistema de refrigeración para barra de acero laminada de la presente invención, en la placa rectificadora se pueden conformar una pluralidad de orificios.

5 En caso de conformar los orificios, es preferible que el área total por unidad de superficie de los orificios que se conforman en posiciones situadas enfrente de las entradas de gas sea menor que el área total por unidad de superficie de los orificios que se conforman en otras posiciones, de modo que la cantidad de descarga del gas comprimido para refrigeración que es lanzado desde la placa de toberas a través de los orificios de tobera sea uniforme a lo largo de la dirección longitudinal de la cámara.

Asimismo, en el sistema de refrigeración para barra de acero laminada de la presente invención, es preferible fabricar la tobera de suministro de agua de refrigeración orientada hacia la placa de toberas.

La proporción del flujo volumétrico del gas comprimido para refrigeración al flujo volumétrico del agua de refrigeración puede ser de desde 1.000 hasta 50.000.

10 A la proporción del flujo volumétrico del gas comprimido para refrigeración al flujo volumétrico del agua de refrigeración se le denomina proporción aire-agua.

15 En caso de una proporción aire-agua elevada, dado que una película de vapor que se forma sobre la superficie de la barra de acero laminada es eliminada por el gas comprimido para refrigeración, se inhibe la formación de la película de vapor, y se garantiza una refrigeración estable. En este momento, cuando la proporción aire-agua es menor que 1.000, las variaciones en la tasa de refrigeración se vuelven grandes, y cuando la proporción aire-agua supera 50.000, el efecto de refrigeración está saturado.

El gas comprimido para refrigeración puede ser aire o nitrógeno.

En la presente invención no se hace ninguna consideración respecto al tipo de medio refrigerante, pero desde el punto de vista de facilidad de manipulación y economía, es preferiblemente aire o nitrógeno.

20 El agua de refrigeración se puede suministrar desde la tobera de suministro de agua de refrigeración en un estado de niebla, en un estado de lluvia, o en un estado de chorro.

25 Mediante ensayos realizados por los inventores se confirmó que la distribución de tamaños de gotas de la niebla que es pulverizada desde la placa de toberas a través de los orificios de tobera tiende a ser la misma, con independencia del diámetro de gotita de las gotas de agua que se suministran desde la tobera de suministro de agua de refrigeración. Se considera que la razón para esto es que el agua de refrigeración que se suministra al interior de la cámara se fusiona una vez en la placa de toberas, y el agua de refrigeración fusionada se puede volver a dispersar cuando se pulveriza desde los orificios de la placa de toberas junto con el aire comprimido para refrigeración.

30 Por consiguiente, el agua de refrigeración que se suministrará puede ser cualquiera de un estado de niebla, un estado de lluvia, o un estado de chorro, y es aceptable sólo para agua de refrigeración que se suministrará desde la tobera de suministro de agua de refrigeración, o para agua de refrigeración y gas comprimido para refrigeración que se suministrarán en una mezcla. Lo único que importa es que se suministre una cantidad predeterminada de agua a la zona situada por encima de la placa de toberas.

35 La barra de acero laminada es un raíl, la cámara puede estar situada de manera que exista una separación entre la parte superior de cabeza del raíl y la cámara, y el medio refrigerante se puede pulverizar desde los orificios de tobera de la placa de toberas hacia la parte superior de cabeza del raíl, y las cámaras pueden estar situadas de manera que exista una separación entre las partes laterales de cabeza del raíl y las cámaras, y el medio refrigerante se puede pulverizar desde los orificios de tobera de la placa de toberas hacia las partes laterales de cabeza del raíl. Al hacer esto, es posible pulverizar una niebla en una dirección perpendicular a las superficies de la parte de cabeza de raíl.

40 Para cada cámara, la cámara puede estar formada por una parte ancha la cual está conformada ancha para proporcionar la entrada de gas, una parte estrecha cuya anchura está conformada más estrecha que la de la parte ancha, y una parte inclinada que acopla entre sí la parte ancha y la parte estrecha, y la salida de soplado se puede proporcionar en la parte final de la parte estrecha.

45 La barra de acero laminada es un raíl, la cámara puede estar situada por encima del raíl, la placa rectificadora está situada en un estado horizontal en la parte ancha de la cámara, y puede estar conformada una separación de modo que el gas comprimido para refrigeración pasa entre los bordes laterales de la placa rectificadora y las paredes interiores de la parte ancha.

50 En el sistema de refrigeración para barra de acero laminada de la presente invención, en caso de que la cámara esté situada en los laterales del raíl, una cámara con la misma constitución que la cámara que está situada enfrentada con la parte superior de cabeza del raíl está girada hacia un lado (rotada 90°) y situada a ambos lados del raíl.

El método de refrigeración que enfría barra de acero larga laminada en caliente de la presente invención definida en la reivindicación 9, es un método de refrigeración que enfría barra de acero larga laminada que está laminada en caliente utilizando un sistema de refrigeración que está provisto de una tobera de suministro de agua de

refrigeración que suministra agua de refrigeración, una salida de soplado que expulsa un medio refrigerante que se produce mezclando aire comprimido para refrigeración que se introduce a través de una entrada de gas y el agua de refrigeración, y una pluralidad de cámaras cada una de las cuales tiene una placa de toberas que se proporciona en la parte final de la salida de soplado y que tiene una pluralidad de orificios de tobera. El método incluye rectificar el aire comprimido para refrigeración que se introduce a la cámara a través de la entrada de gas con una placa rectificadora que está situada entre la entrada de gas y la tobera de suministro de agua de refrigeración, de modo que el aire comprimido para refrigeración que se introduce a la cámara no se dirige directamente a la salida de soplado; produciendo el medio refrigerante mezclando el aire comprimido para refrigeración que es rectificado por la placa rectificadora y el agua de refrigeración que se suministra desde la tobera de suministro de agua de refrigeración; y pulverizando el medio refrigerante hacia la superficie de la barra de acero laminada que está situada a lo largo de la salida de soplado a una velocidad de 50 a 200 m/s a través de la pluralidad de orificios de tobera de la placa de toberas, y refrigerando de manera uniforme toda la longitud de la barra de acero laminada.

A medida que la velocidad de impacto aumenta, se obtiene una velocidad de enfriamiento mayor, y cuando la velocidad de impacto es de 50 m/s o mayor, se determinó que las variaciones de la velocidad de enfriamiento se redujeron hasta aproximadamente  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ . Obsérvese que cuando la velocidad de impacto superó 200 m/s, el efecto de refrigeración estaba saturado.

La proporción del flujo volumétrico del gas comprimido para refrigeración al flujo volumétrico del agua de refrigeración puede ser de desde 1.000 hasta 50.000.

A la proporción del flujo volumétrico del gas comprimido para refrigeración al flujo volumétrico del agua de refrigeración se le denomina proporción aire-agua.

En caso de una proporción aire-agua elevada, dado que una película de vapor que está conformada sobre la superficie de la barra de acero laminada es eliminada por el gas comprimido para refrigeración, se inhibe la formación de la película de vapor, y se garantiza una refrigeración estable. En este momento, cuando la proporción aire-agua es menor que 1.000, las variaciones en la tasa de refrigeración se vuelven grandes, y cuando la proporción aire-agua supera 50.000, el efecto de refrigeración está saturado.

Asimismo, en el método de refrigeración para barra de acero laminada de la presente invención, es preferible fabricar la tobera de suministro de agua de refrigeración orientada hacia la placa de toberas.

El gas comprimido para refrigeración puede ser aire o nitrógeno.

En la presente invención no se hace ninguna consideración respecto al tipo de medio refrigerante, pero desde el punto de vista de facilidad de manipulación y economía, es preferiblemente aire o nitrógeno.

El agua de refrigeración se puede suministrar desde la tobera de suministro de agua de refrigeración en un estado de niebla, en un estado de lluvia, o en un estado de chorro.

La temperatura de inicio de la refrigeración de la barra de acero laminada después de la laminación en caliente puede estar en la temperatura de la región de austenita o por encima, y la temperatura de fin de refrigeración de la barra de acero laminada puede ser de desde  $450^{\circ}\text{C}$  hasta  $600^{\circ}\text{C}$ .

Si la temperatura de inicio de la refrigeración no está en la temperatura de la región de austenita o por encima y la temperatura de fin de la refrigeración no es al menos  $600^{\circ}\text{C}$  o menor, no se produce temple, lo cual no es preferido. Por otro lado, cuando se continúa la refrigeración acelerada hasta por debajo de  $450^{\circ}\text{C}$ , dado que se produce una estructura martensítica en la parte de cabeza del raíl, aunque la dureza aumenta, dado que la tenacidad disminuye, esto no es preferido.

La barra de acero laminada es un raíl, y la cámara puede estar situada de modo que exista una separación entre una parte de cabeza del raíl y partes laterales de cabeza del raíl y la cámara, y el medio refrigerante se puede pulverizar desde los orificios de tobera de la placa de toberas hacia la parte superior de la cabeza y las partes laterales de la cabeza del raíl. De ese modo, es posible pulverizar una niebla en una dirección perpendicular a las superficies de la parte de cabeza del raíl.

### **Efecto de la invención**

En el sistema de refrigeración y método de refrigeración para barra de acero laminada de la presente invención, instalando una tobera de suministro de agua de refrigeración que suministra agua de refrigeración en la cámara que lanza el gas comprimido para refrigeración desde la salida de soplado hacia la barra de acero laminada, mezclando el gas comprimido para refrigeración y el agua de refrigeración, y pulverizando una niebla en una dirección perpendicular desde la placa de toberas a través de los orificios de tobera hacia la barra de acero laminada, la velocidad de impacto de las gotas de agua se incrementa, y las gotas de agua que se adhieren a la barra de acero laminada se eliminan rápidamente. De ese modo, se impide la formación de una película de vapor, y sin hacer fluctuar la tasa de refrigeración, se hace posible una refrigeración uniforme y también se hace posible una refrigeración acelerada estable.

Además, instalando la placa rectificadora entre la entrada de gas y la tobera de suministro de agua de refrigeración, el gas comprimido para refrigeración que se introduce por la entrada de gas fluye de manera uniforme a través de la cámara por medio de la placa rectificadora, por lo cual es posible impedir variaciones en el caudal de gotitas en toda la cámara.

**5 Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un dibujo esquemático que muestra el sistema de refrigeración para barra de acero laminada de una realización de la presente invención.

La Figura 2 es una vista en planta de la placa de toberas del mismo sistema de refrigeración.

10 La Figura 3 es una vista en perspectiva de la tubería y la tobera de suministro de agua de refrigeración que suministran el agua de refrigeración.

La Figura 4A es una vista esquemática que muestra el estado de suministro del agua de refrigeración de la tobera de suministro de agua de refrigeración.

La Figura 4B es una gráfica que muestra la relación entre la posición de la tobera de suministro de agua de refrigeración de la Figura 4A y el caudal de gotitas.

15 La Figura 5 es una vista en perspectiva que muestra el estado de la placa rectificadora instalada en la cámara.

La Figura 6A es una gráfica que muestra la proporción de la densidad de descarga de aire y el caudal de gotitas en el estado en que no está presente ninguna placa rectificadora en la cámara.

La Figura 6B es una vista esquemática que muestra el flujo de aire en la cámara en el estado mostrado en la Figura 6A.

20 La Figura 7A es una gráfica que muestra la proporción de la densidad de descarga de aire y el caudal de gotitas en el estado en que la placa rectificadora está instalada directamente debajo del soplador.

La Figura 7B es una vista esquemática que muestra el flujo de aire en la cámara en el estado mostrado en la Figura 7A.

25 La Figura 8 es una gráfica que muestra la relación entre la velocidad de impacto de niebla y la velocidad de enfriamiento.

La Figura 9 es una gráfica que muestra la relación entre la proporción aire-agua y variaciones en la velocidad de enfriamiento.

**Descripción de números de referencia**

- 10 sistema de refrigeración
- 30 11 cámara
  - 11a parte ancha
  - 11b parte inclinada
  - 11c parte estrecha
- 12 salida de soplado
- 35 13 entrada de gas
- 14 placa de toberas
  - 14c orificio de tobera
- 15 tobera de suministro de agua de refrigeración
- 16 placa rectificadora
- 40 17 tubería
  - 17a ramal de tubería
- 20 sistema de refrigeración

- 21 cámara
- 21a parte ancha
- 21b parte inclinada
- 21c parte estrecha
- 5 22 salida de soplado
- 23 entrada de gas
- 24 placa de toberas
- 25 tobera de suministro de agua de refrigeración
- 26 placa rectificadora
- 10 27 tubería
- 30 raíl (barra de acero laminada)
- 31 parte superior de la cabeza
- 32 parte lateral de la cabeza

**Mejor modo de llevar a cabo la invención**

15 Realizaciones específicas de la presente invención se describirán con referencia a los dibujos adjuntos para ser utilizados en entender la presente invención. Obsérvese que en lo que sigue se proporcionará la explicación utilizando un raíl como ejemplo de barra de acero laminada larga.

20 Un sistema 10 y 20 de refrigeración que se utiliza para refrigeración de barra de acero laminada de acuerdo con una realización de la presente invención (al que en lo que sigue se le denomina simplemente sistema de refrigeración) es un sistema de refrigeración que refrigera un raíl 30 laminado en caliente. Como se muestra en la Figura 1, el sistema 10 de refrigeración está situado enfrentado con una parte 31 superior de la cabeza del raíl 30, y el sistema 20 de refrigeración está situado enfrentado con cada una de las partes 32 laterales de la cabeza. La distancia entre el sistema 10 de refrigeración y la parte 31 superior de la cabeza del raíl 30, y la distancia entre el sistema 20 de refrigeración y la parte 32 lateral de la cabeza del raíl 30 están entre varios milímetros y varias docenas de milímetros mm, respectivamente.

25 El sistema 10 de refrigeración tiene una pluralidad de cámaras 11 con forma de caja con una forma que es estrecha y larga en la dirección longitudinal del raíl 30 (una dimensión en la dirección longitudinal de desde 1.000 mm hasta 5.000 mm). Dado que es necesario refrigerar toda la longitud del raíl 30 de manera simultánea, la pluralidad de las cámaras 11 están situadas sucesivamente en fila a lo largo de toda la longitud del raíl 30, a lo largo de la dirección longitudinal del raíl 30. Es decir, el número de las cámaras 11 está determinado de acuerdo con la longitud del raíl 30. La longitud de cada cámara 11 es por ejemplo preferiblemente de 5 m a 10 m. Por esa razón, en caso de que la longitud del raíl 30 sea 50 m, por ejemplo, el número de las cámaras 11 que están situadas una detrás de otra en fila es de cinco a 10. Además, cuando la longitud de un raíl 30 es 100 m, el número de las cámaras 11 que están situadas una detrás de otra en fila se convierte en de 10 a 20.

35 Lo anteriormente mencionado no está pensado para limitar la longitud y el número de cámaras de la presente invención, y en la instalación de fabricación real, las cámaras se colocan en una cantidad que cubre la máxima longitud laminada de la barra de acero laminada que se fabrica en la instalación, y por lo tanto el número de cámaras a operar se selecciona de acuerdo con la longitud laminada real.

En lo que sigue, se describirán con detalle las cámaras 11 y 21.

40 Una entrada 13 de gas que alimenta aire (un ejemplo de un gas comprimido para refrigeración) que es expulsado desde un soplador que no se ilustra está conectada a la parte superior de la cámara 11 del sistema 10 de refrigeración. En esta cámara 11 con forma de caja, está instalada una tobera 15 de suministro de agua de refrigeración para suministrar agua de refrigeración que se suministra a través de una tubería 17 en la dirección de la parte 31 superior de la cabeza del raíl 30. En la parte final del lado de aguas abajo de la cámara 11 se proporciona una salida 12 de soplado, y dicha salida 12 de soplado está constituida para empujar el agua de refrigeración suministrada hacia la salida 12 de soplado mediante el aire procedente del soplador.

45 La cámara 11 está formada por una parte 11a ancha cuya anchura está conformada ancha para proporcionar la entrada 13 de gas en la parte superior, una parte 11c estrecha cuya anchura es menor que la de la parte 11a ancha y que tiene la salida 12 de soplado proporcionada en la parte final en el lado de aguas abajo, y una parte 11b inclinada que tiene una forma de sección decreciente que conecta la parte 11a ancha y la parte 11c estrecha. Una

5 placa 14 de toberas que tiene una pluralidad de orificios 14c de tobera (véase la Figura 2) está montada en la salida 12 de soplado que queda enfrentada con el raíl 30 para que sea paralela a la parte 31 superior de la cabeza del raíl 30. Asimismo, en la parte 11a ancha, una placa 16 rectificadora que impide que el aire que se introduce por la entrada 13 de gas choque directamente con la placa 14 de toberas está instalada en un estado horizontal entre la entrada 13 de gas y la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración.

10 Mientras tanto, una entrada 23 de gas que introduce aire que es enviado desde un soplador no ilustrado también está conectada a la cámara 21 del sistema 20 de refrigeración. En la cámara 21 con forma de caja, está instalada una tobera 25 de suministro de agua de refrigeración para suministrar agua de refrigeración que se suministra a través de una tubería 27 en la dirección de la parte 32 lateral de la cabeza del raíl 30. En la parte final del lado de aguas abajo de la cámara 21 se proporciona una salida 22 de soplado, y dicha salida 22 de soplado está constituida para empujar el agua de refrigeración suministrada hacia la salida 22 de soplado mediante el aire procedente del soplador.

15 La cámara 21 está formada por una parte 21a ancha en la cual la anchura está conformada ancha para proporcionar la entrada 23 de gas en la parte lateral, una parte 21c estrecha cuya anchura es menor que la de la parte 21a ancha y que tiene la salida 12 de soplado proporcionada en la parte final en el lado de aguas abajo, y una parte 21b inclinada que tiene una forma de sección decreciente que conecta la parte 21a ancha y la parte 21c estrecha. Una placa 24 de toberas que tiene una pluralidad de orificios de tobera está montada en la salida 22 de soplado que queda enfrentada con el raíl 30 de manera que sea paralela a la parte 32 lateral de la cabeza del raíl 30. Asimismo, en la parte 21a ancha, una placa 26 rectificadora está instalada entre la entrada 23 de gas y la tobera 25 de suministro de agua de refrigeración de modo que el gas se disperse de manera uniforme y fluya por toda la cámara 21.

20 A continuación, se describirán con detalle la placa 14 de toberas, la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración, y la placa 16 rectificadora del sistema 10 de refrigeración, pero la placa 24 de toberas, la tobera 25 de suministro de agua de refrigeración, y la placa 26 rectificadora del sistema 20 de refrigeración son casi iguales.

25 Como se muestra en la Figura 2, muchos orificios 14c de tobera...que tienen un diámetro de por ejemplo 2 a 10 mm están conformados regularmente a un intervalo deseado (por ejemplo, un intervalo de 2 mm a 10 mm) en la placa 14 de toberas. Asimismo, se hace que la anchura W en la dirección corta (la dirección de la anchura del raíl 30) de la región en la cual están conformados los orificios 14c de tobera sea aproximadamente la misma que la anchura de la parte 31 superior de la cabeza del raíl 30 de modo que la niebla (medio refrigerante que consiste en una mezcla de aire y agua de refrigeración) choca sobre toda la anchura de la parte 31 superior de la cabeza del raíl 30 de manera perpendicular.

30 La tubería 17 está situada en la cámara 11 de manera que sea paralela a la dirección longitudinal del raíl 30 y, como se muestra en la Figura 3, una pluralidad de ramales 17a de tubería salen de la tubería 17 hacia abajo. La tobera 15 de suministro de agua de refrigeración está montada en cada extremo distal del ramal 17a de tubería. El agua de refrigeración que se suministra desde la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración se puede suministrar en un estado de niebla, en un estado de lluvia, o en un estado de chorro. Asimismo, sólo se puede suministrar agua de refrigeración desde la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración, o se puede suministrar una mezcla de agua de refrigeración y aire desde la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración.

35 El caudal de gotitas de niebla que se pulveriza desde la placa 14 de toberas a través de los orificios 14c de tobera se uniformiza de manera que las gotas de agua que se suministran desde la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración son pulverizadas hacia la placa 14 de toberas (véanse las Figuras 4A, 4B).

40 Vista desde arriba, como se muestra en la Figura 5, la placa 16 rectificadora está situada directamente debajo de al menos la parte correspondiente de la entrada 13 de gas de la cámara 11. Asimismo, está conformada una separación de manera que pasa aire entre los bordes laterales de la placa 16 rectificadora y las paredes interiores de la parte 11a ancha. De ese modo, el aire que se introduce por la entrada 13 de gas se dispersa y fluye de manera uniforme desde la placa 16 rectificadora por toda la cámara 11, y se impiden variaciones en la distribución del caudal de gotitas dentro de la cámara 11.

45 Obsérvese que, aunque no se ilustran, en la placa rectificadora pueden estar conformados muchos orificios, y además cuando se hace esto, haciendo el área total por unidad de superficie de los orificios que están conformados directamente debajo de la pluralidad de entradas de gas menor que el área total por unidad de superficie de los orificios que están conformados en otras posiciones, la niebla que se pulveriza desde la placa 14 de toberas a través de los orificios 14c de tobera se puede uniformizar en la dirección longitudinal de la cámara 11.

50 La Figura 6A es una gráfica que muestra la distribución de descarga de aire y la proporción del caudal de gotitas de la niebla en el estado en el que no existe ninguna placa rectificadora en la cámara 11 (véase la Figura 6B).  
55 Asumiendo que la distancia entre la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración y la placa 14 de toberas es 100 mm, y que el intervalo entre toberas 15 de suministro de agua de refrigeración adyacentes es 500 mm, la entrada 13 de gas está situada entre las toberas 15 de suministro de agua de refrigeración (la distancia y el intervalo son ambos ejemplos de prueba).



En caso de que no exista ninguna placa rectificadora en la cámara 11, la cantidad de descarga de aire en relación con la dirección longitudinal de la cámara 11 es grande directamente debajo de la entrada 13 de gas, y se vuelve pequeña al alejarse de la entrada 13 de gas. En este estado, en caso de suministrar una niebla desde la tobera 15 de suministro de agua de refrigeración, dado que la niebla es empujada por el aire directamente debajo de la entrada 13 de gas donde el flujo de aire es fuerte, la cantidad de niebla que es pulverizada desde la placa 14 de toberas a través de los orificios 14c de tobera disminuye. Por esta razón, el contenido de agua en la dirección longitudinal de la cámara 11 se vuelve no uniforme.

La Figura 7A es una gráfica que muestra la distribución de descarga de aire y la proporción del caudal de gotitas de la niebla en el estado en que la placa 16 rectificadora de una forma apropiada está instalada directamente debajo de la entrada 13 de gas (véase la Figura 7B). Otras condiciones son iguales que en la Figura 6A y en la Figura 6B. La distancia entre la placa 16 rectificadora y la placa 14 de toberas es 185 mm (ejemplo de prueba).

En caso de que la placa 16 rectificadora esté instalada directamente debajo de la entrada 13 de gas, dado que el aire que se introduce por la entrada 13 de gas al interior de la cámara 11, después de chocar una vez con la placa 16 rectificadora, se dispersa por toda la cámara 11, la cantidad de descarga del aire que es lanzado desde la placa 14 de toberas a través de los orificios 14c de tobera se vuelve uniforme en toda la cámara 11.

Dado que el aire que se introduce por la entrada 13 de gas fluye desde la placa 16 rectificadora en la dirección longitudinal de la cámara 11, la distribución del contenido de agua en la dirección longitudinal de la cámara 11 se vuelve uniforme.

En caso de refrigerar la parte de cabeza del raíl utilizando el sistema 10 y 20 de refrigeración que tiene la constitución anteriormente mencionada, asumiendo que la proporción aire-agua del medio refrigerante que consiste en una mezcla de aire y agua de refrigeración que es pulverizada desde las placas 14 y 24 de toberas es de desde 1.000 hasta 50.000, y la velocidad de impacto de la niebla sobre la parte de cabeza del raíl es de 50 a 200 m/s, el medio refrigerante es niebla pulverizada desde la placa 14 de toberas que está situada enfrentada con la parte superior de la cabeza. Asimismo, simultáneamente con esto, el medio refrigerante es niebla pulverizada desde las placas 24 de toberas que están situadas enfrentadas con las partes 32 laterales de la cabeza del raíl 30 a través de los orificios de tobera hacia las partes 32 laterales de la cabeza. A continuación, la parte de cabeza del raíl se refrigera de manera uniforme desde la temperatura de la región de austenita hasta una temperatura de desde 450 hasta 600°C.

La razón para definir la temperatura de refrigeración de la manera anterior es que si la temperatura de inicio de la refrigeración no está en la temperatura de la región de austenita o por encima, y la temperatura de final de la refrigeración no es al menos 600°C o menor, esto no es preferido en términos de llevar a cabo temple. Por otro lado, cuando se continúa la refrigeración acelerada hasta por debajo de 450°C, dado que se produce una estructura martensítica en la parte de cabeza del raíl, aunque la dureza aumenta, la tenacidad disminuye, lo cual no es preferido.

La Figura 8 es una gráfica de la relación entre la velocidad de impacto de la niebla y la velocidad de enfriamiento, obtenida mediante experimentación.

La tobera de suministro de agua de refrigeración es la tobera de niebla fina BIMJ 2015 fabricada por H. Ikeuchi & Co., el espécimen es un raíl de 141 libras (63,95 kg) con una longitud de 100 mm, y un termopar está embebido en una posición a una profundidad de 2 mm desde la parte superior de la cabeza del espécimen.

Después de calentar el espécimen a 820°C en un horno de calentamiento, se saca éste del horno de calentamiento y se inicia la refrigeración mediante el presente sistema de refrigeración desde 750°C, realizándose la refrigeración hasta 500°C o menos. La refrigeración se realiza bajo las condiciones del caudal de gotitas de refrigeración de descarga mantenido constante a 70 litros por metro cuadrado por minuto ( $l/m^2/min$ ), y la velocidad de impacto de la niebla configurada a las cinco condiciones de 10, 20, 50, 150, y 200 m/s modificando la cantidad de aire. Obsérvese que la presión de aire en este momento era de 1,1 a 1,2 atmósferas.

La velocidad de impacto de la niebla  $V_a$  se calcula mediante la siguiente ecuación, denotando la velocidad de descarga como  $V_e$ , y la distancia entre la salida de soplado y el raíl como  $h$ , y el diámetro de la salida de soplado como  $d$ .

$$V_a = 6,39 \times V_e / (h/d + 0,6)$$

El experimento se realizó 10 veces para cada velocidad de impacto, y la velocidad de enfriamiento se encontró a partir del tiempo necesario para que el valor indicado sobre el termopar descendiera desde 750°C hasta 500°C. Como resultado de ello, a medida que se fue incrementando la velocidad de impacto, se obtuvo una velocidad de enfriamiento mayor, y cuando la velocidad de impacto fue 50 m/s o mayor, la variación en la velocidad de enfriamiento disminuyó hasta aproximadamente  $\pm 1,5^\circ C$ , y se evaluó como estable. Obsérvese que cuando la velocidad de impacto supera 200 m/s, no es realista debido al aumento de tamaño de la instalación y al mayor coste de funcionamiento.

Asimismo, la Tabla 1 muestra la relación entre la proporción agua-aire y la velocidad de enfriamiento. A partir de la tabla, es evidente que cuando la proporción agua-aire es 1.000 o mayor, la desviación estándar de la velocidad de enfriamiento es 2,2 o menor, y para una proporción agua-aire de 50.000, ese efecto está saturado, y es posible una refrigeración estable. Obsérvese que la Figura 9 es una gráfica de los datos de la Tabla 1.

5 [Tabla 1]

Proporción Agua-Aire (Cantidad de Gas/Cantidad de Agua) y Velocidad de enfriamiento

Proporción	Velocidad de enfriamiento (°C/s)					Media	$\sigma$
295	5	12	26	30	7	16	10,1
540	7	10	12	17	23	13,8	5,6
980	15	15	16	17	21	16,8	2,2
3.000	15	15	16	17	21	16,8	2,2
8.000	17	15	19	17	19	17,4	1,5
10.000	18	18	19	16	16	17,4	1,2
20.000	17,6	17,8	16,5	17,7	17,7	17,5	0,5
25.000	17	16,4	17,5	18,7	18,2	17,6	0,8
30.000	17,1	17,5	17	18,2	17,6	17,5	0,4
50.000	16,8	18,2	18,7	17,5	17,2	17,7	0,7
80.000	17,4	18	18,2	17,5	17,2	17,7	0,4
100.000	17,5	17,6	17,6	17,8	17,8	17,7	0,1

10 Obsérvese que en caso de refrigerar la parte del alma y la parte del patín de un raíl utilizando el presente sistema de refrigeración, dado que la velocidad de enfriamiento de estas secciones es mayor que la de la parte de cabeza, es necesario configurar las condiciones de refrigeración de manera independiente.

15 En lo anterior, se describió la realización de la presente invención, pero la presente invención no debería estar limitada a la configuración descrita en la realización anteriormente mencionada, e incluye otras realizaciones y modificaciones que son posibles dentro del alcance de las materias mencionadas en las reivindicaciones. Por ejemplo, en la realización anteriormente mencionada, aire sirvió como el gas comprimido para refrigeración que se introduce en el interior de la cámara, pero también se puede utilizar nitrógeno.

**Aplicabilidad industrial**

20 De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un sistema de refrigeración y un método de refrigeración para barra de acero laminada que, además de mejorar significativamente la velocidad de enfriamiento al suprimir la formación de una película de vapor sobre la superficie de barra de acero laminada larga, permite una refrigeración acelerada uniforme.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (10, 20) de refrigeración que refrigera barra (30) de acero larga laminada en caliente, que comprende una pluralidad de cámaras (11, 21) que están distribuidas a lo largo de la dirección longitudinal de la barra (30) de acero laminada, estando cada una de la pluralidad de cámaras provista de:
- 5 una salida (12, 22) de soplado que, mirando desde la cámara hacia la barra (30) de acero laminada, expulsa aire comprimido para refrigeración que se introduce en la cámara por una entrada (13, 23) de gas que está conectada a la cámara;
- una placa (14, 24) de toberas que tiene una pluralidad de orificios (14c) de tobera que se proporciona en esta salida de soplado de manera que quede enfrentada con la barra (30) de acero laminada;
- 10 una tobera (15, 25) de suministro de agua de refrigeración que suministra agua de refrigeración al interior de la cámara y
- una placa (16, 26) rectificadora que se proporciona entre la entrada de gas y la tobera de suministro de agua de refrigeración y que impide que gas comprimido para refrigeración que se introduce desde la entrada de gas choque directamente con la placa de toberas;
- 15 donde el sistema de refrigeración pulveriza un medio refrigerante que se produce mezclando el agua de refrigeración que se suministra desde la tobera de suministro de agua de refrigeración y el gas comprimido para refrigeración que se introduce por la entrada de gas y que es rectificado por la placa rectificadora hacia la barra (30) de acero laminada a través de los orificios (14c) de tobera de la placa de toberas y de ese modo las superficies de la barra (30) de acero laminada se refrigeran de manera uniforme.
- 20 2. El sistema (10) de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la barra (30) de acero laminada es un raíl (30), y las cámaras (11) están situadas de manera que exista una separación entre la parte (31) superior de la cabeza de este raíl (30) y las cámaras (11), y el medio refrigerante se pulveriza desde los orificios (14c) de tobera de la placa (14) de toberas hacia la parte (31) superior de la cabeza del raíl (30).
3. El sistema (10) de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la barra (30) de acero laminada es un raíl (30), y las cámaras (11) están situadas de manera que exista una separación entre las partes (31) laterales de la cabeza de este raíl (30) y las cámaras (11), y el medio refrigerante se pulveriza desde los orificios (14c) de tobera de la placa (14) de toberas hacia las partes (31) laterales de la cabeza del raíl (30).
- 25 4. El sistema (10) de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la cámara (11) está formada por:
- 30 una parte (11a) ancha la cual está conformada ancha para proporcionar la entrada (13) de gas;
- una parte (11c) estrecha cuya anchura está conformada más estrecha que la de la parte (11a) ancha; y
- una parte (11b) inclinada que acopla entre sí la parte (11a) ancha y la parte (11c) estrecha;
- donde la salida (12) de soplado se proporciona en la parte final de la parte (11c) estrecha.
- 35 5. El sistema (10) de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual:
- la barra (30) de acero laminada es un raíl (30), las cámaras (11) están situadas por encima del raíl (30), y la placa (16) rectificadora está situada en un estado horizontal en la parte (11a) ancha de la cámara (11); y
- está conformada una separación de modo que el gas comprimido para refrigeración pasa entre los bordes laterales de la placa (16) rectificadora y las paredes interiores de la parte (11a) ancha.
- 40 6. El sistema (10) de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la proporción del flujo volumétrico del gas comprimido para refrigeración al flujo volumétrico del agua de refrigeración es de desde 1.000 hasta 50.000.
7. El sistema (10) de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual el gas comprimido para refrigeración es aire o nitrógeno.
- 45 8. El sistema (10) de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual el agua de refrigeración se suministra desde la tobera (15) de suministro de agua de refrigeración en un estado de niebla, en un estado de lluvia, o en un estado de chorro.
9. Un método de refrigeración que refrigera barra (30) de acero larga laminada en caliente, utilizando un sistema (10, 20) de refrigeración que está provisto de una tobera (15, 25) de suministro de agua de refrigeración que suministra agua de refrigeración, una salida (12, 22) de soplado que expulsa un medio refrigerante que se produce mezclando
- 50

aire comprimido para refrigeración que se introduce a través de una entrada (13, 23) de gas y el agua de refrigeración, y una pluralidad de cámaras (11, 21), cada una de las cuales tiene una placa (14, 24) de toberas que se proporciona en la parte final de la salida de soplado y que tiene una pluralidad de orificios (14c) de tobera, comprendiendo el método de refrigeración:

- 5 rectificar el aire comprimido para refrigeración que se introduce en la cámara a través de la entrada de gas con una placa (16, 26) rectificadora que está situada entre la entrada de gas y la tobera de suministro de agua de refrigeración de modo que el aire comprimido para refrigeración que se introduce en la cámara no se dirige directamente a la salida de soplado
- 10 producir el medio refrigerante mezclando el aire comprimido para refrigeración que es rectificado por la placa rectificadora y el agua de refrigeración que se suministra desde la tobera de suministro de agua de refrigeración; y pulverizar el medio refrigerante hacia la superficie de la barra (30) de acero laminada que está situada a lo largo de la salida de soplado a una velocidad de 50 a 200 m/s a través de la pluralidad de orificios (14c) de tobera de la placa de toberas y refrigerar de manera uniforme toda la longitud de la barra (30) de acero laminada.
- 15 10. El método de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual la proporción del flujo volumétrico del gas comprimido para refrigeración al flujo volumétrico del agua de refrigeración es de desde 1.000 hasta 50.000.
11. El método de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con la reivindicación 9 ó con la reivindicación 10, en el cual el gas comprimido para refrigeración es aire o nitrógeno.
- 20 12. El método de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el cual el agua de refrigeración se suministra desde la tobera (15) de suministro de agua de refrigeración en un estado de niebla, en un estado de lluvia, o en un estado de chorro.
- 25 13. El método de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el cual se hace que la temperatura de inicio de la refrigeración de la barra (30) de acero laminada después de la laminación en caliente esté en la temperatura de la región de austenita o por encima, y se hace que la temperatura de fin de refrigeración de la barra (30) de acero laminada sea de desde 450°C hasta 600°C.
- 30 14. El método de refrigeración para barra (30) de acero laminada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el cual la barra (30) de acero laminada es un raíl (30), las cámaras (11) están situadas de manera que tengan una separación entre una parte (31) superior de la cabeza y partes (32) laterales de la cabeza de este raíl (30) y las cámaras (11), y el medio refrigerante se pulveriza desde los orificios (14c) de tobera de la placa (14) de toberas hacia la parte (31) superior de la cabeza y las partes (32) laterales de la cabeza del raíl (30).

FIG. 1

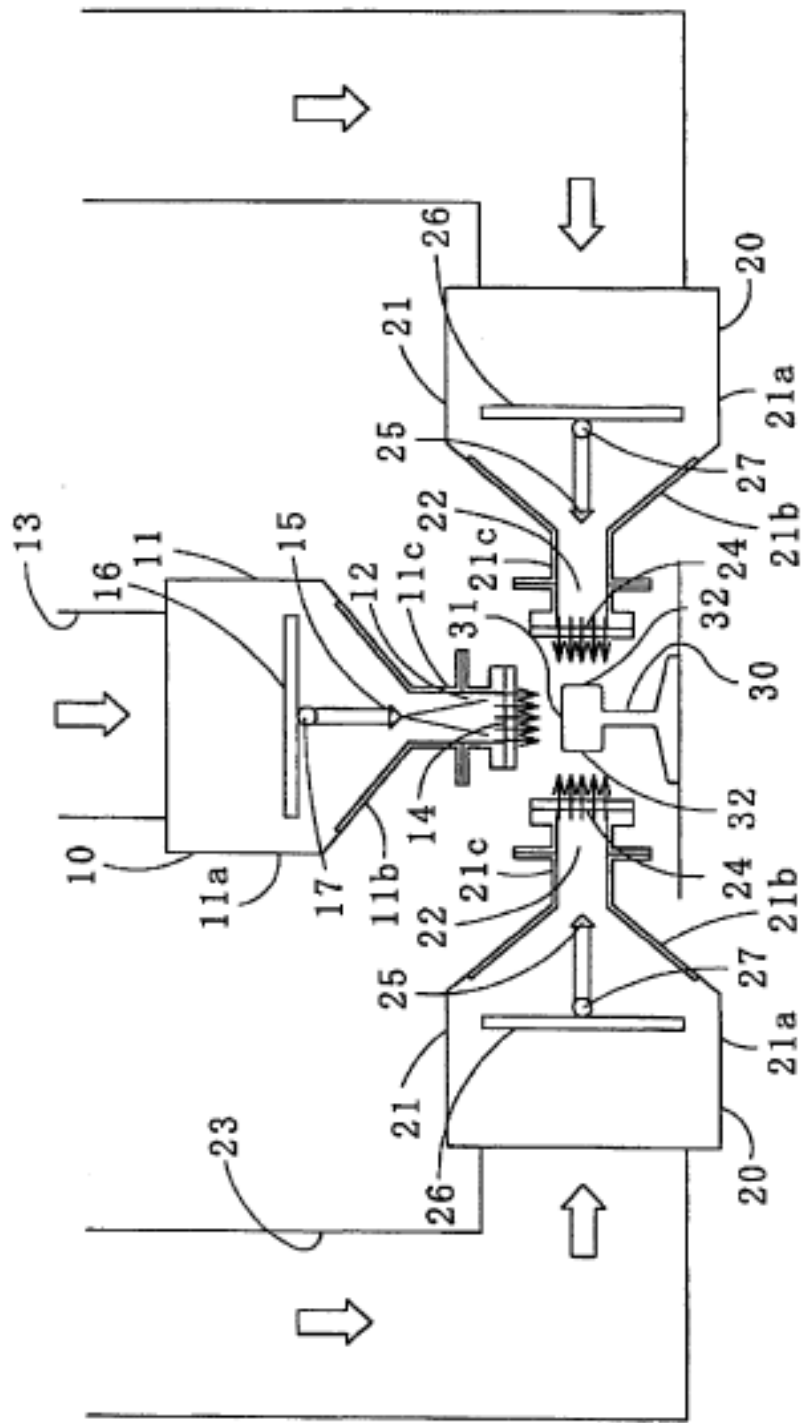


FIG. 2

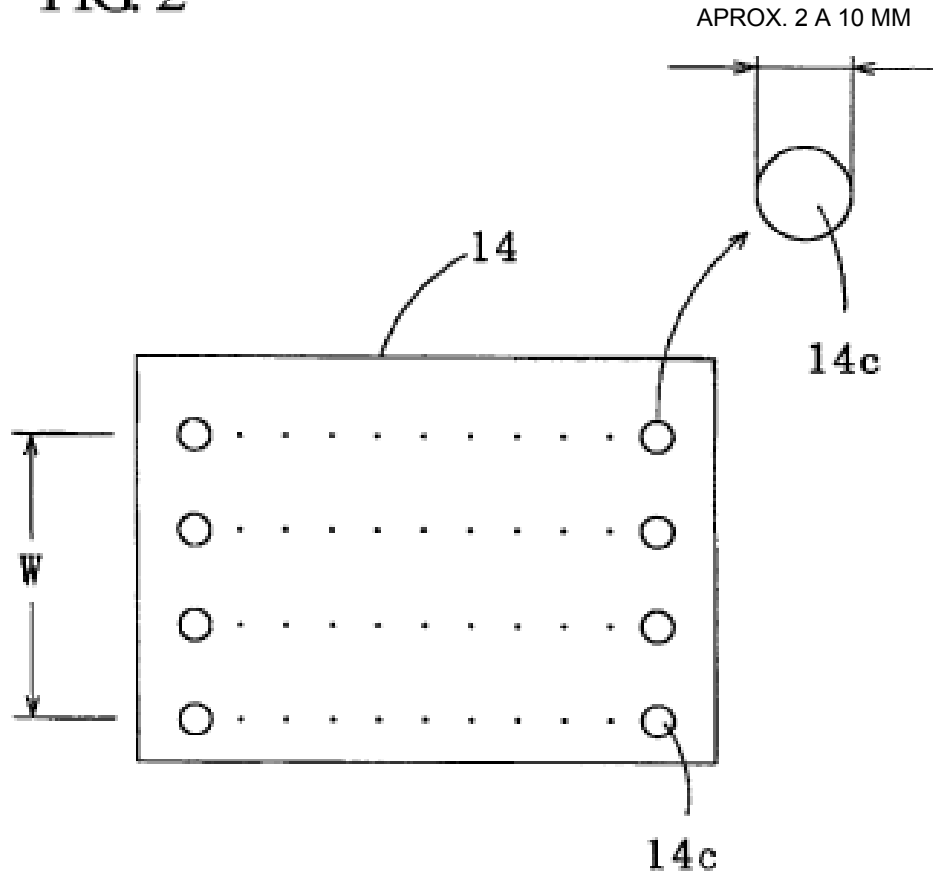


FIG. 3

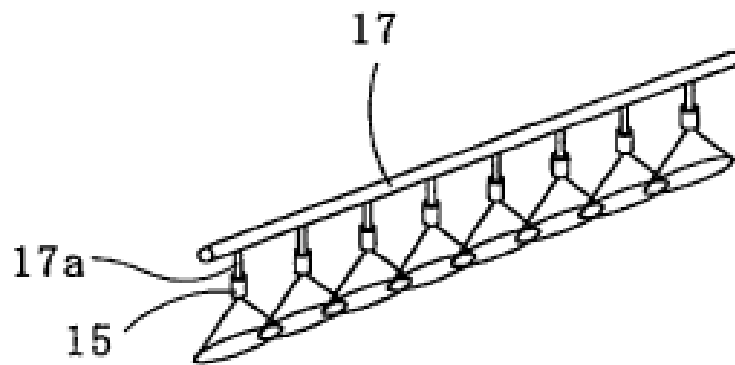


FIG. 4A

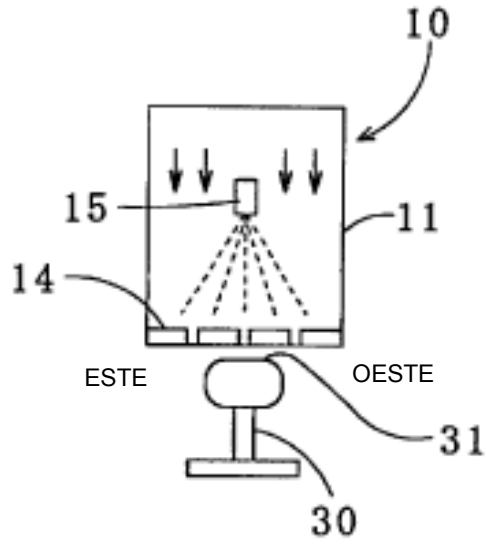


FIG. 4B

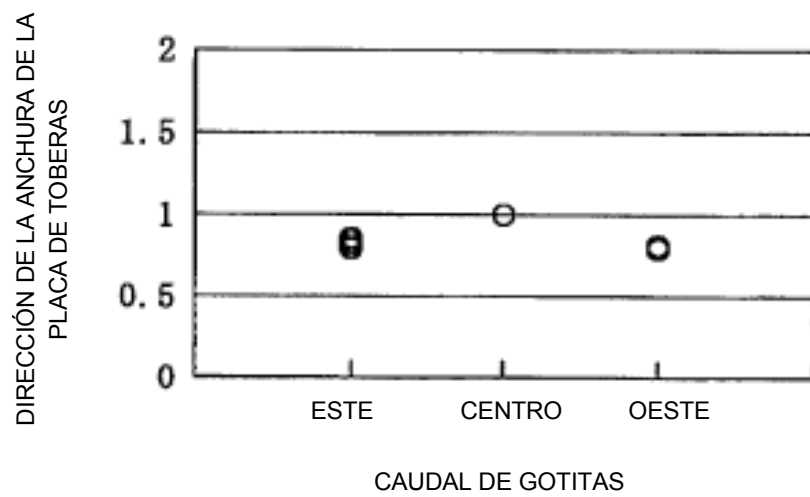


FIG. 5

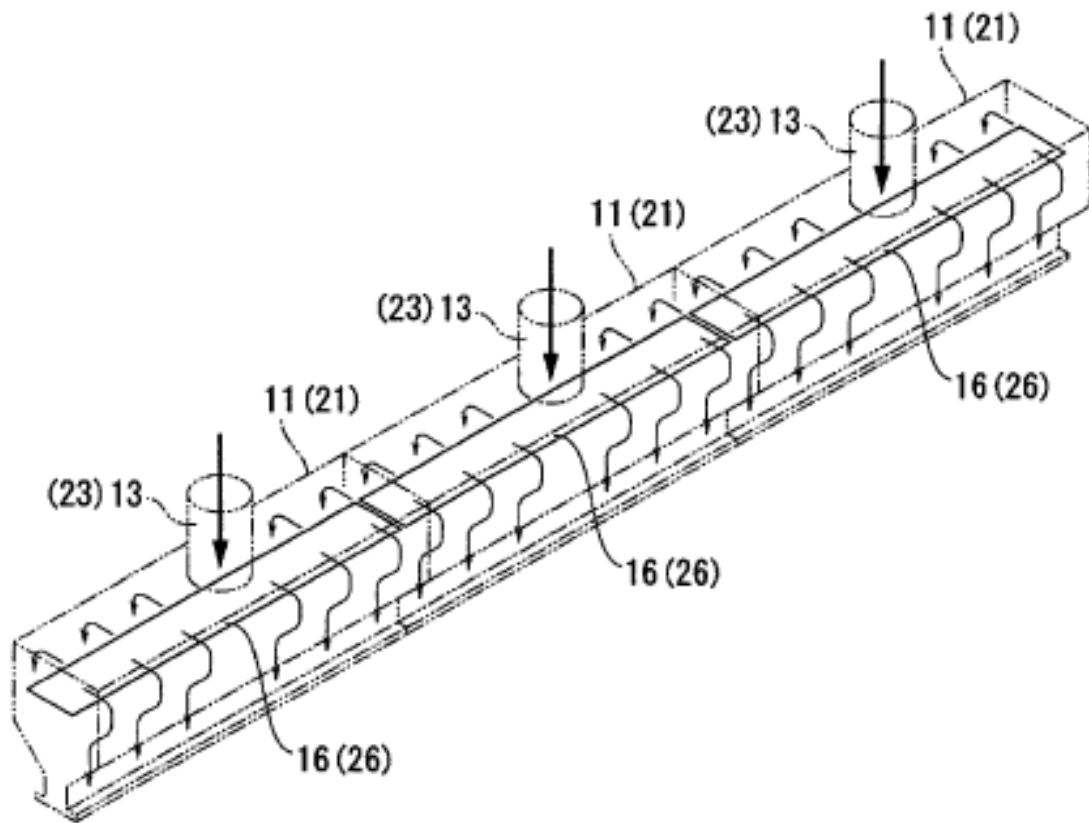
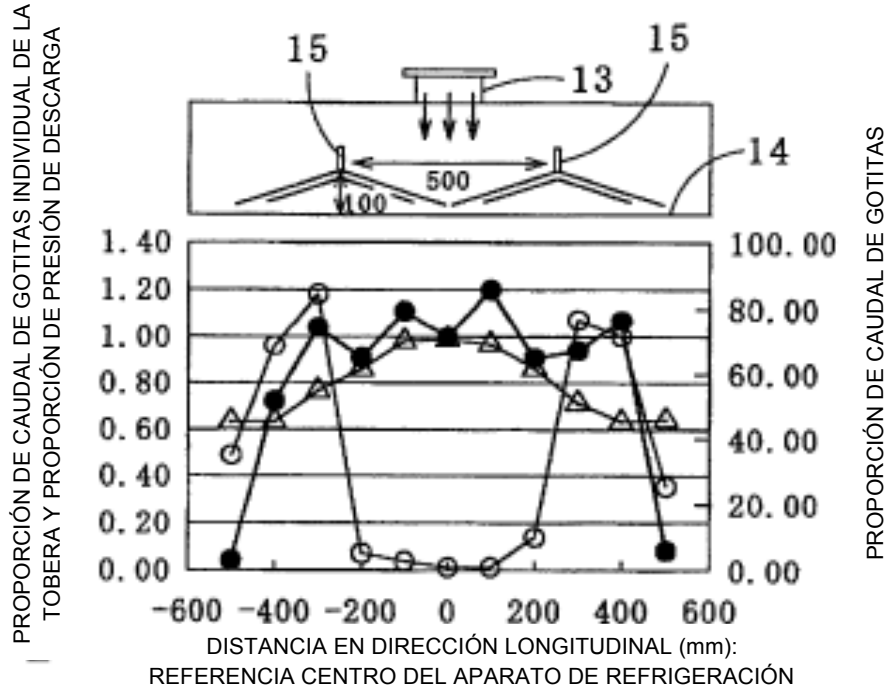




FIG. 6A



● : PROPORCIÓN DE CAUDAL INDIVIDUAL DE GOTITAS  
 ○ : PROPORCIÓN DE CAUDAL DE GOTITAS DE NIEBLA DESDE LA PLACA DE TOBERAS  
 △ : PROPORCIÓN DE PRESIÓN DE DESCARGA DE AIRE DESDE LA PLACA DE TOBERAS  
 EN CASO DE CADA UNO DE ● ○ △, LAS PROPORCIONES ESTÁN CALCULADAS SIRVIENDO COMO REFERENCIA EL VALOR EN EL CENTRO DEL APARATO DE REFRIGERACIÓN

FIG. 6B

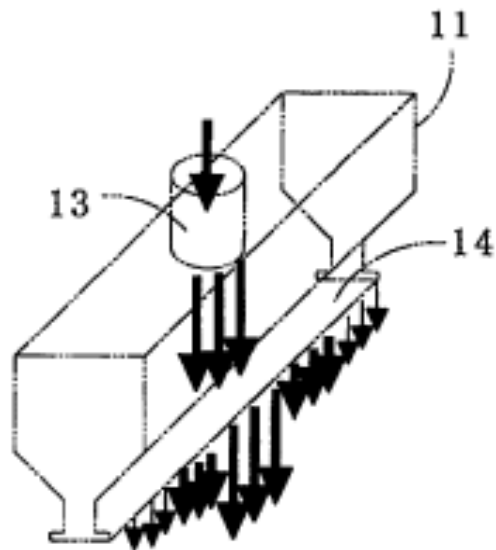
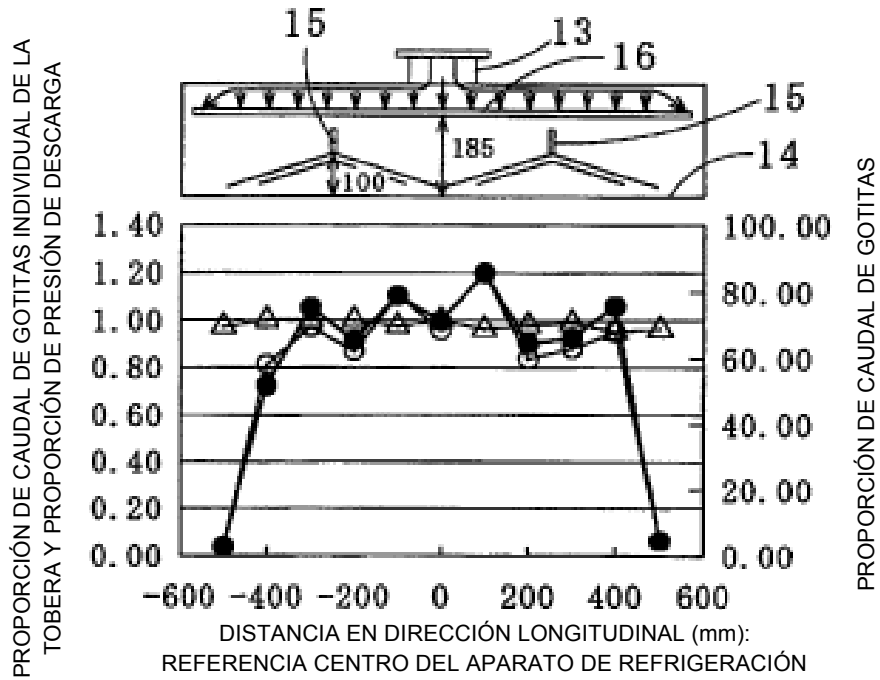


FIG 7A



- : PROPORCIÓN DE CAUDAL INDIVIDUAL DE GOTITAS
  - : PROPORCIÓN DE CAUDAL DE GOTITAS DE NIEBLA DESDE LA PLACA DE TOBERAS
  - △ : PROPORCIÓN DE PRESIÓN DE DESCARGA DE AIRE DESDE LA PLACA DE TOBERAS
- EN CASO DE CADA UNO DE ● ○ △, LAS PROPORCIONES ESTÁN CALCULADAS SIRVIENDO COMO REFERENCIA EL VALOR EN EL CENTRO DEL APARATO DE REFRIGERACIÓN

FIG. 7B

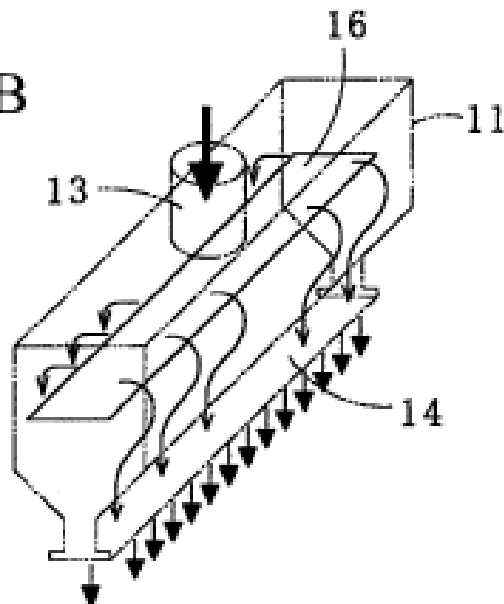


FIG 8

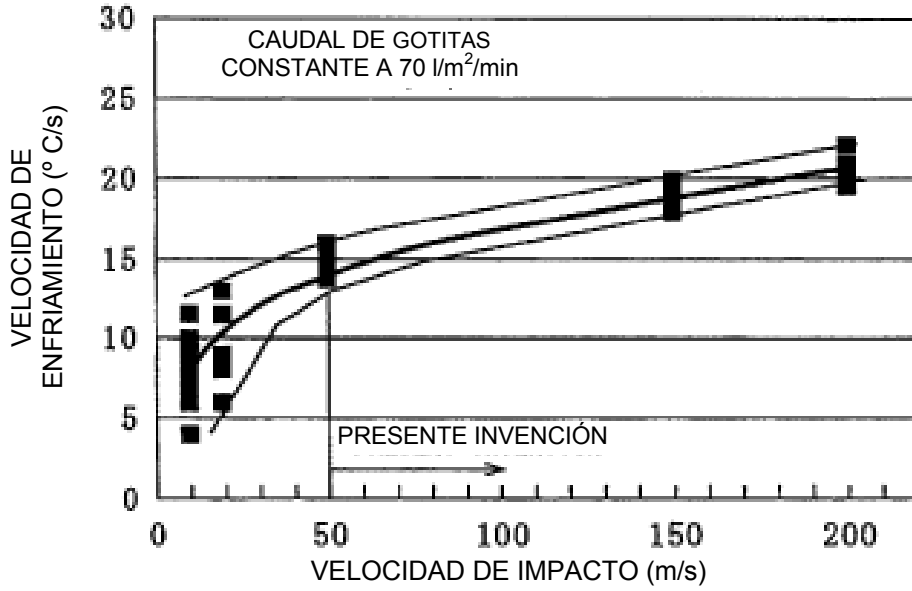


FIG 9

