

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 364**

51 Int. Cl.:

C21D 1/76 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

C21D 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04772179 .0**

96 Fecha de presentación: **19.08.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1658387**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.05.2006**

54 Título: **Procedimiento de producción y sistema de producción de una lámina de acero galvanizado de alta resistencia**

30 Prioridad:
19.08.2003 JP 2003207881

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.05.2012

73 Titular/es:
**NIPPON STEEL CORPORATION
6-1, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku
TOKYO 100-8071, JP y
ARCELOR FRANCE**

72 Inventor/es:
**Honda, Kazuhiko y
Tanaka, Koki**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 381 364 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción y sistema de producción de una lámina de acero galvanizado de alta resistencia.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento de producción y a un sistema de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado de alta resistencia, más concretamente se refiere a una lámina de acero chapado, capaz de ser utilizada en diversas aplicaciones, por ejemplo, una lámina de acero para un material de construcción o un automóvil

Técnica básica

Como una lámina de acero chapado, con buena resistencia a la corrosión, hay una lámina de acero recocido y galvanizado. Esta lámina de acero recocido y galvanizado se produce normalmente desengrasando la lámina de acero, precalentándola luego en un horno no oxidante, sometiéndola a un recocido de reducción en un horno reductor para limpiar la superficie y asegurar la calidad, sumergirla en un baño de galvanización en caliente, controlar la cantidad de deposición, y luego aleándola. Debido a sus características de superior resistencia a la corrosión, adherencia del chapado, etc., se usa ampliamente en automóviles, en materiales de construcción, y en otras aplicaciones.

En particular, en los últimos años, en el sector del automóvil, las láminas de acero galvanizado se tienen que hacer con resistencia más alta para conseguir tanto la función de proteger a los pasajeros en el momento de una colisión como la de reducir el peso, con el fin de mejorar la eficacia del combustible.

Además, recientemente, para hacer que la reacción en la superficie de la lámina de acero sea más uniforme en el tiempo del recocido, y mejore el aspecto del chapado, se ha extendido el uso de sistemas de producción de láminas de acero galvanizado que usan hornos de recocido del tipo de tubos radiantes.

Para hacer la lámina de acero, con resistencia más alta, sin reducir su capacidad de ser trabajada, es eficaz la adición de elementos como el Si, Mn, y P. Estos elementos se oxidan selectivamente en el paso de recocido de reducción, y se llegan a concentrar en la superficie de la lámina de acero. En particular, los óxidos de Si concentrados en la superficie de la lámina de acero originan que la mojabilidad de la lámina de acero y el cinc fundido caiga. En casos extremos, el cinc fundido no se adherirá a la lámina de acero.

Por lo tanto, para chapar con cinc fundido una lámina de acero al que se le ha añadido un elemento como el P, se ha hecho uso del método de hacer el espesor de la película de óxidos del hierro de un tamaño adecuado para reprimir la producción de capas de óxidos de los elementos tales como el Si, Mn, y P, y mejorar la mojabilidad (por ejemplo, véase la Patente Japonesa N° 2513532) o el método del pre-chapado para mejorar la mojabilidad del chapado (por ejemplo, véase la Publicación de Patente Japonesa no examinada (Kokai) N° 2-38549).

Además, los inventores propusieron el método de producción que comprende controlar adecuadamente la atmósfera reductora para la oxidación interna de SiO con el fin de mejorar la mojabilidad del chapado (por ejemplo, véase la Publicación de Patente Japonesa no examinada (Kokai) N° 2001-323355).

Sin embargo, la tecnología descrita en la Patente Japonesa N° 2513532, y en la Publicación de Patente Japonesa no examinada (Kokai) N° 323355, es la tecnología que usa un sistema de producción de láminas de acero con galvanización por inmersión en baño caliente, de tipo Sendzimir, para calentar en una atmósfera no oxidante y recocer en una atmósfera reductora, y no se puede usar en un equipo de fabricación de láminas de acero galvanizado por inmersión en baño caliente que usa un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes. Además, en la tecnología descrita en la Publicación de Patente Japonesa no examinada (Kokai) N° 2-38549, es necesario un sistema de pre-chapado. Cuando no hay espacio para la instalación, no se puede usar. Además, es inevitable una elevación del coste debido a la instalación del sistema de pre-chapado.

Descripción de la invención

Por lo tanto, la presente invención resuelve el anterior problema y propone un procedimiento de producción de una lámina de acero galvanizado, de alta resistencia, mediante un equipo de fabricación de láminas de acero galvanizado por inmersión en baño caliente, que usa un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes y un sistema de producción del mismo.

Los inventores tomaron parte en intensivas investigaciones sobre un procedimiento de producción para producir una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, que usa un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes, y como resultado descubrieron que haciendo de la atmósfera en la zona reductora, una atmósfera que contenga H₂ en una cantidad de 1 a 60% en peso, y comprendiendo el resto N₂, H₂O, O₂, CO₂, CO, y las impurezas inevitables, y controlando el log(PCO₂/PH₂) de la presión parcial del dióxido de carbono y la presión par-

cial del hidrógeno en la atmósfera a $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, y el $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del agua y la presión parcial del hidrógeno a $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, y controlando el $\log(\text{P}_T/\text{PH}_2)$ de la presión parcial total P_T de la presión parcial del dióxido de carbono PCO_2 y la presión parcial del agua PH_2O y la presión parcial del hidrógeno a $-3 \leq \log(\text{P}_T/\text{PH}_2) \leq -0,5$, es posible producir una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia. Además, descubrieron que llenando el horno de recocido, del tipo de tubos completamente radiantes, con un gas que comprende de 1 a 100% en peso de CO_2 y el resto N_2 , H_2O , O_2 , CO_2 , CO , y las impurezas inevitables, es posible producir una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia.

O sea, lo esencial de la presente invención es lo que sigue:

(1) Un procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, que comprende chapar de forma continua, mediante cinc fundido, una lámina de acero de alta resistencia que tiene un contenido de Si de 0,4 a 2,0% en peso, hacer que durante el mismo la atmósfera de la zona reductora sea una atmósfera que contenga H_2 de 1 a 60% en peso, y que el resto comprenda N_2 , H_2O , O_2 , CO_2 , CO , y las inevitables impurezas, controlar, en la atmósfera, el $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del dióxido de carbono y la presión parcial del hidrógeno en la atmósfera a $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, el $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del agua y la presión parcial del hidrógeno a $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, y el $\log(\text{P}_T/\text{PH}_2)$ de la presión parcial total P_T , de la presión parcial del dióxido de carbono PCO_2 y la presión parcial del agua PH_2O y la presión parcial del hidrógeno a $-3 \leq \log(\text{P}_T/\text{PH}_2) \leq -0,5$, realizar el recocido en la zona reductora en una región de temperatura bifásica de ferrita-austenita, de 720°C a 880°C, enfriar luego mediante un baño para chapado y realizar el galvanizado para formar una capa de galvanización por inmersión en baño caliente sobre la superficie de la lámina de acero laminada en frío, y calentando luego para alea la lámina de acero sobre la que se forma la capa de galvanizado por inmersión en baño caliente de 460 a 550°C, por el que es posible producir una lámina de acero recocido y galvanizado de alta resistencia.

(2) Un procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en (1), caracterizado por realizar el recocido y el galvanizado en un baño de galvanización por inmersión en caliente de una composición que tiene una concentración eficaz de Al en el baño de al menos 0,07% en peso, y el resto Zn y las inevitables impurezas, y realizar la aleación a una temperatura (°C) que satisfaga que

$$450 \leq T \leq 410 \times \exp(2 \times [\text{Al}\%])$$

donde, [Al%]: concentración eficaz de Al (% en peso) en el baño de galvanización por inmersión caliente.

(3) Un procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en (1) o (2), superior en adherencia, caracterizado por realizarse a una concentración eficaz de Al (% en peso) en el baño que satisfaga que la concentración eficaz de Al en el baño sea de:

$$[\text{Al}\%] \leq 0,092 - 0,001 \times [\text{Si}\%]^2$$

donde, [Si%]: contenido de Si en la lámina de acero (% en peso).

(4) Un equipo de fabricación de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente que comprende proporcionar un baño de galvanización por inmersión en caliente y chapar, de forma continua, una lámina de acero mediante cinc fundido, y caracterizado dicho equipo para la producción de una chapa de acero con galvanización por inmersión en baño caliente, para realizar el procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado de alta resistencia descrita en (1), por hacer que el horno de recocido sea un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes, y proporcionar un aparato para introducir en el horno de recocido un gas que contenga CO_2 en una cantidad de 1 a 100% en peso y el resto esté compuesto de N_2 , H_2O , O_2 , CO_2 , CO , y las inevitables impurezas.

(5) Un equipo de fabricación de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente que comprende proporcionar un baño de galvanización por inmersión en caliente y chapar, de forma continua, una lámina de acero mediante cinc fundido, y caracterizado dicho equipo para la producción de una chapa de acero con galvanización por inmersión en baño caliente, para realizar el procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado de alta resistencia descrita en (1), por hacer que el horno de recocido sea un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes y proporcionar un aparato para quemar CO o un hidrocarburo en el horno de recocido, y producir un gas que contenga CO_2 en una cantidad de 1 a 100% en peso y el resto esté compuesto de N_2 , H_2O , O_2 , CO_2 , CO , y las inevitables impurezas.

Además, en la presente invención, es posible producir una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, pretendida en la presente invención, bajo las condiciones definidas a continuación:

1) En el procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en cualquiera de los anteriores apartados (1) a (5), la lámina se enfría desde la temperatura máxi-

ma alcanzada a 650°C, a una velocidad media de enfriamiento de 0,5 a 10°C/s, y luego de 650°C a la del baño para chapado, a una velocidad de enfriamiento de al menos 3°C/s.

2) En el procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en cualquiera de los anteriores apartados (1) a (5), la lámina se enfría desde la temperatura máxima alcanzada a 650°C, a una velocidad media de enfriamiento de 0,5 a 10°C/s, y luego de 650°C a 500°C a una velocidad media de enfriamiento de al menos 3°C/s y, más allá de 500°C a una velocidad media de enfriamiento de 0,5°C/s, hasta 420°C - 460°C, y se mantiene de 500°C al baño de chapado durante 25 segundos a 240 segundos, entonces se lleva a cabo el galvanizado por inmersión en baño caliente.

3) En el procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en cualquiera de los anteriores apartados (1) a (5), el tiempo hasta enfriar a una temperatura de no más de 400°C, después de la galvanización por inmersión en baño caliente, es de 30 segundos a 120 segundos.

4) En el procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en cualquiera de los anteriores apartados (1) a (5), la lámina se enfría hasta 400°C - 450°C después del recocido, luego se vuelve a calentar de 430°C a 470°C, y se lleva a cabo la galvanización por inmersión en baño caliente.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista lateral de un ejemplo de un sistema de producción de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente, según la presente invención.

La Figura 2 es una vista lateral de un ejemplo de un sistema de producción de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente, según la presente invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

A continuación, se explicará la presente invención con más detalle.

La presente invención comprende una lámina de acero, de alta resistencia, que tiene un contenido de Si de 0,4 a 2,0% en peso, galvanizado de forma continua por inmersión en baño caliente mediante un sistema de producción de láminas de acero galvanizado por inmersión en baño caliente que usa un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes durante el cual la atmósfera de la zona de reducción, es una que no origine que el hierro se oxide y dé lugar a la oxidación interna del SiO₂. Aquí, "oxidación interna del Si" es un fenómeno en el que el oxígeno difundido en la lámina de acero reacciona con el Si cerca de la capa superficial de la aleación y precipita como un óxido. El fenómeno de oxidación interna se produce cuando la velocidad de difusión del oxígeno hacia dentro es mucho más rápida que la velocidad de difusión del Si hacia fuera, o sea, cuando el potencial del oxígeno en la atmósfera es relativamente alto. En ese momento, el Si ya no se mueve en absoluto y se oxida en el sitio, así se puede evitar la causa de la caída de la adherencia del chapado, es decir, la concentración de Si en la superficie de la lámina de acero.

Específicamente, la invención comprende hacer que la atmósfera de la zona reductora sea una atmósfera que contenga H₂ de 1 al 60% en peso y el resto esté compuesto de N₂, H₂O, O₂, CO₂, CO, y las inevitables impurezas; controlar el $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del dióxido de carbono y la presión parcial del hidrógeno en la atmósfera a $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, y el $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del agua y la presión parcial del hidrógeno a $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$; controlar el $\log(P_T/\text{PH}_2)$ de la presión parcial total P_T de la presión parcial del dióxido de carbono PCO₂ y la presión parcial del agua PH₂O y la presión parcial del hidrógeno a $-3 \leq \log(P_T/\text{PH}_2) \leq -0,5$; y realizar el recocido en la zona reductora en la región de temperatura bifásica, de ferrita-austenita, de 720 a 880°C.

En la zona reductora, se usa un gas que incluye H₂ en el intervalo del 1 al 60% en peso. La razón para limitar el H₂ del 1 al 60% es que si es inferior al 1%, la película de óxido producida en la superficie de la lámina de acero, antes del recocido, no se puede reducir suficientemente, y no se puede asegurar la mojabilidad del chapado, mientras que si está por encima del 60%, no se puede ver ninguna mejora en la acción reductora, y se incrementa el coste.

Además, en la zona reductora, con el fin de originar la oxidación interna de SiO₂, uno, o dos, o más, de H₂O, O₂, CO₂, y CO son introducidos en la atmósfera reductora, el $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del dióxido de carbono y la presión parcial del hidrógeno en la atmósfera se controla a $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, y el $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del agua y la presión parcial del hidrógeno a $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, y el $\log(P_T/\text{PH}_2)$ de la presión parcial total P_T de la presión parcial del dióxido de carbono PCO₂ y la presión parcial del agua PH₂O y la presión parcial del hidrógeno a $-3 \leq \log(P_T/\text{PH}_2) \leq -0,5$. El $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del dióxido de carbono y la presión parcial del hidrógeno y el $\log(\text{PHO}_2/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del agua y la presión parcial del hidrógeno se controlan introduciendo CO₂ y vapor de agua en el horno.

La razón para hacer el $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2)$ no superior a -0,5 es que si el $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2)$ está por encima de -0,5, la película de óxido, que se ha producido sobre la superficie de la lámina de acero antes del recocido, no se puede reducir suficientemente, y la mojabilidad del chapado no se puede asegurar.

5 La razón para hacer el $\log(\text{P}_T/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del dióxido de carbono PCO_2 y la presión parcial del agua PH_2O y la presión parcial del hidrógeno no superior a -0,5, es que si el $\log(\text{P}_T/\text{PH}_2)$ está por encima de -0,5, la película de óxido, que se ha producido sobre la superficie de la lámina de acero antes del recocido, no se puede reducir suficientemente y la mojabilidad del chapado no se puede asegurar. Además, la razón para hacer el $\log(\text{P}_T/\text{PH}_2)$ no inferior a -3 es que si el $\log(\text{P}_T/\text{PH}_2)$ es inferior a -3, tiene lugar la oxidación del Si, se produce SiO_2 sobre la superficie de la lámina de acero, y da lugar a que la mojabilidad del chapado caiga.

El O_2 y el CO no se tienen que introducir deliberadamente, sino que cuando se introduce H_2O y CO_2 en el hogar de la atmósfera y temperatura de recocido principal, una parte es reducida por el H_2 y se produce O_2 y CO .

15 El H_2O y el CO_2 únicamente necesitan ser introducidos en las cantidades requeridas. El método de introducción no está particularmente limitado, pero se puede mencionar el método de quemar un gas compuesto de una mezcla de, por ejemplo, CO y H_2 , e introducir el H_2O y CO_2 producidos; el método de quemar un gas de CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , u otro hidrocarburo o una mezcla de LNG (gas natural licuado) u otro hidrocarburo, e introducir el H_2O y CO_2 producidos; el método de quemar una mezcla de gasolina, aceite ligero, aceite pesado, u otro hidrocarburo líquido, e introducir el H_2O y CO_2 producidos; un método de quemar CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, u otro alcohol o sus mezclas o diversos tipos de disolventes orgánicos, e introducir el H_2O y CO_2 producidos, etc.

También se puede considerar el método de quemar únicamente CO e introducir el CO_2 producido, pero al introducir CO_2 en el hogar de la atmósfera y temperatura de recocido principal, una parte es reducida por el H_2 . No hay diferencia inherente con el caso de introducir H_2O y CO_2 para producir CO y H_2O .

También, además del método de introducir el H_2O y CO_2 por combustión, también se puede usar el método de introducir un gas de una mezcla de CO y H_2 ; un gas de CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , u otro hidrocarburo; una mezcla de LNG u otro hidrocarburo; una mezcla de gasolina, aceite ligero, aceite pesado, u otro hidrocarburo líquido; CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, u otro alcohol o sus mezclas, y diversos tipos de disolventes orgánicos, etc., simultáneamente con oxígeno, en el horno de recocido y quemarlos en el horno para producir H_2O y CO_2 .

Al recocer mediante un sistema de galvanización en continuo por inmersión en baño caliente, del tipo de recocido en línea, la temperatura de recocido se hace en la región bifásica, de ferrita-austenita, de 720°C a 880°C . Si la temperatura de recocido es inferior a 720°C , la recristalización es insuficiente. No se puede proporcionar la capacidad de estampación requerida. Recociendo a una temperatura por encima de 880°C , se provoca un aumento del coste, así que esto no es preferible.

A continuación, la banda de acero se enfría mediante un procedimiento de inmersión en un baño para chapado, pero cuando no se tiene por objetivo el uso de un miembro con requisitos de tratamiento particularmente estrictos, no habrá que pasar por ningún procedimiento especial de enfriamiento. Se realiza la galvanización por inmersión en baño caliente para formar una capa de galvanización por inmersión en baño caliente sobre la superficie de la lámina de acero, luego, la lámina de acero sobre la que se ha formado dicha capa de galvanización por inmersión en baño caliente, se trata térmicamente para alear a $460 - 550^\circ\text{C}$ y fabricar así una lámina de acero recocido y galvanizado.

En particular, para conseguir a la vez una alta resistencia y una buena capacidad de estampación, la lámina de acero, a la que se ha añadido Si o Mn en una gran cantidad, es sometida a recocido, luego se enfría en el procedimiento de inmersión en un baño para chapado desde la temperatura máxima alcanzada hasta 650°C , a una media de $0,5$ a 10°C/s , luego se enfría de 650°C a la temperatura del baño para chapado a una media de al menos 3°C/s . La velocidad de enfriamiento hasta 650°C se hace a una media de $0,5$ a 10°C/s para aumentar el volumen porcentual de la ferrita, con el fin de mejorar la capacidad de trabajo y aumentar, simultáneamente, la concentración de C de la austenita para bajar la energía libre producida y hacer que la temperatura de inicio de la transformación martensítica no sea superior a la temperatura del baño para el chapado. Para hacer la velocidad media de enfriamiento hasta 650°C inferior a $0,5^\circ\text{C/s}$, es necesario hacer la longitud de la línea del equipo de fabricación en continuo con galvanizado por inmersión en baño caliente más larga, y el coste llega a ser alto, de forma que la velocidad media de enfriamiento hasta 650°C se hace que sea al menos de $0,5^\circ\text{C/s}$.

Para hacer la velocidad media de enfriamiento hasta 650°C inferior a $0,5^\circ\text{C/s}$, se puede considerar disminuir la temperatura máxima alcanzada y recocer a una temperatura con un pequeño volumen porcentual de austenita, pero en este caso el intervalo adecuado de temperatura es más estrecho que el intervalo de temperatura permitido en la operación real, y si la temperatura de recocido es incluso ligeramente baja, no se formará austenita y no se conseguirá el objetivo.

Por otro lado, Si se hace que la velocidad media de enfriamiento hasta 650°C exceda los 10°C/s , no solamente el aumento del volumen porcentual de la ferrita será insuficiente, sino que también el aumento de la concentración de

C en la austenita será pequeño, de forma que antes de que la banda de acero se sumerja en el baño de chapado, parte de ella se transformará en martensita, y esa martensita se templará y precipitará como cementita mediante el subsiguiente calentamiento para hacer la aleación, de manera que la consecución de la alta resistencia como de la buena capacidad de trabajo llegará a ser difícil.

La velocidad media de enfriamiento desde 650°C al baño de chapado se hace al menos a 3°C/s para evitar que la austenita se transforme en perlita a la mitad del enfriamiento. Con una velocidad de enfriamiento inferior a 3°C/s, la lámina está recocida a una temperatura definida en la presente invención. Además, incluso si el enfriamiento baja a 650°C, la formación de perlita es inevitable. El límite superior de la velocidad media de enfriamiento no está particularmente limitado, pero enfriar la banda de acero de manera que la velocidad media de enfriamiento no exceda de 20°C/s, es difícil en una atmósfera seca.

Además, para producir una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, con buena capacidad de ser trabajada, la lámina se enfría, de 650°C a 500°C, a una velocidad media de enfriamiento de al menos 3°C/s, se enfría más desde 500°C hasta 420°C - 460°C, a una velocidad media de enfriamiento de al menos 0,5°C/s, y se mantiene de 500°C al baño de chapado durante 25 segundos a 240 segundos, luego se lleva a cabo la galvanización por inmersión en baño caliente.

La velocidad media de enfriamiento desde 650°C a 500°C fue de al menos 3°C/s para evitar que la austenita se transforme en perlita a la mitad del enfriamiento. Con una velocidad de enfriamiento inferior a 3°C/s, incluso si se ha hecho el recocido a la temperatura definida en la presente invención o se ha enfriado hasta 650°C, la formación de perlita es inevitable. El límite superior de la velocidad media de enfriamiento no está particularmente limitado, pero enfriar la banda de acero de manera que la velocidad media de enfriamiento no exceda de 20°C/s, es difícil en una atmósfera seca.

La velocidad media de enfriamiento desde 500°C es de al menos 0,5°C/s para evitar que la austenita se transforme en perlita a la mitad del enfriamiento. Con una velocidad de enfriamiento inferior a 0,5°C/s, incluso si se ha hecho el recocido a la temperatura definida en la presente invención o se ha enfriado hasta 500°C, la formación de perlita es inevitable. El límite superior de la velocidad media de enfriamiento no está particularmente limitado, pero enfriar la banda de acero de manera que la velocidad media de enfriamiento no exceda de 20°C/s, es difícil en una atmósfera seca. Además, La temperatura final de enfriamiento fue de 420 a 460°C para promover la concentración de C en la austenita y obtener un chapado de cinc fundido aleado, de alta resistencia, superior en capacidad de trabajo.

La razón para limitar el tiempo de mantenimiento durante 25 segundos a menos de 240 segundos entre 500°C y la temperatura del baño de chapado es que cuando el tiempo de mantenimiento está por debajo de 25 segundos, la concentración de C en la austenita es insuficiente, y la concentración de C en la austenita no alcanza el nivel que permite la presencia residual de austenita a temperatura ambiente. Si está por encima de 240 segundos, la transformación bainítica no progresa demasiado, la cantidad de austenita se hace más pequeña, y no se puede producir una cantidad suficiente de austenita residual.

Además, la lámina se enfría, toda a la vez, a una temperatura de 400 a 450°C mientras que se mantiene entre 500°C y la del baño de chapado. Mientras que se mantiene, se estimula la concentración de C en la austenita y se obtiene un chapado de cinc fundido aleado, de alta resistencia, superior en capacidad de ser trabajado. Sin embargo, si se continúa sumergiendo la lámina en el baño de chapado a una temperatura por debajo de 430°C, el baño de chapado se enfría y solidifica, de manera que es necesario volverlo a calentar a una temperatura de 430 a 470°C, y luego realizar la galvanización por inmersión en baño caliente.

En la producción de la lámina de acero recocido y galvanizado de la presente invención, para producir una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, con una buena capacidad de ser trabajada, El baño de galvanización por inmersión usado se deberá ajustar a una concentración eficaz de Al en el baño de 0,07 a 0,092% en peso. Aquí, la concentración eficaz de Al en el baño de chapado es el valor de la concentración de Al en el baño menos la concentración de Fe en el baño.

La razón para limitar la concentración eficaz de Al entre 0,07 y 0,092% es que si la concentración eficaz del Al es inferior a 0,07%, la formación de la fase Fe-Al-Zn, que sirve como barrera aleante al comienzo del chapado, es insuficiente y se forma rápidamente, en el momento del chapado, una fase Γ quebradiza en la interfase de la lámina de acero chapado de manera que se puede obtener únicamente una lámina de acero recocido y galvanizado con una fuerza de adherencia inferior en el revestimiento de chapado, a la hora de trabajarla. Por otro lado, si la concentración eficaz de Al es superior a 0,092%, se hace necesario alea a una temperatura alta durante largo tiempo, la austenita que permanece en el acero se transforma en perlita y, por lo tanto, llega a ser difícil la consecución a la vez de una alta resistencia y una buena capacidad de ser trabajada. Además, hacer que la temperatura de aleación en el momento de la aleación en la presente invención sea una temperatura T (°C) que satisfaga que

$$450 \leq T \leq 410 \times \exp(2 \times [\text{Al}\%])$$

donde, [Al%]: concentración eficaz de Al (% en peso) en el baño de galvanización por inmersión caliente, es eficaz para la producción de láminas de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, y con una buena capacidad de trabajo.

5 La razón para hacer que la temperatura de aleación sea de al menos 450°C a no más de $410 \times \exp(2 \times [\text{Al}\%])^\circ\text{C}$ es que si la temperatura T de aleación es inferior a 450°C, la aleación no progresará o la aleación progresará insuficientemente, la aleación será incompleta, y la capa de chapado estará cubierta con un fase η inferior en adherencia. Además, si T es superior a $410 \times \exp(2 \times [\text{Al}\%])^\circ\text{C}$, la aleación progresará demasiado y se formará rápidamente una fase Γ quebradiza en la interfase de la lámina de acero chapado, así que la fuerza de unión del chapado cae en el momento de trabajarla.

10 En la presente invención, si la temperatura de aleación es demasiado alta, la austenita que permanece en el acero se transforma en perlita, y es difícil obtener una lámina de acero que alcance, a la vez, una alta resistencia y una buena capacidad de ser trabajada. Por lo tanto, cuanto mayor sea la cantidad de Si añadido y sea más difícil la aleación, mayor será la disminución de la concentración eficaz de Al en el baño y la disminución de la temperatura de aleación para mejorar la capacidad de trabajo.

Específicamente, el chapado se realiza a una concentración eficaz de Al (% en peso) en el baño que satisfaga

$$20 \quad [\text{Al}\%] \leq 0,092 - 0,001 \times [\text{Si}\%]^2$$

donde, [Si%]: contenido de Si en la lámina de acero (% en peso).

25 La razón para limitar la concentración eficaz del Al a no más de $0,092 - 0,001 \times [\text{Si}\%]^2$, es que si la concentración eficaz de Al es superior a $0,092 - 0,001 \times [\text{Si}\%]^2$, se requerirá la alear a alta temperatura y durante un tiempo largo, la austenita que permanece en el acero se transforma en perlita, y se deteriora la capacidad de ser trabajada.

30 La razón para hacer que el tiempo del enfriamiento hasta una temperatura de no más de 400°C, después de la galvanización por inmersión en baño caliente, sea de 30 segundos a 120 segundos, es que si es inferior a 30 segundos, la aleación es insuficiente, la aleación se hace incompleta, y la capa superficial del chapado se cubre con un fase η inferior en adherencia, mientras que si es superior a 120 segundos, la transformación perlítica progresa demasiado, la cantidad de austenita se hace pequeña, y no se puede producir una cantidad suficiente de austenita residual.

35 La Figura 1 y la Figura 2 muestran, mediante una vista lateral, un ejemplo de un equipo de fabricación de láminas de acero galvanizado por inmersión en caliente, según la presente invención. En las figuras, 1 indica una lámina de acero de alta resistencia que tiene un contenido de Si de 0,4 a 2,0% en peso, 2 una zona de calentamiento del horno de recocido, 3 una zona de remojo del horno de recocido, 4 una zona de enfriamiento del horno de recocido, 5 un rodillo dentro del horno, 6 una dirección de avance de la lámina de acero, 7 un depósito de galvanización por inmersión en caliente, 8 cinc fundido, 9 una embocadura, 10 un rodillo sumergido, 11 una boquilla secadora de gas, 12 un horno de aleación, 13 una válvula para el ajuste dl flujo del gas, 14 una tubería para el gas reductor, 15 una dirección del flujo del gas reductor, 16 un quemador, 17 una tubería para el gas de combustión, 18 una dirección del flujo del gas de combustión, 19 una tubería para el gas combustible, 20 una dirección del flujo del gas combustible, 21 una tubería para el aire, 22 una dirección del flujo del aire, y 23 un quemador dispuesto en el horno.

45 Ejemplo1
Se calentó a 1150°C una plancha compuesta de la composición mostrada por R en la Tabla 1 para obtener una banda de acero laminado en caliente de 4,5 mm, con una temperatura de acabado de 910 a 930°C. Esto se concluyó entre 580 y 680°C. La banda se sometió a decapado, luego se laminó enfrió para obtener una banda de acero de 50 1,6 mm laminada en frío, luego se usó un equipo de galvanización en continuo, por inmersión en un baño caliente, usando un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes para el tratamiento térmico y el chapado, bajo unas condiciones tales como las mostradas en la Tabla 2 para producir una lámina de acero recocido y galvanizado. El equipo de galvanización en continuo por inmersión en un baño caliente estaba provisto de un aparato para quemar un gas compuesto de una mezcla de CO y H₂, e introducir el H₂O y el CO₂ producidos y ajustar el 55 $\log(P_T/P_{H_2})$ de la presión parcial total P_T del dióxido de carbono PCO₂ y la presión parcial del agua PH₂O y la presión parcial del hidrógeno llegue a ser el valor mostrado en la Tabla 2.

La resistencia a la tracción (TS) y la elongación (EI) se hallaron cortando piezas de ensayo JIS N° 5 de las láminas de acero y realizando ensayos de tracción a temperatura ordinaria.

60 La cantidad de deposición de chapado se determinó disolviendo la película de revestimiento en ácido clorhídrico en un inhibidor y midiéndola mediante el método de pesada.

La mojabilidad se juzgó dando puntuación al área porcentual de las separaciones de chapado de la bobina laminada, como sigue. Una puntuación de 3 o más se juzgó como que pasaba.

ES 2 381 364 T3

- 4: área porcentual de las separaciones del chapado del 1%
- 3: área porcentual de las separaciones del chapado del 1% a menos del 5%
- 2: área porcentual de las separaciones del chapado del 5% a menos del 10%
- 1: área porcentual de las separaciones del chapado del 10% o más.

5 Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 2. La N° 1 tenía un $\log(P_T/PH_2)$ de la presión parcial total P_T del dióxido de carbono PCO_2 y la presión parcial del agua PH_2O y la presión parcial del hidrógeno fuera del alcance de la presente invención, de manera que la película de óxido producida sobre la superficie de la lámina de acero antes del recocido no podía reducirse suficientemente, y la mojabilidad del chapado se juzgó como fallo, La N° 7

10 tenía un $\log(P_T/PH_2)$ de la presión parcial total P_T del dióxido de carbono PCO_2 y la presión parcial del agua PH_2O y la presión parcial del hidrógeno fuera del alcance de la presente invención, de forma que tuvo lugar la oxidación externa del Si, se produjo SiO_2 sobre la superficie de la lámina de acero, y la mojabilidad del chapado se juzgó como fallo.

15 El resto de las láminas de acero, las producidas mediante el procedimiento de la presente invención, eran láminas de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, superiores en la mojabilidad del chapado.

Ejemplo 2

20 Se calentó a 1150°C una plancha compuesta de la composición mostrada en la Tabla 1 para obtener una banda de acero laminado en caliente de 4,5 mm, con una temperatura de acabado de 910 a 930°C. Esto se concluyó entre 580 y 680°C. La banda se sometió a decapado, luego se laminó enfriado para obtener una banda de acero de 1,6 mm laminada en frío, luego se usó un equipo de galvanización en continuo por inmersión en un baño caliente usando un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes para el tratamiento térmico y el chapado, bajo unas

25 condiciones tales como las mostradas en la Tabla 3 para producir una lámina de acero recocido y galvanizado. El equipo de galvanización en continuo por inmersión en un baño caliente estaba provisto de un aparato para quemar un gas compuesto de una mezcla de CO y H_2 , e introducir el H_2O y el CO_2 producidos, y ajustar el $\log(P_T/PH_2)$ de la presión parcial total P_T del dióxido de carbono PCO_2 y la presión parcial del agua PH_2O y la presión parcial del hidrógeno llegue a ser de -1 a -2.

30 La resistencia a la tracción (TS) y la elongación (EI) se hallaron cortando piezas de ensayo JIS N° 5 de las láminas de acero y realizando ensayos de tracción a temperatura ordinaria.

La cantidad de deposición de chapado se determinó disolviendo la película de revestimiento en ácido clorhídrico en un inhibidor y midiéndolo mediante el método de pesada.

35 La mojabilidad se juzgó dando puntuación al área porcentual de las separaciones de chapado de la bobina laminada, como sigue. Una puntuación de 3 o más se juzgó como que pasaba.

- 4: área porcentual de las separaciones del chapado del 1%
- 3: área porcentual de las separaciones del chapado del 1% a menos del 5%
- 2: área porcentual de las separaciones del chapado del 5% a menos del 10%
- 1: área porcentual de las separaciones del chapado del 10% o más.

45 Los resultados de la evaluación de muestran en la Tabla 3. Usando el procedimiento de la presente invención, llega a ser posible producir una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, superior en la mojabilidad del chapado.

50 En particular, los procedimientos de producción mostrados en los números, 4, 5, 6, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 31, 32, 34, 35, y 36 tuvieron velocidades de enfriamiento adecuadas en el horno de recocido, concentraciones eficaces de Al en el baño de galvanización por inmersión en caliente, y temperaturas de aleación, de manera que fueron capaces de producir láminas de acero galvanizado por inmersión en baño caliente, de alta resistencia, con buenas capacidades de trabajo.

Tabla 1

| Símbolo | Composición química (% en peso) | | | | | | | | |
|---------|---------------------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|-----|----|
| | C | Si | Mn | P | S | Al | N | Ni | Cu |
| A | 0,02 | 0,73 | 1,87 | 0,006 | 0,004 | 0,045 | 0,0023 | | |
| B | 0,02 | 1,83 | 2,35 | 0,004 | 0,005 | 0,063 | 0,0030 | 1,5 | |
| C | 0,07 | 0,40 | 2,21 | 0,036 | 0,002 | 0,040 | 0,0032 | | |
| D | 0,07 | 0,43 | 2,18 | 0,011 | 0,002 | 0,035 | 0,0028 | | |
| E | 0,07 | 0,64 | 0,95 | 0,009 | 0,004 | 0,029 | 0,0040 | | |
| F | 0,07 | 0,66 | 1,55 | 0,006 | 0,003 | 0,283 | 0,0026 | | |
| G | 0,07 | 0,71 | 2,08 | 0,004 | 0,002 | 0,031 | 0,0030 | | |
| H | 0,07 | 1,14 | 1,95 | 0,007 | 0,003 | 0,037 | 0,0027 | | |
| I | 0,08 | 1,65 | 1,80 | 0,008 | 0,003 | 0,027 | 0,0035 | | |

ES 2 381 364 T3

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-----|-----|
| J | 0,10 | 0,69 | 2,32 | 0,009 | 0,004 | 0,044 | 0,0033 | | |
| K | 0,14 | 0,50 | 1,61 | 0,013 | 0,005 | 0,038 | 0,0042 | | |
| L | 0,13 | 0,40 | 2,11 | 0,011 | 0,003 | 0,026 | 0,0036 | | |
| M | 0,14 | 0,82 | 2,27 | 0,008 | 0,002 | 0,054 | 0,0034 | | |
| N | 0,14 | 0,60 | 2,90 | 0,016 | 0,005 | 0,028 | 0,0045 | | |
| O | 0,18 | 0,94 | 2,77 | 0,018 | 0,004 | 0,037 | 0,0039 | | |
| P | 0,08 | 1,83 | 2,35 | 0,004 | 0,005 | 0,063 | 0,0030 | | |
| Q | 0,09 | 1,78 | 1,13 | 0,008 | 0,001 | 0,29 | 0,0027 | | |
| R | 0,07 | 1,14 | 1,95 | 0,007 | 0,003 | 0,037 | 0,0027 | 0,5 | 0,1 |

Tabla 2

| Muestra N° | Lámina de acero N° | $\log(P_i/PH_2)$ | Concentración eficaz de Al (%) | Temperatura del baño (°C) | Temperatura de recocido y galvanizado (°C) | Tiempo hasta 400°C (s) | Resistencia a la tracción (MPa) | Elongación (%) | Deposición del chapado (g/m^2) | Mojabilidad del chapado | Notas |
|------------|--------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| 1 | R | -0,4 | 0,087 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 2 | Ej. comparativo |
| 2 | R | -0,8 | 0,087 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 4 | Ej. invención |
| 3 | R | -1,0 | 0,087 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 4 | Ej. Invención |
| 4 | R | -1,5 | 0,087 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 4 | Ej. Invención |
| 5 | R | -2,0 | 0,087 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 4 | Ej. Invención |
| 6 | R | -2,5 | 0,087 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 3 | Ej. invención |
| 7 | R | -3,2 | 0,087 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 1 | Ej. comparativo |

Tabla 3

| Muestra N° | Lámina de acero N° | Temp. máxima alcanzada en recocido (°C) | Veloc. media de enfr. hasta 650°C (°C/s) | Veloc. media de enfr. hasta 500°C (°C/s) | Temp. final de enfriam. (°C) | Temp. media de enfriam. hasta el final del enfriam. (°C/s) | Tiempo de mant. de 500°C a temp. del baño (s) | Conc. eficaz de Al (%) | Temp. del baño (°C) | Temp. de recocido y galvaniz. (°C) | Tiempo hasta 400°C (s) | Resist. a la tracción (MPa) | Elongac. (%) | Deposic. de chapado (g/m ²) | Mojabilidad del Chapado | Notas |
|------------|--------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|---------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------------------|-------------------------|---------------|
| 1 | A | 770 | 5 | 15 | 450 | 10 | 5 | 0,88 | 465 | 480 | 60 | 423 | 38 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 2 | B | 830 | 2 | 4 | 450 | 1,7 | 30 | 0,85 | 440 | 480 | 60 | 875 | 27 | 37 | 4 | Ej. invención |
| 3 | C | 760 | 4 | 10 | 450 | 5 | 10 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 630 | 28 | 35 | 4 | Ej. invención |
| 4 | D | 760 | 2 | 8 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 597 | 35 | 37 | 4 | Ej. invención |
| 5 | D | 760 | 2 | 8 | 465 | 1,2 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 610 | 34 | 35 | 4 | Ej. invención |
| 6 | D | 760 | 2 | 8 | 440 | 2 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 595 | 35 | 38 | 4 | Ej. invención |
| 7 | D | 720 | 2 | 8 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 967 | 5 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 8 | D | 890 | 2 | 8 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 566 | 18 | 38 | 4 | Ej. invención |
| 9 | E | 780 | 3 | 15 | 450 | 5 | 10 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 431 | 35 | 40 | 4 | Ej. invención |
| 10 | F | 780 | 3 | 10 | 450 | 1,3 | 40 | 0,88 | 450 | 470 | 60 | 543 | 38 | 35 | 4 | Ej. invención |
| 11 | F | 780 | 3 | 10 | 450 | 1,3 | 40 | 0,88 | 450 | 490 | 50 | 522 | 35 | 37 | 4 | Ej. invención |
| 12 | F | 800 | 3 | 6 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 530 | 50 | 516 | 26 | 38 | 4 | Ej. invención |
| 13 | G | 770 | 1 | 6 | 450 | 1,4 | 35 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 595 | 36 | 40 | 4 | Ej. invención |
| 14 | G | 830 | 1 | 6 | 450 | 1,4 | 35 | 0,88 | 450 | 465 | 70 | 734 | 28 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 15 | G | 890 | 2 | 8 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 713 | 17 | 39 | 4 | Ej. invención |
| 16 | H | 780 | 2 | 7 | 450 | 1,7 | 30 | 0,87 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 4 | Ej. invención |
| 17 | H | 820 | 1 | 4 | 450 | 1,7 | 30 | 0,87 | 450 | 480 | 60 | 611 | 36 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 18 | H | 820 | 15 | 18 | 450 | 10 | 5 | 0,87 | 450 | 480 | 60 | 718 | 14 | 39 | 4 | Ej. invención |
| 19 | H | 820 | 1 | 4 | 450 | 2,5 | 20 | 0,87 | 450 | 480 | 60 | 604 | 29 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 20 | H | 820 | 1 | 4 | 450 | 1,7 | 150 | 0,87 | 450 | 460 | 60 | 627 | 39 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 21 | I | 800 | 2 | 4 | 450 | 1,4 | 35 | 0,85 | 450 | 470 | 80 | 620 | 35 | 37 | 4 | Ej. invención |
| 22 | J | 770 | 0,8 | 3 | 450 | 1 | 50 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 777 | 29 | 38 | 4 | Ej. invención |
| 23 | K | 790 | 2 | 4 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 627 | 26 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 24 | L | 760 | 2 | 10 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 683 | 22 | 37 | 4 | Ej. invención |
| 25 | M | 770 | 3 | 12 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 828 | 27 | 39 | 4 | Ej. invención |
| 26 | M | 770 | 3 | 12 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 530 | 50 | 670 | 18 | 41 | 4 | Ej. invención |
| 27 | M | 770 | 0,3 | 15 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 695 | 18 | 38 | 4 | Ej. invención |
| 28 | M | 770 | 5 | 1 | 450 | 0,6 | 90 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 645 | 19 | 35 | 4 | Ej. invención |
| 29 | N | 760 | 2 | 4 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 987 | 12 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 30 | O | 770 | 2 | 4 | 450 | 1,7 | 30 | 0,88 | 450 | 480 | 60 | 1120 | 8 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 31 | P | 830 | 2 | 4 | 450 | 1,7 | 30 | 0,85 | 450 | 480 | 60 | 875 | 27 | 37 | 4 | Ej. invención |
| 32 | P | 830 | 2 | 4 | 470 | 1,7 | 30 | 0,85 | 465 | 480 | 60 | 875 | 27 | 38 | 4 | Ej. invención |
| 33 | P | 830 | 2 | 4 | 465 | 1,7 | 30 | 0,85 | 465 | 520 | 60 | 798 | 21 | 38 | 4 | Ej. invención |
| 34 | Q | 830 | 2 | 4 | 450 | 1,7 | 30 | 0,85 | 450 | 480 | 60 | 783 | 27 | 36 | 4 | Ej. invención |
| 35 | R | 800 | 2 | 7 | 450 | 1,7 | 30 | 0,87 | 450 | 480 | 60 | 600 | 37 | 35 | 4 | Ej. invención |

Aplicabilidad industrial

5 Según la presente invención, se hace posible proporcionar un procedimiento de producción de chapado de una lámina de acero de alta resistencia que tiene un contenido de Si de 0,4 a 2,0% en peso, usando un equipo de galvanización en continuo por inmersión en baño caliente, que usa horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes, y un aparato para el mismo. La contribución al desarrollo de la industria es sumamente grande.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, que comprende galvanizar de forma continua, por inmersión en baño caliente, una lámina de acero de alta resistencia que tiene un contenido de Si de 0,4 a 2,0% en peso; durante el cual hacer de la atmósfera de la zona reductora una atmósfera que contenga H₂ de 1 a 60% en peso, y el resto esté compuesto de N₂, H₂O, O₂, CO₂, CO y las inevitables impurezas; controlar, en la atmósfera, el $\log(\text{PCO}_2/\text{PH}_2) \leq -0,5$, el $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2)$ de la presión parcial del agua y la presión parcial del hidrógeno a $\log(\text{PH}_2\text{O}/\text{PH}_2) \leq 0,5$, y el $\log(\text{P}_T/\text{PH}_2)$ de la presión parcial total P_T de la presión parcial del dióxido de carbono PCO₂ y la presión parcial del agua PH₂O y la presión parcial del hidrógeno a $-3 \leq \log(\text{P}_T/\text{PH}_2) \leq -0,5$; realizar el recocido dentro de un horno de tubos completamente radiantes, en la zona reductora, en una región de la temperatura bifásica de ferrita-austenita, de 720°C a 880°C; enfriar luego mediante un baño de chapado y realizar el chapado de cinc fundido para formar una capa de galvanización por inmersión en baño caliente sobre la superficie de la lamina de acero laminada en caliente; calentar luego para alear la lámina de acero sobre la que se forma la capa de galvanización por inmersión en baño caliente, de 460 a 550°C, y en el que es posible producir una lámina de acero recocido y galvanizado de alta resistencia.

2. Un procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en la reivindicación 1, caracterizado por realizar la galvanización por inmersión en caliente en un baño de galvanización por inmersión en caliente de composición consistente en una concentración eficaz de Al en el baño, de al menos 0,07% en peso a 0,092% en peso, y el resto de cinc y las inevitables impurezas, y realizar la aleación a una temperatura (°C) que satisfaga

$$450 \leq T \leq 410 \times \exp(2 \times [\text{Al}\%])$$

donde, [Al%]: concentración eficaz de Al (% en peso) en el baño de galvanización por inmersión en caliente, que es el valor de la concentración de Al en el baño menos la concentración de Fe en el baño.

3. Un procedimiento de producción de una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, como se expone en la reivindicación 1 ó 2, superior en adherencia, caracterizado por realizarse a una concentración eficaz (% en peso) de Al en el baño de:

$$[\text{Al}\%] \leq 0,092 - 0,001 \times [\text{Si}\%]^2$$

donde, [Si%]: contenido de Si en la lámina de acero (% en peso) y [Al%]: concentración eficaz de Al (% en peso) en el baño de galvanización por inmersión en caliente, que es el valor de la concentración de Al en el baño menos la concentración de Fe en el baño.

4. Un equipo de fabricación de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente, que comprende proporcionar un baño de galvanización por inmersión en caliente y chapar de forma continua una lámina de acero mediante cinc fundido, estando dicho sistema para la producción de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente para hacer funcionar el procedimiento de producción una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, descrita en la reivindicación 1, caracterizado por hacer que el horno de recocido sea un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes, y proporcionar un aparato para introducir en el horno de recocido un gas producido al quemar un combustible en un quemador (16), conteniendo dicho gas producido CO₂, N₂, O₂ y CO.

5. Un sistema para la producción de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente que comprende proporcionar un baño de galvanización por inmersión en caliente y chapar de forma continua la lámina de acero mediante cinc fundido, estando dicho sistema para la producción de una lámina de acero galvanizado por inmersión en baño caliente para hacer funcionar el procedimiento de producción una lámina de acero recocido y galvanizado, de alta resistencia, descrita en la reivindicación 1, caracterizado por hacer que el horno de recocido sea un horno de recocido del tipo de tubos completamente radiantes, y proporcionar un aparato para quemar CO e hidrógeno en el horno de recocido, en un quemador (23) provisto en el horno, y producir un gas que contiene CO₂, N₂, H₂O, O₂, y CO.

Fig.1

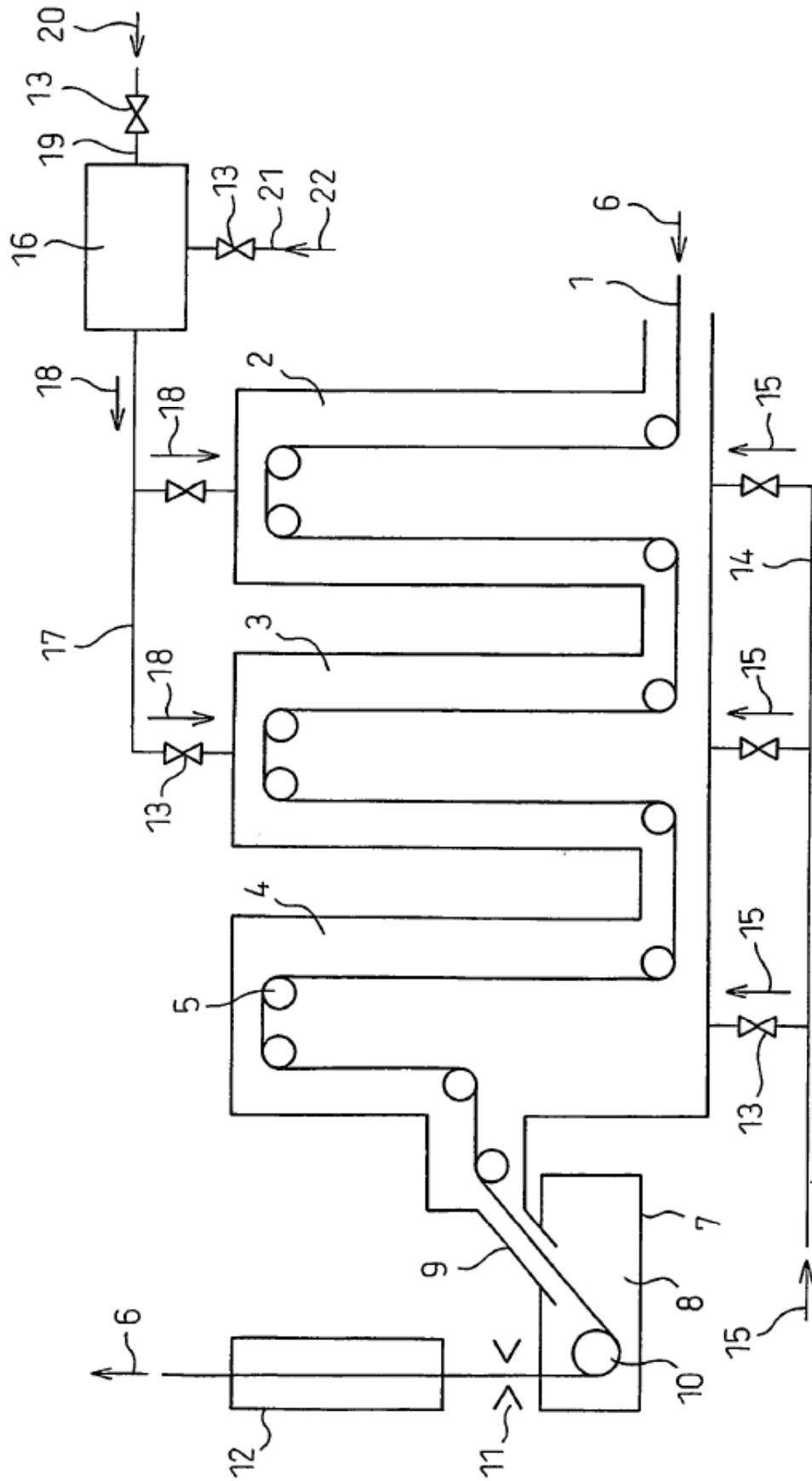


Fig.2

